



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

---

**CAMPUS VERACRUZ**  
**PROGRAMA EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES**

**“UN MODELO DE TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA DE PECES DE ORNATO; SU  
VALORACIÓN EN DOS COMUNIDADES  
DEL SUR DE VERACRUZ”**

**TESIS QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS**

**PATRICIA DEVEZE MURILLO**

**TEPETATES, VERACRUZ  
MEXICO  
2008**

La presente tesis titulada: “Un modelo de transferencia de tecnología de peces de ornato; su valoración en dos comunidades del sur de Veracruz”, realizada por la alumna: **Patricia Devezé Murillo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS  
AGROECOSISTEMAS TROPICALES  
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: \_\_\_\_\_

DR. JUAN LORENZO RETA MENDIOLA

ASESOR: \_\_\_\_\_

DR. CESÁREO LÁNDEROS SÁNCHEZ

ASESOR: \_\_\_\_\_

DR. MARTÍN ALFONSO MENDOZA BRISEÑO

ASESOR: \_\_\_\_\_

DR. NÉSTOR GABRIEL ESTRELLA CHULIM

ASESOR: \_\_\_\_\_

DR. IOURII NIKOLSKI GAVRILOV

Tepetates, M.F. Altamirano, Veracruz. México, a 9 de mayo 2008.

## UN MODELO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE PECES DE ORNATO; SU VALORACIÓN EN DOS COMUNIDADES DEL SUR DE VERACRUZ

Patricia Devezé Murillo, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2008.

Los principales Estados productores de peces de ornato en México son: Hidalgo, México, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Jalisco, Veracruz, Quintana Roo y Yucatán. Esta producción reportó en el 2002 ventas anuales de \$23,598,580.00; con un volumen de 12,874,580 peces de las siguientes variedades: Guppys, Mollys, Platys, Espadas, Japonés, Ángeles, Cebras, Gouramis, y Cíclidos africanos y americanos. Sin embargo, a pesar de ser una actividad viable en aspectos económicos y de generación de tecnología, en cuanto al proceso de transferencia y adopción ha fallado. En la presente investigación se generó un modelo de transferencia de tecnología a través de 2 esquemas, uno para el proceso de producción y el otro para el de comercialización y gestión de recursos. Para el proceso de producción se utilizó un esquema que se denominó transferencia de tecnología satélite o periférica y para el proceso de comercialización un esquema denominado desarrollo de proveedores, el cual ya había sido probado por algunas instituciones de carácter federal como la Secretaría de Economía. Se trabajó con 36 productores, principalmente mujeres, de dos comunidades del municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México: Enrique López Huitrón y La Nueva Victoria, entre los años 1999 y 2003. Los peces de la variedad de los Guppys se sembraron el 27 de mayo con una talla inicial de 1.5 cm. y un peso de 0.10 g. En la biometría final realizada dos meses después se obtuvo una talla comercial de 3.2 cm. y 0.30 g. que ya se considera comercial. Durante el desarrollo del cultivo los datos de temperatura oscilaron entre 24 y 30°C, la concentración de oxígeno registró entre 0 y 5 mg l<sup>-1</sup> y el pH entre 7.5 y 9. Un análisis financiero se realizó para una granja comercial de la región, la cual registró una inversión de \$1,258,183.04, y se observó que requiere costos anuales de operación \$345,150.40, con una relación beneficio/costo de 2.60.

**Palabras clave:** piscicultura ornamental, transferencia de tecnología satélite, desarrollo de proveedores.

## A TECHNOLOGY TRANSFER MODEL FOR OF ORNAMENTAL FISH; AN ASSESSMENT IN TWO RURAL COMMUNITIES OF SOUTHERN VERACRUZ

Patricia Devezé Murillo, Dr.  
Colegio de Postgraduados, 2008.

The States that report de main ornamental fish production in Mexico are: Hidalgo, Mexico, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Jalisco, Veracruz, Quintana Roo and Yucatan. The reported production in 2002 of annual sales was \$23,598,580.00; with a volume of 12,874,580 fishes of the following varieties: Guppies, Mollys, Platys, African and American cichlids, Swords, Japanese, Angel, Zebras, and Gouramis. Ornamental fish production is a viable economic activity however the process to transfer and adoption is not easily achieved. This research presents an alternative of technology transfer as a model. These model was developed using two schemes, the first to control the production process and the second as a market regulator and resource management. The former schem was called Satellite or Peripheral and was used for the production process, and the later scheme was called Supplier Development, which has already been tested by Mexican federal institutions such as the Secretary of Economy. Between 1999 and 2003 the study sampled 36 participants, mainly women, of two rural communities of the Municipality of San Andrés Tuxtla: called Enrique Lopez Huitrón and Nueva Victoria. The ornamental fish called Guppies were sowed on May 27th. At the time they were 1.5 cm in size, with a mean mass of 0.10 g. In the final biometry two months later they reached 3.2 cm long, and 0.30 g mass. During the raising period temperature oscillated between 24 and 30°C, and oxygen concentration moved between 0 and 5 mg l<sup>-1</sup>, while pH registered values between 7.5 and 9. Financial analysis on a commercial farm in the region estimates investments worth \$1,258,183.04, and costs of operation \$345,150.40, with a benefit/cost rate of 2.60.

**Keywords:** ornamental fish, transfer of technology, development of suppliers.

**“Para poder volar hay que crear el espacio de aire libre necesario para que las alas se desplieguen, para volar hay que empezar asumiendo riesgos, si no quieres, lo mejor será resignarse y seguir caminando para siempre”**

**Jorge Bucay**

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados, por haber sido mi casa durante todos estos años, en especial a los académicos de los Campus Veracruz, Puebla y Montecillo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haber financiado parcialmente este Postgrado.

A mi Comité Particular: Dr. Juan Lorenzo Reta Mendiola, Dr. Cesáreo Landeros Sánchez, Dr. Néstor Gabriel Estrella Chulim, Dr. Iouri Nikolski Gavirov y muy en especial al Dr. Martín Alfonso Mendoza Briseño, por ser mi guía y mi chicote.

A los productores de las comunidades participantes en esta investigación, en especial al Ing. Basilio Sánchez y a Mariano Martínez, por su apoyo incondicional.

A mis compañeros del COLPOS: Felipe Gallardo, Elías Hernández y Cori Sarabia.

A COVECA, Administración 2001-2004, al Lic. Marco Miguel Muñoz Ruíz, Miguel Angel Fuente Pochat, Ian, Gabriel, Cesar, Basilio, Edgar, Josafat, Ivonne, Marina, Gaby, Cochita, Tito, José Luis y Enrique. En especial a mis amigos.

A COVECA, Administración 2004-2008, en especial a Juan Carlos Fernández, Ana Laura, Sabrina, Araceli, Yuldriet, Ornella, Jorge y Juan Enrique.

## DEDICATORIAS

A Dios, porque nadie mejor que Él, sabe lo que hay en mi corazón.

A mis padres, Justiniano y Julia porque me hicieron la persona que soy, en especial a mi madre por su amor, sus enseñanzas y su fortaleza. A mi abuelo, porque parte de lo que soy es por lo que me enseñó. A mis hermanos Manuel, Silverio, Delia, Martha, Marco, Ma. Esther, Raúl y Hugo porque en las buenas y en las malas, en la distancia o en la cercanía siempre están conmigo. A mis sobrinos César, Oscar, Omar, Horacio Jr., Rodrigo, Pamela, Andrea y Mariana, en especial a mis niñas.

A Carlos, porque ha sido mi esposo, mi amigo y mi niño. A su familia, por su cariño todos estos años.

A mis amigos Bernardo, Líz y Lili, y a sus respectivas familias, que también forman parte de la mía. A ti Guerita por impulsarme cada día y asegurarme que faltaba poco. A Baly por creer incondicionalmente en mí. A Lily por los buenos tiempos, los que pasaron y los que vendrán.

Los amo a todos.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Teoría General de Sistemas .....	5
2.1.1. Agroecosistemas .....	8
2.2. Transferencia de tecnología .....	13
2.2.1. Estrategias en la transferencia de tecnología .....	17
2.2.2. El concepto de modelo en la transferencia de tecnología .....	21
2.3. Modelos de transferencia de tecnología en México .....	27
2.3.1. Programa de Estímulos Regionales (PER) .....	28
2.3.2. Servicios de Asistencia Técnica Integral (SATI) .....	28
2.3.3. Programa de Atención a Productores de Bajos Ingresos con Características de Sujetos de Crédito Incipientes (PROBISCI) .....	29
2.3.4. Programa Elemental de Asistencia Técnica (PEAT) .....	29
2.3.5. Programa de Capacitación y Extensión (PCE) .....	30
2.3.6. Modelo Productor- Experimentador (P-E) .....	30
2.3.7. Sistema Veracruzano de Autogestión Productiva (SIVAP) .....	31
2.3.8. Agricultura por Contrato (A-C) .....	31
2.3.9. Empresas Productoras y Comercializadoras de Insumos (EPCI) .....	31
2.3.10. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología (PITT) .....	32
2.3.11. Programa de Desarrollo de Capacidades (PRODESCA) .....	32
2.4. El estado del arte de la piscicultura ornamental .....	34
2.4.1. Introducción .....	34
2.4.2. Semblanza histórica .....	36
2.4.3. Elementos que constituyen la actividad piscícola .....	37
2.4.4. La piscicultura ornamental y sus especies .....	48
III. MARCO DE REFERENCIA .....	53
3.1. Introducción .....	53
3.2. Características de los municipios involucrados en el proceso de producción .....	54



3.2.1.	Ángel Rosario Cabada .....	54
3.2.2.	San Andrés Tuxtla .....	56
3.2.3.	Características fisiográficas de la Región .....	57
3.2.4.	Características Socio-económicas de la Región .....	61
3.2.5.	Actividades productivas .....	70
3.2.6.	Ecosistemas Acuícolas SAGARO .....	77
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....		79
4.1.	Definición de la pregunta de investigación .....	79
4.2.	Hipótesis General .....	82
4.3.	Objetivo General .....	82
4.3.1.	Objetivos Específicos .....	82
V. METODOLOGÍA .....		83
5.1.	El modelo de transferencia de tecnología y sus componentes .....	83
5.1.1.	La descripción de la tecnología satélite .....	83
5.1.2.	El desarrollo de proveedores .....	84
5.1.3.	Determinación de la especie de mayor viabilidad técnica y de mercado en la granja Ecosistemas Acuícolas Sagaro .....	85
5.1.4.	Descripción de los sistemas de producción en la comunidad .....	86
5.1.5.	Tecnología de los sistemas de producción en SAGARO .....	86
5.2.	Valoración de indicadores biológicos .....	87
5.2.1.	Determinación de parámetros biológicos .....	87
5.2.2.	Determinación de parámetros físicos y químicos .....	87
5.3.	Valoración de indicadores económicos .....	87
5.3.1.	Evaluación de mercado .....	87
5.3.2.	Rentabilidad de la granja .....	88
5.4.	Valoración de los indicadores sociales .....	90
5.4.1.	Formación de grupos de trabajo .....	90
5.4.2.	El acuerdo de trabajo .....	90
5.4.3.	La capacitación y asesoría .....	90
5.4.4.	El Diagnóstico Rural Rápido .....	91
5.4.5.	Financiamiento y gestión de recursos en INVEDER .....	94
VI. RESULTADOS .....		95
6.1.	El modelo de transferencia de tecnología en peces de ornato .....	95
6.1.2.	Especie de mayor viabilidad técnica y de mercado en la granja Ecosistemas Acuícolas SAGARO .....	97
6.1.3.	Los sistemas de producción en la comunidad .....	104
6.1.4.	Sistemas de producción en SAGARO .....	105
6.2.	Valoración de indicadores biológicos .....	106
6.2.1.	Parámetros biológicos .....	106

6.2.3. Determinación de los parámetros físicos y químicos .....	110
6.3. Valoración de indicadores económicos .....	114
6.3.1. Evaluación de mercado .....	12714
6.3.2. Rentabilidad de la producción de peces de ornato .....	12915
6.4. Valoración de indicadores sociales .....	13623
6.4.1. Formación de los grupos de trabajo .....	13623
6.4.2. El acuerdo de trabajo .....	13724
6.4.3. La capacitación y asesoría .....	13724
6.4.4. El Diagnóstico Rural Rápido .....	14128
6.4.5. Financiamiento y gestión de recursos en INVEDER .....	14431
VII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	14633
7.1. Introducción .....	14633
7.2. Aspectos de tipo tecnológico .....	14835
7.3. Aspectos de tipo biológico .....	15037
7.4. Aspectos de tipo económico .....	15138
7.5. Aspectos de tipo social .....	15239
7.6. Perspectiva general .....	15643
7.7. Conclusiones .....	15845
VIII. REFERENCIAS .....	16249

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Indicadores potenciales de sustentabilidad en el desarrollo de la acuicultura .....	12
Cuadro 2. Elementos que constituyen la actividad de la piscicultura ornamental.....	38
Cuadro 3. Clasificación taxonómica de especies ornamentales .....	51
Cuadro 4. Relación de variables de estudio .....	93
Cuadro 5. Relación de ingresos totales por ventas de organismos en la empresa.....	119
Cuadro 6. Costos de Inversión .....	120
Cuadro 7. Costos de Operación .....	121
Cuadro 8. Indicadores de rentabilidad .....	122
Cuadro 9. Horizonte del proyecto .....	123
Cuadro 10. Relación de integrantes por grupo en la comunidad de Enrique López Huitrón, municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz .....	123
Cuadro 11. Relación de integrantes por grupo en la comunidad de La Nueva Victoria, municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz .....	124
Cuadro 12. Tipos de cultivo que realizan los productores participantes en el estudio y el área promedio destinada .....	130
Cuadro 13. Integrantes por grupo en la comunidad Enrique López Huitrón, municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz .....	141

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Enlaces potenciales entre cuatro componentes principales de una granja diversificada con acuacultura-agricultura .....	9
Figura 2.	La técnica como liga ciencia-tecnología .....	14
Figura 3.	Etapas de la investigación en sistemas de cultivo .....	17
Figura 4.	Sistema socio-técnico de generación tecnológica .....	34
Figura 5.	Regiones en el Estado de Veracruz .....	54
Figura 6.	Región de Sotavento a la que pertenece el municipio de Angel R. Cabada .....	56
Figura 7.	Región de Las Selvas a la que pertenece el municipio de San Andrés Tuxtla .....	57
Figura 8.	Estrategia propuesta de transferencia de tecnología satélite o Periférica .....	84
Figura 9.	Esquema propuesto para el desarrollo de proveedores .....	85
Figura 10.	Resultado de la metodología utilizada para el desarrollo del cultivo en el estudio de caso .....	91
Figura 11.	Estrategia de transferencia de tecnología aplicada en las comunidades de estudio .....	96
Figura 12.	Pez japonés variedad cabeza de león .....	98
Figura 13.	Pez guppy variedad king cobra .....	100
Figura 14.	Estanque construido por el grupo de trabajo .....	105
Figura 15.	Ecosistemas Acuícolas SAGARO .....	106
Figura 16.	Crecimiento de los organismos del Grupo I en Enrique López Huitrón .....	107
Figura 17.	Crecimiento de los organismos del Grupo II en Enrique López Huitrón .....	107
Figura 18.	Crecimiento de los organismos del Grupo III en Enrique López Huitrón .....	108
Figura 19.	Crecimiento de los organismos del Grupo II en la Nueva Victoria ...	109
Figura 20.	Crecimiento de los organismos del Grupo I en La Nueva Victoria ..	109
Figura 21.	Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo I en Enrique López Huitrón .....	110
Figura 22.	Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo II en Enrique López Huitrón .....	111
Figura 23.	Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo III en Enrique López Huitrón .....	112
Figura 24.	Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo I en La Nueva Victoria .....	112
Figura 25.	Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo II en La Nueva Victoria .....	113
Figura 26.	Capacitación para el proceso de producción de peces de ornato para los 3 grupos de mujeres participantes en el proceso de transferencia de tecnología .....	125

Figura 27.	Capacitación a los 3 grupos de mujeres participantes en el proceso de transferencia de tecnología para determinación de los parámetros hidrobiológicos: oxígeno disuelto, pH, temperatura y nitritos .....	125
Figura 28.	Enlaces entre los componentes de una granja acuícola en un agroecosistema .....	129
Figura 29.	Gráfica de amiba con los indicadores valorados .....	144

## I. INTRODUCCIÓN

Cultivar peces de brillante colorido o exóticos por su apariencia externa es una actividad muy antigua, que se ha propagado gracias a la exportación de especies de un país a otro para satisfacer la demanda (Márquez y Vidal, 1994).

Esta actividad ha cobrado gran importancia por el volumen de producción y demanda nacional e internacional (Arcos, 2000). La expansión de la actividad ha permitido el crecimiento de otras empresas colaterales de equipo, vidrio, plástico, alimento y medicamento, entre otras. Además, es una actividad donde el capital de trabajo se recupera a corto plazo, ya que se basa en ciclos de cultivo de entre cuatro y seis meses, bajo consumo de alimento comercial y un alto valor en el mercado de los organismos cultivados. Por lo anterior, genera una mayor rentabilidad con respecto a otros cultivos acuícolas como la tilapia o el langostino (Arcos, 2000). En comparación con cultivos agrícolas ornamentales, la producción de flor de exportación representa actualmente el 10% de las 8,416 hectáreas totales de flores y plantas que se cultivan en el país y ha generado una captación promedio de 20.3 millones de dólares anuales de 1989 a 1998 (García *et al.*, 1999).

El acuarismo en Estados Unidos es el segundo pasatiempo más popular después de la fotografía y se calcula que ese país cuenta con más de 25 millones de personas que poseen acuarios. Se estima además, que el número de peces de acuario vendidos anualmente tiene un promedio superior a los 350 millones de dólares (Fuentes y Piña, 1997). En Inglaterra esta actividad ocupa el tercer lugar después de los perros y los gatos. En Francia a pesar de la demanda de peces de ornato que existe a nivel

nacional, no existe producción y los organismos se importan de países como India y Guyana Francesa. Algunos datos estiman que del 4 al 20% de hogares belgas, italianos, alemanes y holandeses han practicado el acuarismo. También es un pasatiempo importante en Japón, China, Australia y México (Sánchez *et al.*, 1994; Arcos, 2000).

Entre 1976 a 1996 se consideró que el crecimiento de esta actividad en países en desarrollo y desarrollados tuvo un crecimiento anual del 14%, lo cual la ubicó como una actividad altamente dinámica (Arcos, 2000).

Países como Indonesia, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán y Tailandia proveen al mercado internacional de especies exóticas entre las que destacan las de origen mexicano: Guppys (*P. reticulata*), Mollys (*P. velifera* y *P. sphenops*) y Espadas (*Xiphophorus helleri*) (Espinosa, 1993). De acuerdo con Bezard y Maigret (1990) hay una fuerte demanda de peces tropicales para acuarios domésticos con un mercado a nivel mundial estimado en 200 millones de dólares/año. Estos autores mencionan que en los Estados Unidos la producción de peces ornamentales se concentra en el estado de Florida donde existen 223 granjas que producen 100 especies diferentes. La demanda de especies de agua dulce es cubierta localmente al 65%, pero el 85% de las especies marinas son importadas.

En el Continente Americano, los principales países exportadores de peces de ornato son Brasil y Colombia, los cuales obtienen su producción principalmente por captura y abastecen a los mayores mercados del mundo: Europa y Estados Unidos. En este último algunas especies como la carpa dorada o japonés (*Carassius auratus*) alcanza precios de 3 dólares/pez.

Sin embargo, a pesar de que la producción de peces a través de técnicas de acuicultura otorga al acuarista peces sanos y adaptables al cautiverio, sin deterioro de las poblaciones naturales; la captura de especies ornamentales, principalmente del medio marino, se sigue dando debido a la dificultad en el cultivo de estas especies. A este respecto Pickering (1993) mencionó que los peces que se utilizaban para este fin, procedían de la captura silvestre y que el proceso de adaptación al cautiverio les provocaba estrés lo que los hacía susceptibles a enfermedades infecciosas virales o bacterianas y en muchos casos les ocasionaba la muerte, además la extracción de los peces del medio natural disminuía la biomasa desequilibrando el ecosistema.

Respecto a datos de producción de peces de ornato en México son difíciles de estimar ya que no existe un buen control en esta actividad. Sin embargo las granjas de peces de ornato se han desarrollado principalmente en los estados de: Hidalgo, Morelos, México, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Jalisco y Yucatán, y aunque la demanda de peces de ornato es alta, la producción total del país no alcanza a cubrir los requerimientos del mercado nacional (Sánchez, *et.al.*, 1994). Debido a ello se importan peces de ornato de África, Malasia, Colombia y Brasil (com. pers. Sánchez, 2001).

Las unidades de producción en México son diversas y están en función de: 1) Recursos naturales como la fuente y calidad del agua, 2) Recursos financieros que delimitan la inversión y operación, 3) Tecnología disponible para el cultivo de cada especie, y 4) El mercado que a través de oferta y demanda hace fluctuar el precio de los peces incidiendo en la relación Beneficio/Costo. Es por ello que la producción de estos organismos, la realizan principalmente personas con disponibilidad de estos recursos,



aunque en comunidades rurales este tipo de tecnología pueda ser transferida a productores utilizando la gestión de recursos económicos.

La pertinencia del presente trabajo no puede ser mayor, ni estar más al centro del debate actual. Durante la administración federal del periodo 2001-2006, dentro de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable se crean el SNITT (Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología) y el SINACATRI (Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Integral), desarrollados para coordinar y concertar las acciones de instituciones públicas y los organismos sociales y privados que promuevan y realicen actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico y validación y transferencia de conocimientos en la rama agropecuaria, tendientes a la identificación y atención tanto de los grandes problemas nacionales en la materia como de las necesidades inmediatas de los productores y demás agentes de la sociedad rural en el caso del SNITT y el como ser una instancia de articulación, aprovechamiento y vinculación de las capacidades que en esta materia poseen las dependencias y entidades del sector público y los sectores social y privado en el SINACATRI. Sin embargo, el SNITT presenta el único artículo sobre tecnología en acuacultura, mismo que es una publicación del INIFAP, planteada como alternativa para la producción en ranchos ganaderos, relacionado con la cría de mojarra.

En esta investigación la Teoría General de Sistemas representó el enfoque metodológico para la generación de un modelo de transferencia de tecnología de producción de peces de ornato como parte de la estructura del agroecosistema tropical en los municipios de Angel R. Cabada y San Andrés Tuxtla en el Estado de Veracruz.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Teoría General de Sistemas

Churchman (1973) definió el término “sistema” como un conjunto de partes coordinadas para lograr un conjunto de metas. El mismo autor mencionó cinco consideraciones básicas que el investigador debe manejar cuando razone acerca del significado de un sistema: a) los objetivos del sistema, b) el medio ambiente del sistema, c) los recursos del sistema, d) los componentes del sistema y e) la administración o manejo del sistema.

En concordancia Becht (1974) definió al sistema como un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo, lo que determina la importancia de estudiar los sistemas desde los elementos y procesos que los forman. La forma en que interactúan estos componentes físicos le da características propias a cada sistema, lo que es necesario conocer para generar modelos que orienten su desarrollo en forma equilibrada.

De acuerdo con Dillon (1975), Gerez y Grijalva (1976), la investigación de sistemas sigue una secuencia de fase en el tiempo y pasos metodológicos que toman la forma de una matriz en la cual cada elemento representa una actividad que termina en la síntesis del sistema.

Estructuralmente, un sistema agropecuario es un diseño físico de cultivos y manejo animal en el espacio y/o a través del tiempo. Funcionalmente, es una entidad que procesa ingresos, tales como radiación solar, agua, nutrimentos, trabajo y capital y

produce egresos, tales como alimento, leña, fibra y algunos otros satisfactores sociales (Spedding, 1975 y Hart, 1980).

Hart (1980) definió al sistema como un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, una entidad o un todo. En 1985, el mismo autor presentó el mismo concepto pero resaltando como un aspecto importante la interacción de sus elementos. De acuerdo con el esquema propuesto por (Saravia, 1985), donde se muestra la importancia de la Jerarquización de los Sistemas para su estudio, se enmarcan además los límites físicos abarcando verticalmente hasta el nivel de comunidad y horizontalmente, aspectos físicos, biológicos, y económicos.

Según Saravia (1985, *op.cit.*) la investigación de sistemas sigue una secuencia de fases en el tiempo y un proceso metodológico, en el cual cada elemento representa una actividad que culmina en la síntesis del sistema, en una representación del proceso de investigación de sistemas, cuyas etapas son las siguientes:

- a) Especificación del problema.- El cual consiste en definir el, o los objetivos de la investigación de un sistema dado. Estos objetivos pueden ser de carácter económico, como maximizar la producción y minimizar costos, distribución equitativa del ingreso, a fin de elevar las condiciones de vida y maximizar beneficios de educación o salud.
- b) Jerarquización de los sistemas.- Esta es una de las etapas más importantes de los sistemas debido a que cada una de ellas ocupa un nivel determinado en una organización jerárquica y por lo tanto puede constituir parte de un sistema mayor y a la vez, subordinar sistemas jerárquicamente inferiores, es decir, cada uno de los

sistemas ocupa un nivel determinado en una organización jerárquica.

- c) Límites o fronteras de los sistemas.- Define qué cosas dejar fuera del sistema para que el sistema mantenga dimensiones que permitan su estudio. El trazado de los límites de los sistemas persiguen fines similares a los de la jerarquización.
- d) Medición del sistema.- Esta etapa tiene como fin analizar las partes constituyentes del sistema, una vez definidas la jerarquía y las fronteras.
- e) Modelación de sistemas.- Los modelos representan las características más importantes de la realidad y, de una forma gráfica muestran su funcionamiento.

De acuerdo con investigaciones recientes, la ciencia actual intenta conocer las partes de un fenómeno a través del conocimiento de todo lo que lo rodea, lo que no significa intentar desarrollar una teoría general, sino que “entre lo específico que carece de significado y lo general que no tiene contenido, debe existir para cada propósito y en cada nivel de abstracción un grado óptimo de generalidad”, lo que permitirá observar dicho fenómeno desde un punto de vista específico sin dejar de ver lo que lo rodea y seguramente lo determina (Saravia, 1985).

El enfoque de sistemas es la filosofía del manejo del sistema. Los “problemas de sistemas” requieren “soluciones de sistemas”, lo cual significa que debemos dirigirnos a resolver los problemas del sistema mayor, con soluciones que satisfagan no sólo los objetivos de los subsistemas, sino también la sobrevivencia del sistema global (Saravia, 1985, *op.cit.*), entendiendo sistema global como un “ente vivo”. La teoría general de sistemas intenta comprender la relación entre la matemática pura y las ciencias empíricas, es decir, entre la descripción puramente cuantitativa y la puramente cualitativa de un fenómeno, como una forma de encontrar su propia estructura.

En este sentido, García (1989) describió al sistema como un todo organizado, que tiene propiedades diferentes a las de sus componentes, de modo que el sistema no puede reducirse a sus componentes individuales, ni predecirse con base en éstos. El mismo autor menciona que los sistemas tienen en común: estructura, comportamiento, niveles de organización, orden jerárquico, balance y mecanismos de regulación.

De acuerdo con Van Gigch (1995) el enfoque de sistemas es la teoría general de sistemas aplicada, es decir, proporciona los fundamentos teóricos.

En concordancia Hernández (1998), menciona que la teoría general de sistemas concibe al ambiente como un sistema abierto, compuesto de subsistemas que configuran una realidad dinámica de complejas relaciones naturales, ecológicas, sociales, culturales y económicas.

Al analizar cualquier fenómeno como un sistema, el objetivo principal es entender la relación entre su estructura y su función por lo que cada uno de sus elementos deben estudiarse de manera individual en relación a un todo.

#### 2.1.1. Agroecosistemas

Hart (1980) definió al agroecosistema como el ecosistema natural modificado con el objeto de obtener satisfactores para el consumo humano, como alimento y fibras, donde el equilibrio y la elasticidad originales se alteran y son reemplazados por una combinación de factores ecológicos y socioeconómicos.

Conway (1985) definió el agroecosistema como un complejo sistema agro-socio-económico-ecológico, y los ecosistemas naturales como la base de todos los sistemas agrícolas y pecuarios, que son modificados por los seres humanos y sus procesos

agropecuarios, los cuales se pueden extender hasta el aspecto tecnológico, político y cultural del mismo.

De acuerdo con McLarenney (1986), la actividad acuícola interviene como tal en aspectos, sociales, culturales y ecológicos del entorno. En el esquema siguiente se observan tales interacciones:

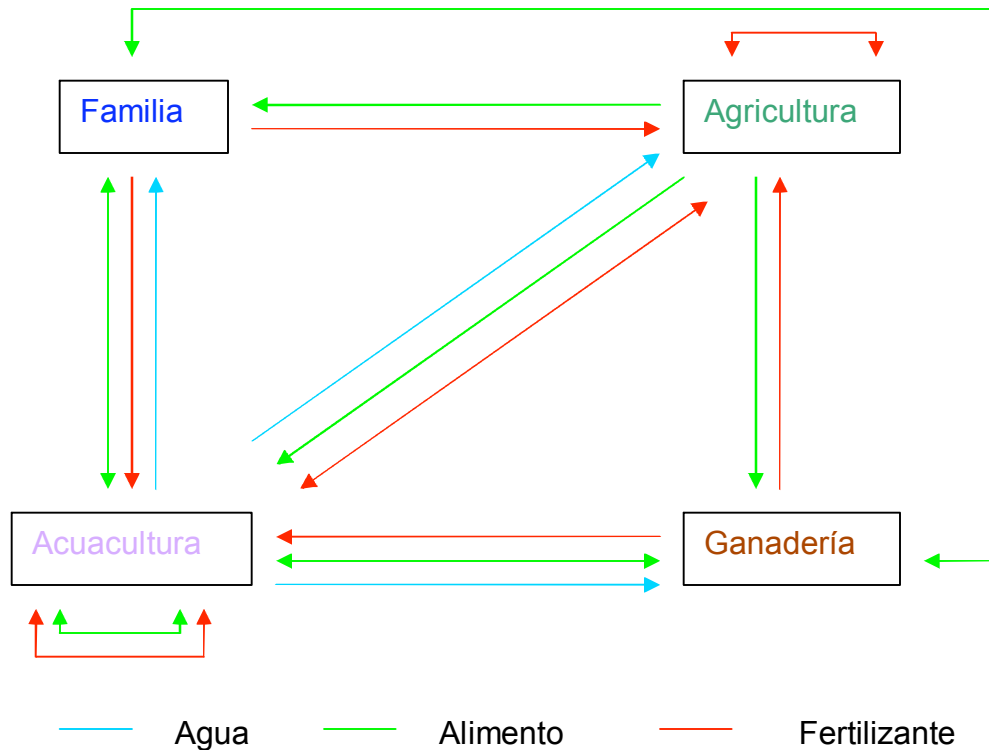


Figura 1. Enlaces potenciales entre cuatro componentes principales de una granja diversificada con acuicultura-agricultura.

Con relación a la figura anterior, es decir, a la acuicultura en el agroecosistema tropical, en un estudio de las características de un sistema de producción de peces de ornato en zonas bajas tropicales en el estado de Veracruz, se obtuvo que el sistema es factible de implementar en el 55.9% del Estado por la cantidad de cuerpos de agua disponible, y las características climáticas (Devezé, 1997).

Actualmente las investigaciones enfocadas hacia los estudios ambientales, están tomando en cuenta a la acuicultura como parte del ecosistema. A este respecto Beveridge *et al.* (1997), mencionan que los problemas medioambientales se han incrementado aparentemente por las altas demandas de bienes y servicios de impactos negativos en el ambiente y que mientras los conceptos sustentables son pobremente definidos para la acuicultura, la sustentabilidad incorpora asuntos sociales, técnicos, financieros y ecológicos y que las interacciones entre la acuicultura y su medio ambiente ecológico están incrementado su importancia y la extensión del problema es tal que no puede ser ignorado.

Por otra parte, Marten (1988) se enfocó hacia el aspecto básico del agroecosistema definiéndolo como un complejo de aire, agua, suelo, plantas, animales, microorganismos y todos los elementos en un área modificada y dirigida por el ser humano. Las dimensiones de éste pueden ser de un tamaño específico, es decir, un campo cultivado, una granja o puede ser un paisaje agrícola o una región. Las fronteras de un agroecosistema aún cuando son arbitrarias, están delimitadas conforme a la interacción de elementos que en su conjunto, propician que el sistema funcione. Así los límites del agroecosistema estarán determinados por los elementos que lo componen y por las actividades que en él se realicen.

El mismo autor propone una forma de analizarlos, sin que se pierda la relación entre ellos como un todo, por lo que es necesario simplificarlo en propiedades, las cuales son:

- a) *Productividad.* Es la cantidad de alimento, fibra o combustible que un agroecosistema produce para el ser humano.

- b) *Estabilidad*. Consistencia o continuidad de la producción ante las fluctuaciones del ambiente.
- c) *Sustentabilidad*. Mantenimiento a un nivel específico de la producción a largo plazo.
- d) *Equidad*. Distribución equitativa de la productividad del agroecosistema entre los beneficiarios humanos.
- e) *Autonomía*. Autosuficiencia del agroecosistema.

Alcorn (1989) definió al agroecosistema como un complejo de campos cultivados, barbechos, sabanas, huertas, huertos domésticos, selvas, ríos y bancos de ríos, los cuales son una gama de zonas abiertas a la explotación de los recursos que produce y sostiene esa producción. En esta definición se menciona de manera implícita algunas de las propiedades de los agroecosistemas, como son productividad y sustentabilidad, lo cual no se debe perder de vista cuando se trata de investigación en sistemas.

En cambio Altieri (1995) los definió como el conjunto de campos agrícolas y de barbecho, solares complejos y parcelas agrosilvícolas que comúnmente contienen más de 100 especies de plantas por predio, las cuales se utilizan para materiales de construcción, leña, herramientas, medicinas, alimento de ganado y alimento humano.

A este respecto Stewart (1995), presenta parámetros que en conjunción determinarán la tendencia en el manejo sustentable de los recursos (Cuadro 1).



Cuadro 1. Indicadores potenciales de sustentabilidad en el desarrollo de la acuicultura.

SISTEMA	INDICADOR	EJEMPLOS	DIRECCIÓN DE CAMBIO PARA LA SUSTENTABILIDAD
Económico	Financiero Económico	Rentabilidad -Empleo. -Exportaciones directas e indirectas. -Valor de los recursos	Aumentar Aumentar
Medioambiental	Impactos conocidos	Calidad del agua (nutrientes, oxígeno). Cambio en el uso de la tierra, pérdida o cambio de hábitat y biodiversidad.	Reducir/ minimizar impacto.  Mejorar la calidad y diversidad.
	Impactos inciertos	Uso de químicos y drogas con potencial de bioacumulación/ resistencia. Potencial de implicaciones en ecosistemas y salud humana. Introducción de especies, variantes genéticas y enfermedades.	Reducción en uso.  Reducción en introducciones y movimientos.
	Uso de recursos	No renovables  Renovables	Incrementar eficiencia. Reducir dependencia. Incrementar eficiencia. Reducir importación de recursos.
Social	Bienestar	Nutricional/ ingresos benéficos.	Incrementar integración.
		Estabilidad de la comunidad a través de la viabilidad de escuelas, tiendas; economía rural en general. Salud y seguridad en el trabajo.	Disminuir el costo del pez/ acceso a ellos Incrementar diversidad de actividades.
	Equidad	Cambio en la distribución de la riqueza y acceso al control de los recursos.	Disminuir el uso de químicos y drogas. Incrementar productos seguros y de calidad. Disminuir las brechas equitativas; actividades de subsistencia valuadas en gravámenes económicos.
	Derechos	Nivel de participación en la toma de decisiones.	Incrementar la participación, particularmente local en el desarrollo y manejo de los recursos.

Como puede observarse en las definiciones anteriores, los autores pueden tener coincidencias o diferencias en cuanto a los límites y jerarquías del agroecosistema, sin embargo todos coinciden en el aspecto humano del mismo, es decir, los agroecosistemas son sistemas que siempre se investigan para el beneficio del hombre y con la participación imprescindible de él.

## 2.2. Transferencia de tecnología

Es importante la definición del concepto de tecnología antes de observar el de transferencia de tecnología, debido a ello, dichos conceptos se plantean a continuación.

La tecnología fue definida por Pytlik *et al.* (1978), como un proceso universal, que comprende la aplicación sistemática del conocimiento organizado (síntesis) y de los objetos tangibles (herramientas y materiales) a la extensión de las facultades humanas, que son restringidas como resultado de un proceso evolutivo.

A través del tiempo, el concepto ha evolucionado de tal manera que Bunge (1981) lo definió como el enfoque científico de los problemas prácticos. El mismo autor sugiere que la ciencia y la tecnología constituyen un ciclo de sistemas interactuantes que se alimentan el uno al otro, así pues, la ciencia se vuelve tecnología. De ésta manera, la tecnología está ligada a la ciencia a través de la técnica (Figura 2). A lo cual se puede agregar que desde el punto de vista de la transferencia tecnológica, la ciencia y la tecnología están en diferentes niveles jerárquicos, es decir, definitivamente se conectan a través de la técnica, pero la ciencia es la base de la tecnología y aunque tienen un carácter sinérgico, no están en el mismo nivel.

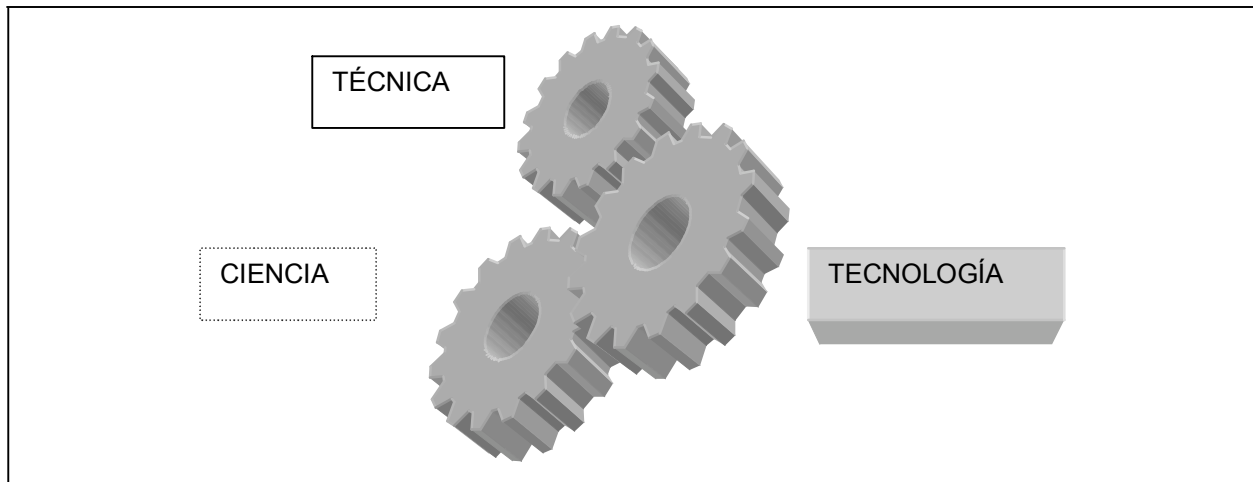


Figura 2. La técnica como liga ciencia-tecnología.

Por su parte el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1983) considera a la tecnología agrícola como la combinación de todas las prácticas de manejo necesarias para producir cultivos o mezclas de cultivos o para almacenar los productos agrícolas provenientes de estos.

Para Kedrov y Spirkin (1987) la tecnología es la realidad de la ciencia. De tal manera que la propia tecnología funciona como el medio por el cual el hombre controla o modifica su ambiente natural. FAO (1987) describió la tecnología como la traducción de leyes científicas, en máquinas, herramientas, instrumentos, innovaciones, procedimientos y técnicas, para lograr fines tangibles, cubrir necesidades concretas o manipular el medio ambiente a efectos prácticos.

Con respecto a la transferencia tecnológica Pytlik *et al.* (1978) la definieron como la transmisión de la tecnología, que implica siempre la introducción de una nueva técnica a un área, lugar, posición y proceso donde generalmente no estaba siendo aplicada, o podría ser la reintroducción de una antigua tecnología que, en circunstancias actuales generará mejores resultados. Dichos autores indicaron que no necesariamente se

transfieren tecnologías nuevas a los productores, sino también tecnologías ya utilizadas y que han sido mejoradas, con el propósito de lograr una mejor producción y productividad.

El concepto de transferencia de tecnología ha sufrido un proceso de evolución. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1987) la consideró como un proceso que incluye la enseñanza de técnicas agrícolas perfeccionadas y su utilización por los agricultores; sin embargo, este proceso se contempla sólo a partir del interés de quién genera esta tecnología, por lo que se está considerando a los productores como objetos de la transferencia y no los sujetos a quienes se les va a comunicar nuevas técnicas (García, 1998).

De acuerdo al Instituto de Desarrollo Agropecuario de Chile (INDAP), la transferencia debe ser concebida como un proceso educativo-técnico y social, que busca motivar cambios graduales y acumulativos en las capacidades, habilidades y conocimiento de los pequeños productores, en los ámbitos del proceso productivo.

Por otro lado Martínez (1993), cuando habla del proceso generación-validación-demonstración-adopción, considera que la transferencia podría considerarse, dependiendo del enfoque utilizado, como un grupo de acciones dirigidas a convencer al productor de las bondades que aporta su adopción. De ésta manera la definición va encaminada a considerar el papel del productor como sujeto-adulto importante en la toma de decisiones dentro del proceso de producción.

Soruco (1995) consideró la transferencia como la fase de traspaso de la tecnología y servicios de apoyo a los agricultores mediante la planeación de la comunicación para lograr el aprendizaje, contribuyendo a la aplicación y adopción de la tecnología, por lo

cual se le otorga un enfoque más amplio que el de la extensión, siendo su principal objetivo promover cambios de comportamiento en los productores (García, 1998).

Dentro del ambiente pecuario nacional, el INIFAP (1992) la definió como el proceso de llevar tecnología mejorada de centros de investigación a ranchos, para que éstos a su vez la lleven a otros ranchos que necesiten ayuda técnica.

Por otra parte, dentro del proceso de transferencia de tecnología se encuentra la adopción, la cual por sí misma es también un fenómeno complejo de gran importancia para el desarrollo de los agroecosistemas, ya que a partir de que un productor adopte una nueva técnica o conocimiento, se va a lograr un efecto en todo el sistema. De ésta manera la adopción no significa simplemente la utilización eventual de la tecnología sino que ésta deberá formar parte del bagaje tecnológico del productor, es decir, su apropiación, al utilizarlas de manera cotidiana (García, 1998).

De esta manera, Mendoza (1987) y Avila *et al.* (1987) citados por Rodríguez (1990) coincidieron en que la adopción de una tecnología es la incorporación sistemática de innovaciones técnicas que hace el productor a un proceso productivo, porque percibe en ellas una recompensa o beneficio inmediato. Este proceso se inicia con el conocimiento de la innovación y termina con la adecuación y uso de la misma, pasando por las etapas intermedias de evaluación y prueba. Sin embargo, estaremos hablando de la adopción cuando los productores se hayan apropiado definitivamente de la tecnología en cuestión.

Chambers (1992) y Pretty (1993) mencionaron que a pesar de que la tecnología es generada para incrementar la productividad, no ha tenido el éxito esperado en comunidades rurales, ya que la gran mayoría de los programas de transferencia han

sido realizados para productores con disponibilidad de recursos. Sin embargo este no es el caso de las comunidades objeto de estudio, ya que se trata de productores de escasos recursos económicos.

### 2.2.1. Estrategias en la transferencia de tecnología

Norman y Gilbert (1981), propusieron para Investigación en Sistemas de Cultivo, el siguiente esquema (Figura 3):

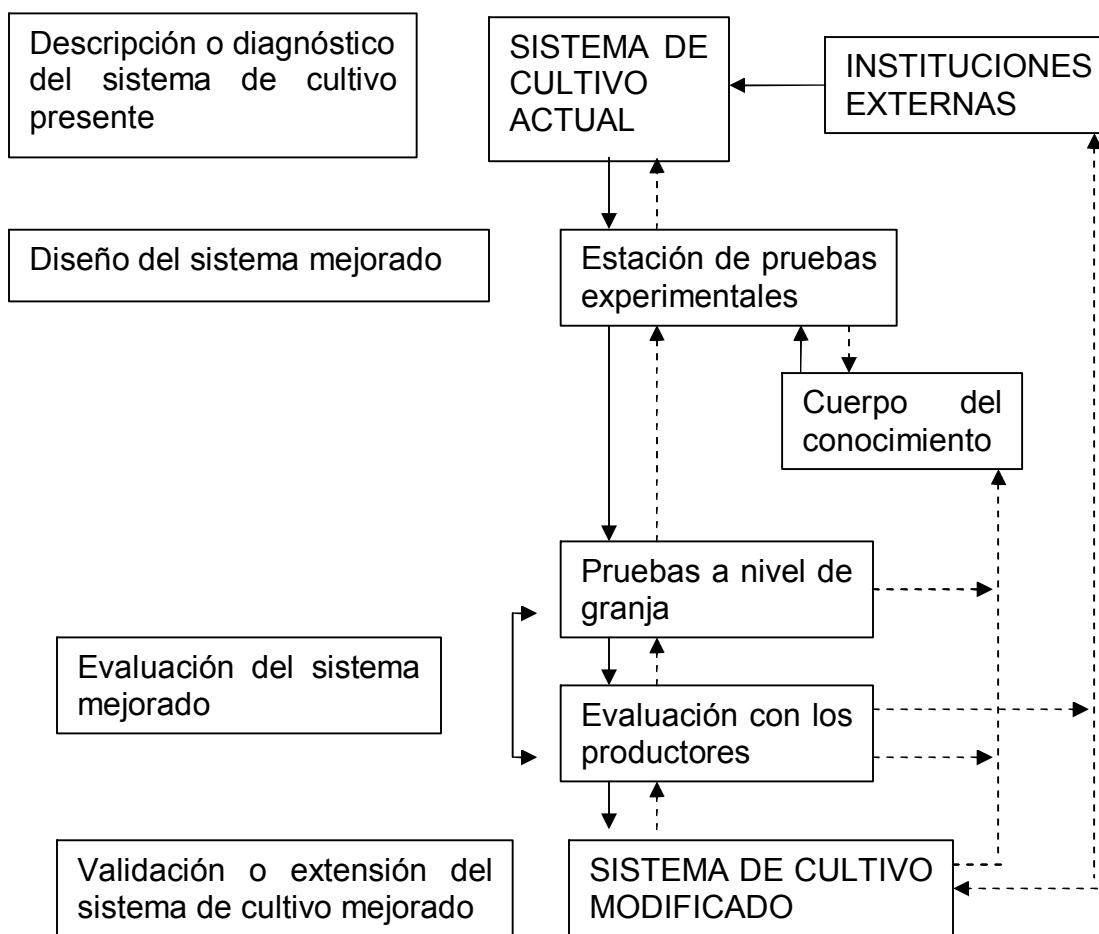


Figura 3. Etapas de la Investigación en Sistemas de Cultivo.

Con respecto a la estrategia para la transferencia de tecnología, Rojas (2000) mencionó que ésta es un plan, una especie de curso de acción conscientemente determinado, una guía (o una serie de guías) para abordar una situación específica. De acuerdo con esta definición, las estrategias tienen dos características esenciales: se elaboran antes de las acciones en las que se aplicarán y se desarrollan de manera consciente y con un propósito determinado. Una estrategia también puede ser una pauta de acción o una “maniobra”. La estrategia es un modelo, específicamente, un patrón en un flujo de acciones (Mintzberg y Quinn, 1988).

Las definiciones de estrategia como plan o como patrón pueden ser independientes una de la otra, los planes pueden pasar desapercibidos, mientras que los patrones pueden dar la impresión de surgir sin advertirlo. La primera definición se refiere a una estrategia intencional y la segunda a una elaborada, sin embargo también existen las estrategias deliberadas, donde las intenciones que existieron antes fueron conscientemente asumidas a partir de las estrategias emergentes, las que en ausencia de la intencionalidad, o a pesar de ella, se desarrollaron los patrones. De acuerdo con Mintzberg y Quinn (1988) diversos tipos de estrategias desde las deliberadas hasta las emergentes se enlistan a continuación:

- a) La estrategia planeada. Las intenciones precisas son formuladas y articuladas por un liderazgo central y se les da apoyo mediante controles formales para asegurar su implantación, en un entorno que sea benigno, controlable o predecible; estas estrategias son deliberadas.
- b) La estrategia empresarial. Las intenciones existen como una visión personal y desarticulada de un solo líder y son adaptables a las nuevas oportunidades; la

organización esta bajo el control personal del líder y se ubica en un nicho protegido por su entorno; estas estrategias son relativamente deliberadas, aunque también pueden surgir de manera espontánea.

- c) La estrategia ideológica. Las intenciones se dan o aparecen formando la visión colectiva de todos y cada uno de los miembros de la organización, se controlan a través de rígidas normas que todos acatan; por lo general la organización es proactiva frente a su entorno. Estas estrategias son deliberadas.
- d) La estrategia sombrilla. Un liderazgo en control parcial de las acciones de la organización es quien define los objetivos estratégicos o límites dentro de los cuales deberán actuar los demás; como resultado, las estrategias son parcialmente deliberadas (los límites) y parcialmente emergentes (los patrones dentro de ellas). Esta estrategia también puede considerarse deliberadamente emergente debido a que el liderazgo permite a otros, de modo intencional, la flexibilidad para maniobrar y desarrollar patrones dentro de los parámetros establecidos.
- e) La estrategia desarticulada. Los miembros o subunidades no mantienen una cohesión real con el resto de la organización y generan patrones a partir de sus propias acciones en ausencia de, o en franca contradicción con las intenciones centrales o comunes de la organización en general. Las estrategias pueden ser en este momento deliberadas para aquellos que las hacen.
- f) La estrategia de consejo. A través de ajustes mutuos, varios miembros convergen en patrones que penetran la organización en ausencia de intenciones centrales o comunes. Tales estrategias son en gran parte de naturaleza emergente o de surgimiento.



g) La estrategia impuesta. El entorno externo dicta los patrones de acción mediante imposiciones directas, o bien, por otro lado, a través de decisiones o disposiciones organizacionales implícitamente llevadas a cabo. Estas estrategias son emergentes aún cuando puedan ser interiorizadas, y por ende tomarse en forma deliberada.

La estrategia es una posición, en particular, un medio para ubicar una organización en lo que los teóricos de la organización suelen llamar un “medio ambiente”. De acuerdo a esta definición, la estrategia viene a ser la fuerza mediadora, o “acoplamiento” (Mintzberg y Quinn, 1988), entre organización y medio ambiente, o sea, entre el contexto interno y el externo.

La estrategia es una perspectiva, su contenido implica no solo la selección de una posición, sino una manera particular de percibir el mundo.

Por medio de este punto de vista el modelo de transferencia de tecnología en peces de ornato se plantea desde la estrategia satélite o periférica. Esta estrategia trae como resultado el desarrollo de más de un productor, lo hace de forma simultánea: introduce en primera instancia una sola especie de pez, por lo que es más fácil de adoptar, después podrán desarrollar más especies de peces.

Al ser una sola especie a mediana escala productiva, el productor puede disponer de tiempo para atender la unidad de producción.

Al ser una sola especie inicial, la inversión puede ser baja. A través de esta primera experiencia el productor aprende el cultivo y decide su ampliación o eliminación. La granja núcleo se beneficia al tener proveedores y los proveedores aseguran el mercado.

### 2.2.2. El concepto de modelo en la transferencia de tecnología

Los modelos representan las características más importantes de la realidad y son complementarios de la investigación del sistema real (Saravia, 1985, op.cit.). De acuerdo al grado de abstracción del sistema real se clasifican en dos grupos principales: modelos materiales y modelos formales o simbólicos.

Los modelos materiales son transformaciones del sistema real, físico, en otros sistemas físicos más sencillos que el original y que conservan las características esenciales de este último. A su vez los modelos materiales pueden ser icónicos y analógicos. Son modelos icónicos aquellos que representan físicamente al sistema real con sólo una transformación de escala. Los modelos analógicos son también representaciones físicas del sistema original aunque el modelo no tiene una similitud física con aquel.

Los modelos formales o simbólicos, por su parte, son representaciones del sistema real a través del empleo de símbolos. Tales símbolos pueden ser palabras pero más frecuentemente representan cantidades, es decir, modelos matemáticos cuantitativos.

Un segundo nivel, los modelos materiales y formales o simbólicos se clasifican de acuerdo a su dependencia y no dependencia del tiempo (dinámicos o estáticos) y si incorporan o no elementos probabilísticos (probabilísticos o determinísticos).

Los modelos estáticos determinísticos son aquellos de los que se supone una certeza absoluta de la información disponible. Para los modelos formales llamados dinámicos o determinísticos se emplean modelos de programación dinámica que puede incluir una serie de programas lineales o una serie de funciones de respuestas optimizadas.

Los modelos formales estáticos probabilísticos surgieron como respuesta a la creciente importancia de la necesidad de incorporar el riesgo en la producción a los modelos que intentan representarla.

Los modelos formales dinámicos probabilísticos son los que posiblemente mejor se ajustan a las exigencias de procesos que incluyen el tiempo, es decir, son dinámicos y en su mayor parte elementos probabilísticos o estocásticos. Sin embargo, son los que involucran las mayores dificultades, algunos de los cuales, como los modelos de programación estocásticos multiperiodicos, se encuentran en el límite de la computabilidad posible.

La aplicación de los modelos descritos está en función de los objetivos definidos al especificar el problema que se busca resolver a través del enfoque de sistemas. Sin embargo, es conveniente establecer, de acuerdo con Wright (1974), una distinción básica entre las aplicaciones descriptivas y las normativas. Cuando un modelo persigue una aplicación descriptiva, actúa como una armazón que permite identificar las partes constitutivas del sistema y sus relaciones, sus límites y las jerarquías de los subsistemas que lo componen y, a su vez, las partes y las relaciones dentro de cada subsistema. En consecuencia, las aplicaciones tienen como objetivo lograr una mejor comprensión del sistema, es decir, están más orientadas al análisis de un sistema existente que en la síntesis de dicho sistema o en la de uno nuevo.

Las aplicaciones normativas tienen que ver con la solución de problemas. Es decir, la obtención de alternativas para la toma de decisiones o para el desarrollo de un sistema mejorado o un nuevo sistema, lo que implica un proceso de síntesis. En consecuencia,

los modelos de tipo normativo necesitan de un mecanismo que permita la toma de decisiones.

Anderson (1974) supuso que la selección de modelos con fines normativos estará determinada en primer lugar, por los objetivos perseguidos y, en segundo lugar, por las características de los procesos de estudio. Por lo que estos procesos son:

- a) Estáticos determinísticos. Se seleccionan funciones de respuesta para un solo producto y programación lineal para productos múltiples.
- b) Dinámicos determinísticos. Se elige programación lineal multiperiodica.
- c) Estáticos probabilísticos o estocásticos. La selección recae en la programación estocástica.
- d) Dinámicos probabilísticos o estocásticos. Se selecciona la simulación.

Los modelos estáticos determinísticos y los dinámicos probabilísticos o estocásticos son los más utilizados en la investigación de sistemas.

El término simulación significa duplicar la esencia de un sistema o una actividad sin llegar a la realidad misma (Saravia, 1985). Por otra parte, Wright (1974) definió a la simulación como una técnica que implica la preparación de un modelo de una situación real (sistema), y después la realización de experimentos sobre el modelo. Se considera entonces, que el proceso de modelar supone dos acciones: la construcción del modelo y luego la experimentación con éste último.

La etapa final del proceso de modelado está constituida por la experimentación del modelo, es decir, con los resultados de la simulación del sistema. Esta etapa persigue lo siguiente:

- a) Eliminar errores del modelo originados en desajustes en la programación, en componentes incorrectamente estimados o excluidos del modelo. Este tipo de análisis es considerado por Penning de Vries (1977) como de *evaluación* del modelo.
- b) Comparar el modelo con el sistema real. Si la comparación tiene como fin definir la utilidad y relevancia del modelo se le denomina *validación* del modelo, mientras que cuando lo que se persigue es establecer si el modelo es la representación verdadera del sistema real, se emplea el término *verificación*.

Por otro lado, existen además los modelos de optimización, los cuales son adecuados para representar situaciones en que recursos escasos deben ser asignados en la forma más eficientemente posible a actividades de producción competitivas o excluyentes dentro de un sistema, cuyo objetivo es, generalmente, la maximización de los beneficios o la minimización de los costos. El número de técnicas de optimización es considerable y según Arnold y Bennett (1975), va en aumento. Los mismos autores distinguen trece técnicas de optimización: desde el análisis costo/beneficio y los métodos de programación matemática que incluyen la programación lineal, hasta técnicas de simulación/optimización.

Odum (1972) definió el modelo como una formulación que imita un fenómeno del mundo real y por medio del cual podemos efectuar predicciones. En su forma más sencilla, los modelos pueden ser verbales o gráficos (libres). En último término, sin embargo, si las predicciones cuantitativas han de ser razonablemente buenas, los modelos han de ser estadísticos y matemáticos (formales). Las operaciones de los modelos con computadoras permiten predecir resultados probables a medida que se

cambian parámetros en el modelo, se añaden nuevos o se quitan los anteriores. En otros términos: la formulación matemática puede a menudo “sintonizarse” mediante operaciones de computadora, de modo que resulte mejorada la “adaptación” al fenómeno del mundo real. Y ante todo, los modelos son extraordinariamente útiles como resúmenes de lo que comprendemos acerca del modelado de la situación y sirven, por consiguiente, para delimitar aspectos que necesitan nuevos o mejores datos o principios nuevos.

Contrariamente a lo que suponen muchos escépticos (Odum, 1972) cuando se trata de modelar una naturaleza complicada, la información acerca de sólo un número relativamente pequeño de variables constituye a menudo una base suficiente para modelos eficaces, porque es el caso de los factores clave los factores integrantes dominan o controlan con frecuencia un porcentaje importante de la actividad.

De acuerdo con Guillaumín (1985), toda concepción del desarrollo social constituye un intento por elaborar un modelo de la realidad colectiva del hombre, pudiendo ser de carácter explicativo o normativo según el objetivo que domine la relación entre el modelador y lo modelado.

Como modelo explicativo, la concepción del desarrollo es una construcción teórica que intenta interpretar la realidad en una perspectiva dinámica que conduce a la sociedad irreversiblemente a estadios de organización más complejos para la satisfacción de sus necesidades materiales y no materiales.

Así mismo, el desarrollo visto como modelo normativo puede definirse como el conjunto de formulaciones políticas que se elaboran para proponer grandes objetivos a la sociedad (Martínez, 1993).

De acuerdo con Cuenco (1989), un modelo es una representación, abstracción o analogía trabajada de un sistema que incluye sólo aquellos atributos relevantes de un problema particular, pregunta o uso deseado.

Respecto al análisis de sistemas como modelos, estos son la organización ordenada y lógica de datos e información dentro de modelos, seguidos de una rigurosa evaluación y exploración de aquellos modelos necesarios para su validación y mejora.

Hall y Day (1997) identificaron siete pasos en la aplicación de análisis de sistemas de problemas prácticos:

- a) Reconocimiento,
- b) Definición y límites de la extensión del problema,
- c) Identificación y jerarquización de metas y objetivos,
- d) Generación de soluciones,
- e) Modelado,
- f) Evaluación de cursos potenciales de acción, e
- g) Implementación de los resultados.

Toda investigación involucra modelos (Cacho, 1997), sean formales o informales. Los modelos formales son expresados en términos matemáticos o estadísticos; mientras que los modelos informales pueden ser nada más que una idea abstracta o una descripción verbal de un sistema o fenómeno.

Con respecto a modelos ecológicos, Reta (1999) mencionó que los modelos son usados de varias maneras y una de las más importantes es aquella en la que éstos ayudan a la conceptualización, organización y comunicación de problemas complejos. El mismo autor incluyó el uso del programa ECOPATH II (versión 2.1), el cual es un

sistema que combina un método de Polovina (1984) para estimación de biomasa y consumo de alimento de varios elementos (especies o grupos de especies) en un ecosistema acuático, con un método propuesto por Ulanowicz (1986) para análisis de flujos entre los elementos de un ecosistema.

El propósito de construir un modelo de un sistema ecológico es comprender y predecir el comportamiento del sistema como un todo por la descripción cuantitativa de las interacciones entre las partes del sistema (Shoemaker, 1997).

Sin embargo, el modelo de transferencia de tecnología para producción de peces de ornato, se refiere a un modelo que representa las características más importantes de este sistema de una forma gráfica para la parte productiva y de comercialización del mismo.

### 2.3. Modelos de transferencia de tecnología en México

Los enfoques más consistentes referidos al estudio y diseño de modelos para la transferencia de tecnología utilizan la teoría general de sistemas (Engel y Salomon, 1997; OECD, 1997; Peterson, 1997), tratando de entender la interacción de los diferentes componentes inmersos en el proceso y reconociendo que la relación entre los eslabones no es necesariamente lineal (Aguilar, *et.al.*, 2005).

La atención al mejoramiento de la tecnología agrícola ha sido parte intermitente de la política oficial en México desde principios del siglo XX, sin embargo la investigación destinada a aumentar la producción de alimentos para el consumo nacional empezó a tomar importancia hasta los años treinta, cuando la entonces Secretaría de Agricultura fundó el Departamento de Estaciones Experimentales (Aguilar, *et.al.*, 2005). La década



de los cuarenta marca el inicio de la investigación agropecuaria y forestal sistematizada en México, dándose un avance en la orientación y organización de la investigación, enseñanza y extensión.

En los años setentas con la Revolución Verde a nivel del sector público fue creado un cuerpo de extensionismo cuya función consistía en trasladar las tecnologías disponibles en los centros de investigación hacia los productores, proceso dado en un contexto de participación activa del gobierno a través de la provisión de servicios de crédito, seguro, comercialización de cosechas, abasto de fertilizantes y de la administración de un sistema de precios de garantía para granos básicos, entre otras.

De acuerdo con Aguilar, *et.al.* (2005), los programas con funciones en la innovación y transferencia de tecnología que han existido a nivel nacional, son los siguientes:

#### 2.3.1. Programa de Estímulos Regionales (PER)

Fue uno de los instrumentos institucionales probados en la administración del Presidente Salinas (1988-1994), en el contexto del Programa Nacional de Modernización del Campo, con el propósito de estimular y renovar el interés de los productores por cultivar granos básicos y de exportación en zonas de alto y muy alto potencial productivo insuficientemente desarrollado.

#### 2.3.2. Servicios de Asistencia Técnica Integral (SATI)

Fue instaurado por los Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA) en el año de 1982, con la idea central de brindar servicios de capacitación y asesoría

técnica especializada a todos aquellos productores (individuales u organizados) receptores de crédito proveniente de la banca comercial, descontando con recursos del FIRA (FIRA, 1995).

### 2.3.3. Programa de Atención a Productores de Bajos Ingresos con Características de Sujetos de Crédito Incipientes (PROBISCI)

Fue operado por la Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural (FMDR) entre 1993 y 1998, dándole la oportunidad de reorientar sus funciones, pasando de una estrategia encaminada a lograr el desarrollo rural comunitario, a otra cuyo eje es lograr el desarrollo sustentado en proyectos generadores de riqueza para los pobladores rurales (Muñoz y Santoyo, 1998).

### 2.3.4. Programa Elemental de Asistencia Técnica (PEAT)

El PEAT y el PCE (Programa de Capacitación y Extensión) constituyeron el Sistema Nacional de Capacitación y Extensión Rural Integral (SINDER). Conjuntamente con los de Equipamiento Rural, los Programas Regionales y el de Empleo Temporal en Zonas de Extrema Pobreza, formaron parte de la estrategia de desarrollo rural propuesta por la administración del Presidente Ernesto Zedillo a partir de 1995, puesta en marcha en coordinación con los gobiernos estatales en la Alianza para el Campo (ALCAMPO).

### 2.3.5. Programa de Capacitación y Extensión (PCE)

Al igual que el PEAT, el PCE buscaba crear un sistema de extensión rural menos dependiente del sector gubernamental y más vinculado a organizaciones, figurando en su filosofía la revalorización del sector rural, el desarrollo de las capacidades y potencialidades locales, el establecimiento de un mecanismo de comunicación más interactivo y continuo con las organizaciones de productores, así como una mayor participación de los agentes rurales en la toma de decisiones, planificación y financiamiento de sus procesos de desarrollo.

### 2.3.6. Modelo Productor- Experimentador (P-E)

El diseño del modelo de transferencia de tecnología conocido como Productor-Experimentador (P-E) es el resultado de un largo proceso de investigación-acción desarrollado por personal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ahora INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), iniciado en 1974. Villareal (2001) menciona que los objetivos de este modelo son: que el productor se debe apropiar del método general del tecnólogo como instrumento de trabajo para mejorar sus procesos de producción; que el extensionista debe ser capaz de cuantificar los cambios en la productividad del cultivo o especie animal, debidos a las modificaciones de manejo aplicadas por el productor; y que los aprendizajes obtenidos por los productores, como resultado de la aplicación del método general del tecnólogo, se deben transferir directamente “de productor a productor”, y a nivel comunitario.

### 2.3.7. Sistema Veracruzano de Autogestión Productiva (SIVAP)

Como una respuesta a los cambios emprendidos desde 1989 a nivel nacional encaminados a reestructurar el Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria, en 1993 el Gobierno del Estado de Veracruz, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pecuario (SEDAP) decide probar un nuevo enfoque de transferencia de tecnología agropecuaria, diseñando e implementando para ellos el SIVAP, programa que operó hasta 1998. Este programa consideró la existencia de diferencias históricas, sociológicas y económicas entre los productores de las distintas regiones productivas, diseñando una política encaminada a tratar de lograr un desarrollo social equilibrado y equitativo para todos los tipos de agricultores.

### 2.3.8. Agricultura por Contrato (A-C)

La agricultura por contrato es un acuerdo entre agricultores y firmas procesadoras (agroindustrias) y/o comercializadoras para la producción y abasto de productos agropecuarios con características definidas, frecuentemente a un precio predeterminado, involucrando al comprador en el apoyo al proceso productivo con insumos y/o servicios técnicos.

### 2.3.9. Empresas Productoras y Comercializadoras de Insumos (EPCI)

A partir del inicio de la Revolución Verde, el modelo de desarrollo agrícola del país se ha basado, en gran parte, en un alto uso de insumos de síntesis química (fertilizantes y pesticidas), en las semillas mejoradas y en la intensificación en el uso de maquinaria y

equipo. Dicho modelo ha requerido la participación activa de industrias productoras y distribuidoras de los señalados insumos y equipos, las cuales han proliferado a partir del inicio de la desregulación del Estado Mexicano, acentuada en la década de los noventa.

#### 2.3.10. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología (PITT)

El PITT surge en 1996 en el marco de la ALCAMPO, con el propósito de garantizar la participación de los productores en el proceso de investigación y validación tecnológica, tratando de resolver sus principales problemas.

#### 2.3.11. Programa de Desarrollo de Capacidades (PRODESCA)

A partir del 2001 la SAGARPA ha reestructurado el aparato de extensionismo público, transitando del esquema de “técnico extensionista”, al enfoque de “servicios profesionales para el desarrollo rural”. Bajo esta tónica, en el mismo año se operó el Programa de Extensionismo y Servicios Profesionales (PESPRO), concebido como un instrumento de apoyo a la oferta y demanda de servicios profesionales de calidad para el desarrollo rural, con visión integral de las posibilidades de mejora de unidades y cadenas productivas, organizaciones y empresas rurales. En el 2002 el PESPRO se transforma en PRODESCA.

Las metodologías aplicadas en los modelos para transferencia de tecnología observados involucran parcelas demostrativas, talleres de capacitación, giras de intercambio tecnológico y material de difusión, principalmente. En el país la

investigación y transferencia tecnológica es realizada por universidades, centros de investigación u organismos públicos, privados o del sector social relacionados con el sector agropecuario, pesquero y forestal.

La evolución en la transferencia tecnológica en el país ha ido de un enfoque descendente a uno ascendente, es decir, de la poca participación del productor, a ser éste el objeto principal en el cambio. De acuerdo con la OECD (1997), el entendimiento de los enlaces entre los actores es clave para mejorar el desempeño tecnológico, siendo la innovación el resultado de un complejo conjunto de relaciones entre generadores, distribuidores y usuarios de diferente tipo de conocimientos. Un modelo “sociotécnico” puede explicar el proceso de innovación tecnológica, el cual permite pensar en una interacción continua entre la creación de nueva tecnología y todo aquello que se encuentra en conexión con la investigación científica y con la iniciativa de empresario, artesanos y la sociedad en su conjunto (Aguilar, *et.al.*, 2005). A continuación se esquematiza un sistema sociotécnico de generación de tecnología (Figura 4) de los mismos autores, basado en uno de Cano (2000), en la cual los consumidores, el mercado y la producción forman parte de la tecnología de origen práctica y la investigación forma parte de la tecnología de origen científico.

La tecnología, como puede observarse, comparte orígenes y todos los actores participantes están en relación continua.

En la presente investigación se propuso la utilización de esquemas de transferencia tecnológica, referidos a los procesos de cultivo y de comercialización, en su objetivo parecen similares a la Agricultura por Contrato, sin embargo, sin ser iguales también presenta similitudes con el modelo Productor- Experimentador, en su segunda fase, es

decir en la comercialización, ya que para el proceso de cultivo no se observaron similitudes con alguno de los programas mencionados.

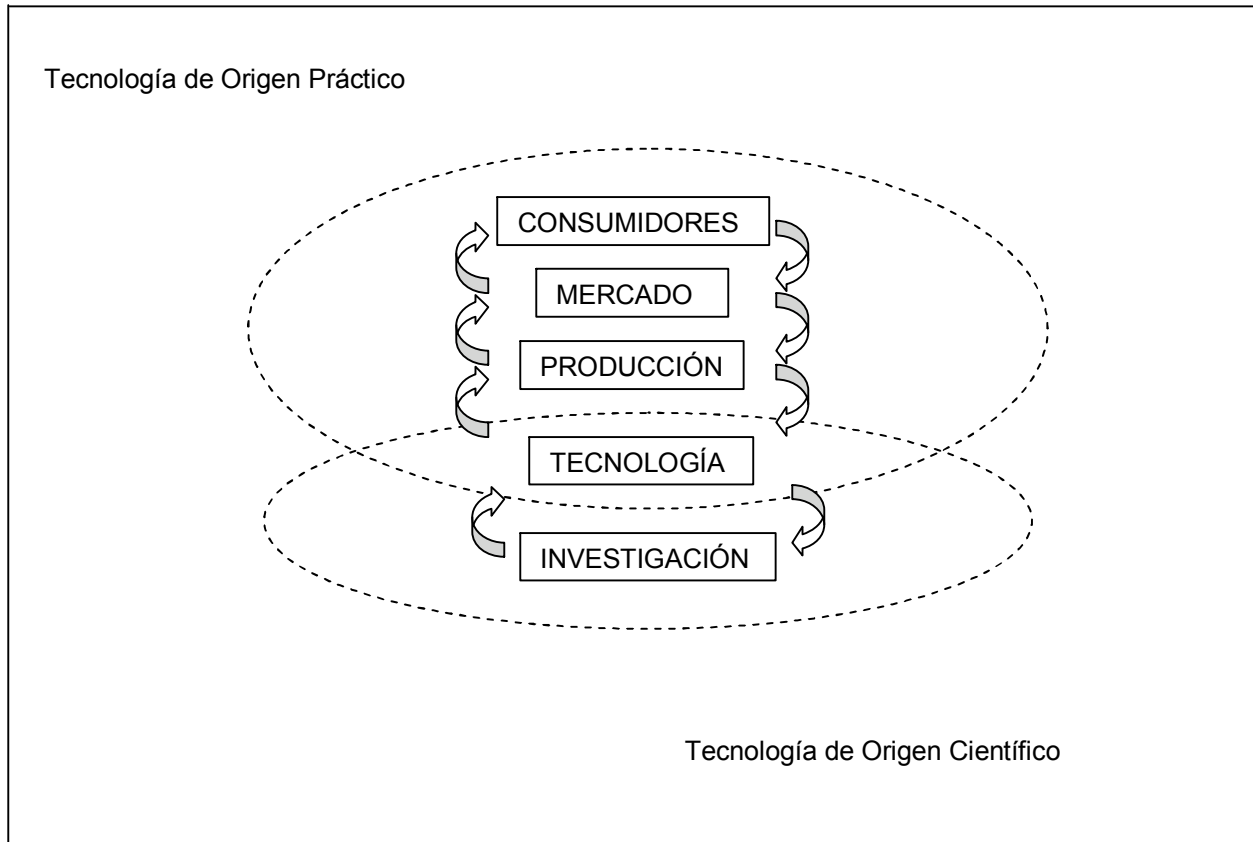


Figura 4. Sistema socio-técnico de generación tecnológica.

## 2.4. El estado del arte de la piscicultura ornamental

### 2.4.1. Introducción

Etimológicamente el término acuicultura significa el cultivo del agua. El término, desarrollado se refiere al cultivo de organismos acuáticos (peces, crustáceos, moluscos, anfibios y plantas) en condiciones semi-controladas, utilizando técnicas y métodos, para aumentar la producción, aprovechando áreas bajas o inundables que

para otras actividades como la agricultura y la ganadería son imposibles de utilizar o bien los costos para hacerlas rentables son muy altos.

Específicamente, la piscicultura ornamental es una rama de la acuicultura que se encarga del cultivo de peces que por sus colores y formas tienen fines decorativos. Es una actividad lucrativa que se ha desarrollado en todo el mundo (Rosas, 1981).

En comparación con el desarrollo de la acuicultura mundial, México muestra un rezago tanto en la diversidad y aprovechamiento de los recursos como en la modernización del sector, sin embargo se ha identificado un vasto potencial para convertirla en una actividad económica que ayude a resolver varios de los problemas nacionales como son: alimentación, empleo, captación de divisas, desarrollo regional, entre otros; no obstante la inconsistencia de las políticas oficiales de fomento y la creciente crisis económica, han limitado la posibilidad de convertir este potencial en realidad (Maza, 1997).

El desarrollo de la acuicultura, como el de toda actividad económica, está en función de las políticas macroeconómicas que se adopten en cada país, de las políticas microeconómicas por región y de las decisiones que se tomen en el curso del proceso de integración (Maza, 1997 *op.cit.*).

En México y particularmente en la región seleccionada para el desarrollo de este trabajo, el sembrar peces u otro tipo de fauna o flora acuícola no es una idea tan común como sembrar granos básicos, frutas u hortalizas para procurar su crecimiento y consumirlas. Pero de la misma forma, la acuicultura genera divisas y fuentes de trabajo, provee especies para el consumo y recupera el volumen de recursos acuícolas en peligro de extinción.



#### 2.4.2. Semblanza histórica

A nivel internacional se piensa que los primeros en desarrollar la actividad del acuarismo fueron los antiguos egipcios, basado en frescos encontrados en sus tumbas los cuales indican que fueron considerados por ellos como sagrados. Los romanos jugaron también un papel muy importante en esta actividad, pero fueron los chinos y japoneses quienes hicieron realmente una cultura de la cría de los peces en cautiverio. En la Dinastía Sung (AC 970-1279), la cría de la carpa roja era una práctica común. En Europa esta actividad fue iniciada en el siglo XVII y en América en el siglo XVIII.

Los primeros intentos de criar peces marinos fueron realizados en 1846, pero fue hasta 1853 cuando se construye y pone en funcionamiento el primer acuario marino público en el Jardín Zoológico de Londres. Para fines del siglo XIX el acuarismo empezó a alcanzar popularidad, pues se conocía un mayor número de especies de peces para este fin.

El intercambio de información y experiencias entre acuaristas y técnicos en tratamiento de agua de uso doméstico dio, 50 años más tarde sistemas de filtrado capaces de mantener el agua para los peces en condiciones más estables. Fue así como se desarrollaron las bases del acuarismo que actualmente conocemos.

En los últimos treinta años, los acuarios han aportado importantes conocimientos sobre muchas especies, pero también han contribuido a la explotación sin control de las poblaciones silvestres, debido a que es más fácil y tiene un menor costo extraerlos del medio natural que cultivarlos (Mendoza, *et al.*, 1994).

### 2.4.3. Elementos que constituyen la actividad piscícola

Se considera que la producción piscícola es aquella que se obtiene bajo condiciones semi-controladas, sistemas productivos o unidades de producción que giran en torno a la zootecnia acuícola. Esto es, el estudio de la interrelación dinámica entre la especie cultivada y los parámetros hidrotecnológicos que resultan de la interacción de la reproducción, nutrición, sanidad y equipo de cultivo (Aguilera y Guzmán, 1986). Debe tenerse en cuenta que la producción de organismos animales para consumo humano o de ornato se rige por criterios de rentabilidad social y económica y el marco en el que se desarrolla es el de la ingeniería acuícola, la capacitación y la investigación aplicada. Desde el punto de vista del aumento de la producción y el abatimiento de los costos a través de la adecuada operación de las unidades productivas, se tienen los elementos que la constituyen (Cuadro 2).

A) Sistemas de producción. Su finalidad es conocer los requerimientos básicos para desarrollar el cultivo, como son: agua, electricidad, terreno y vías de acceso, instalaciones, equipo de cultivo y metodologías adecuadas para la producción.

a) Localización del sitio y calidad del agua. Desde el punto de vista biológico, la característica más importante que debe presentar un terreno para llevar a cabo un proyecto de acuicultura ornamental es la que se refiere al adecuado suministro de agua. El agua es el medio de vida de los organismos de cultivo y en éste se dan las funciones metabólicas que son: el intercambio gaseoso, el balance iónico, la eliminación de los productos de la excreción y la determinación de la temperatura del organismo.

Cuadro 2. Elementos que constituyen la actividad de la piscicultura ornamental.

ELEMENTOS		ACTIVIDADES
A	Sistemas de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Selección del sitio: suministro de agua y electricidad, análisis de agua, suelo y vías de comunicación.</li> <li>-Instalaciones y equipo de cultivo: estanques, bordos, encierros, jaulas, sistemas abiertos.</li> <li>-Métodos de cultivo: extensivo, intensivo, monocultivo, policultivo, sistemas integrados.</li> <li>-Equipo de apoyo: transportadores, aireadores, filtros, alimentadores, redes.</li> </ul>
B	Alimentación y nutrición	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fuentes de alimentación natural: fertilización inorgánica y orgánica.</li> <li>-Alimentación suplementaria y complementaria.</li> <li>-Preparación de dietas y forrajes</li> <li>-Requerimientos nutricionales.</li> </ul>
C	Reproducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fisiología de la reproducción.</li> <li>-Adaptación.</li> <li>-Factores ambientales.</li> <li>-Selección de especies.</li> <li>-Técnica de inducción: maduración y reproducción.</li> </ul>
D	Genética	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Selección.</li> <li>-Hibridación.</li> <li>-Mejoramiento genético.</li> </ul>
E	Sanidad y patología	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Infestaciones: virus, bacterias, hongos.</li> <li>-Parásitos.</li> <li>-Diagnóstico.</li> <li>-Tratamiento</li> <li>-Prevención y profilaxis.</li> </ul>
F	Tecnología de comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manejo.</li> <li>-Procesamiento.</li> <li>-Transportación.</li> <li>-Distribución.</li> </ul>
G	Economía	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Formulación y evaluación de proyectos.</li> <li>-Oferta y demanda de mano de obra.</li> <li>-Análisis de oferta y demanda.</li> <li>-Insumos.</li> <li>-Política de precios.</li> <li>-Relación Beneficio/Costo</li> <li>-Rentabilidad económica y social.</li> </ul>

La cantidad de agua disponible determinará la capacidad productiva del sistema de cultivo. En teoría casi cualquier deficiencia en la calidad de agua podría ser corregida mediante procesos de tratamiento. Si la cantidad de agua es escasa, se podría tratar y recircular.

En sistemas de agua estancada, la cantidad de la misma en un embalse determinará la cantidad de organismos que pueden concentrarse por unidad de superficie y/o volumen, lo que a su vez determinará la intensidad del cultivo. En los sistemas en que se fertiliza y/o suministra artificialmente alimento, el factor limitante pasa a ser la concentración de oxígeno disuelto y eventualmente la contaminación ocasionada por los productos de excreción, en primer término el amonio (Aguilera y Guzmán, 1986).

En sistemas de circulación continua de agua, el flujo constituye el factor que limita la densidad de población. Si se cuenta tanto con circulación continua de agua como con aireación, la productividad es mayor.

Después de los niveles de oxígeno, la temperatura es uno de los factores más importantes del medio debido a su efecto directo sobre los procesos metabólicos de los organismos y a su efecto en la concentración de oxígeno disuelto.

En latitudes mayores a los 600 msnm o zonas templadas se presentan problemas por bajas temperaturas en el invierno, situación que disminuye la tasa de crecimiento de los organismos. Por el contrario, los problemas que originan las altas temperaturas por lo general se manifiestan en bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

La contaminación del agua con metales pesados, pesticidas, petróleo y detergentes, es una limitante en la selección del sitio de cultivo, debido a los efectos letales que dichos contaminantes ejercen sobre los organismos acuáticos. La contaminación de origen orgánico puede no ser nociva mientras sea factible airear adecuadamente el agua previamente a su empleo en el cultivo, ya que al haber una adecuada oxigenación, el consumo de este gas por parte del plancton presente en el cuerpo de agua no afectará el desarrollo del cultivo principal.

Otro factor determinante en la selección del sitio de cultivo es el acceso a la energía eléctrica, debido a que en sistemas semi-intensivos e intensivos de cultivo la energía para el uso de los equipos es indispensable, ya que las densidades de siembra manejadas son altas, y a pesar de haber equipos que se accionan por gasolina u otro combustible, la energía eléctrica sigue siendo necesaria, principalmente para aspectos de vigilancia nocturna del cultivo.

Las vías de acceso o comunicación son de vital importancia, ya que se debe pensar en ¿a través de qué? o ¿cómo introducir los equipos y materiales necesarios para desarrollar el cultivo?, pero también en ¿cómo sacar los organismos al momento de la cosecha?

b) Instalaciones y equipo de cultivo. Las instalaciones básicas son aquellas que delimitan y mantienen físicamente el ecosistema semi-controlado en el que deberán habitar los organismos sujetos al cultivo. El diseño de estas instalaciones debe tender a incrementar en lo posible la productividad del sistema, para lo que se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: propiciar las condiciones óptimas para el buen desarrollo de los organismos en todas sus etapas, así como permitir que se reproduzcan, bien sea en forma natural o inducida artificialmente; permitir la regulación de su medio ambiente (adecuada calidad del agua); mantener en confinamiento a los organismos evitando que escapen, así como la pérdida de elementos deseables (por ejemplo temperatura, oxígeno, alimento); evitar la entrada al sistema de elementos indeseables como son animales depredadores, competidores, sustancias contaminantes, gérmenes patógenos; facilitar el mantenimiento físico de las propias instalaciones, así como la captura y cosecha de los organismos.

Además de los criterios biológicos descritos, en el diseño de las instalaciones intervienen otros criterios de ingeniería y económico que en su conjunto determinarán la viabilidad técnica y económica del sistema.

Los peces ornamentales pueden cultivarse en cuerpos de agua abiertos como lagos, lagunas o ríos, denominado “ranching”; en estanques rústicos o excavados en tierra; estanques recubiertos interiormente; canales de flujo rápido o “raceways”; tanques de concreto, fibra de vidrio, plástico, corrales o jaulas.

El sistema más comúnmente usado y difundido es el estanque rústico o excavado en tierra. Su construcción es económica y sencilla, puede localizarse incluso en terrenos arenosos y porosos a condición de que se impermeabilice. Requiere sistemas eficientes de llenado y vaciado. Su ventaja reside en que la tierra favorece el crecimiento en forma natural de la productividad primaria en el agua, que constituye la base de la alimentación de los organismos sujetos al cultivo. Presentan la inconveniencia de no poder ser desinfectados fácilmente, ni de poderse erradicar organismos patógenos o depredadores. Las anteriores desventajas pueden superarse si los estanques se impermeabilizan, mezclando la tierra con arcilla para forrar el fondo del mismo, o con materiales plásticos que se colocan para recubrir todo el estanque.

Los tanques y canales de flujo rápido construidos con diferentes materiales (concreto, madera, fibra de vidrio), resultan mucho más costosos por unidad de área.

El cultivo de peces en jaulas es un sistema alternativo que permite aprovechar los embalses y cuerpos de agua naturales como medio de cultivo en el que se asegura la buena oxigenación y eliminación de excretas a través de la circulación natural del agua o por disolución. Una característica importante de las jaulas es la abertura de la malla

de la red, la cual debe ser de tamaño adecuado para evitar la salida de los organismos cultivados, así como la entrada de posibles depredadores, pero a la vez debe ser lo suficientemente grande para permitir el adecuado flujo del agua sin poner demasiada resistencia al flujo de agua.

c) Intensidad de los sistemas de producción. La intensidad de producción se refiere a la producción obtenida por unidad de superficie y unidad de tiempo. La intensidad de un cultivo es directamente proporcional a la producción. En base a esto, los sistemas de producción se clasifican en: intensivos, semi-intensivos y extensivos. En los sistemas intensivos, se tienen controlados la mayor cantidad de factores posibles, se realiza en instalaciones específicas para la especie con la cual se esté trabajando, altas densidades de siembra en espacios reducidos, se utilizan sistemas de recirculación de agua, así como aireadores y calentadores, con el propósito de tener una mejor calidad del agua, y alimentación complementaria balanceada. En los sistemas semi-intensivos se tiene control sobre algunos de los factores, y en los extensivos, normalmente se realizan en cuerpos de agua naturales, por lo que las densidades de siembra son menores. En todos los casos anteriormente mencionados, el clima y los desastres naturales no están contemplados. Normalmente, sólo en el sistema intensivo se contempla la falla en el suministro de energía eléctrica.

B) Alimentación y nutrición. Su objetivo es el conocimiento de los requerimientos nutricionales de los organismos en sus distintas etapas de desarrollo, a efecto de aprovechar adecuadamente la fertilización para la producción de alimento natural y proporcionar la cantidad adecuada de alimento comercial.

Uno de los principales costos de producción lo constituye la necesidad de suministrar una dieta adecuada al organismo, particularmente en el caso de las especies cuyos hábitos alimenticios son omnívoros y carnívoros.

Las dietas comerciales se preparan moliendo y mezclando los ingredientes para posteriormente comprimirlos o extruirlos mediante vapor, secándolos y dándoles una presentación en forma de “pellets”, hojuelas o harina, según sea la edad y talla del organismo, así como sus hábitos alimenticios.

C) Reproducción. Tiene como objeto el conocimiento de la fisiología reproductiva para realizar la selección y confinamiento de los organismos reproductores, optimización de parámetros ambientales para lograr la adaptación de los organismos, reproducción inducida y normalización de las técnicas y potencial reproductivo.

Las especies ornamentales presentan gran diversidad en sus tipos de reproducción, aunque en general las especies que se cultivan se producen sexualmente, algunas pueden ser vivíparas, ovovivíparas y otras ovíparas.

La reproducción ovovivípara se refiere a cuando el embrión se desarrolla en un huevo dentro de la hembra, recibiendo alimento por medio del saco vitelino. El tiempo de desarrollo usual del embrión dentro de las hembras va de 28 a 32 días aproximadamente. La duración de este periodo depende de la temperatura del agua, de la nutrición y de la edad del pez. El principal problema que se encuentra en la reproducción vivípara es el canibalismo, ya que los padres frecuentemente se comen a sus crías, como es el caso de los guppys (*Poecilia reticulata*). Es por esto que debe prepararse el acuario, para separar a los padres de sus crías inmediatamente después de que estas nacen, o colocar a los padres dentro de una maternidad confinada en un



extremo del acuario, para que las crías al nacer puedan salirse hacia el espacio abierto. Dentro de las especies ovíparas existen diferentes formas de poner los huevecillos, así como de cuidarlos por parte de los padres. Existen ovíparos que suelen esparcir sus huevecillos sobre la grava en el momento del desove, otros prefieren desovar en cavidades o en plantas y otros más entierran a sus huevecillos en sustratos profundos. En estos peces la hembra desova los huevecillos y estos son fertilizados por el esperma del macho externamente, siendo distintos los tiempos del nacimiento de las crías, dependiendo de la especie.

Las principales familias de peces que se cultivan en los climas tropicales son: *Poeciliidae*, *Characinidae*, *Cyprinidae*, *Anabantidae*, *Cichlidae* (Zúñiga, 1997).

D) Genética. Se orienta hacia el proceso de hibridación, transmisión de material genético, mejoramiento, selección de los organismos y sexado o separación por sexos principalmente para evitar la reproducción precoz entre los organismos.

E) Sanidad. Su objetivo es resolver los problemas particulares que causan las enfermedades a las especies cultivadas, atendiendo a las densidades de organismos y a su frecuente manipulación. Su acción se orienta hacia técnicas de profilaxis y terapia a través de medidas preventivas y curativas como son: la inspección, cuarentena, calidad del agua, nutrición, manejo y control de enfermedades.

Algunas enfermedades son muy fáciles de diagnosticar y controlar, mientras que otras no lo son tanto. Sin embargo una enfermedad siempre representa pérdidas y hace evidente alguna falla en el mantenimiento de los organismos (Iriarte, 1997).

La prevención de las enfermedades en su sentido más amplio consiste en primer lugar, en mantener la salud armonizando los componentes del medio ambiente con las

necesidades de los diferentes estados fisiológicos de los animales. Siempre se ha insistido en que resulta mucho más práctico, barato, y efectivo aplicar medidas profilácticas preventivas, que medidas terapéuticas. Llevar a cabo un estricto control sanitario en cualquier tipo de cultivo determinará en buena medida el éxito de un cultivo (rentabilidad económica). Las medidas preventivas más importantes pueden resumirse en los siguientes puntos:

a) Información. Siempre es necesario hacer una investigación con respecto al organismo que se va a cultivar, para conocer sus requerimientos de espacio, calidad de agua, alimentación, densidad de siembra, expectativas de vida, comportamiento y enfermedades que puede padecer.

b) Cuarentena. No obstante que el organismo aparentemente se encuentre sano, es necesario colocar a los nuevos peces durante 20 o 30 días en un reservorio que no sea la pecera final para así observar las posibles enfermedades de que son portadores. Posteriormente estos organismos pasaran de 10 a 20 días más, pero ahora el reservorio contendrá una parte de agua de la pecera final para observar si las enfermedades y las condiciones del agua que existen en ésta no afectan a los nuevos organismos.

c) Alimentación balanceada y variada del tipo y la forma adecuada. Además de ser suministrada correctamente garantizará un buen estado de salud, que repercutirá en el crecimiento, colorido, y reproducción, además de una mayor resistencia a las enfermedades y a los cambios físicos y químicos del medio.

d) Ajustar la calidad del agua a las necesidades de los peces. Tomando en cuenta aspectos como el origen del organismo, necesidades reproductoras y tolerancias a las

variables fisico-químicas y biológicas como temperatura, pH, dureza, oxígeno, nitritos, nitratos, filtración biológica y mecánica.

e) Higiene. Una limpieza constante tanto del sistema de cultivo como del equipo usado reducirán, en gran medida los brotes de enfermedades. Se recomienda el uso de quimioprofilácticos como cloro, sal y permanganato de potasio, para las limpiezas generales evitando dejar residuos que puedan afectar a los organismos. Para las limpiezas diarias se recomienda el uso de equipos manuales preferentemente de plástico y fáciles de lavar como esponjas, fibras y sifones.

Las enfermedades pueden tener tres causas posibles, actuando estas solas o en interacción:

1. Causas de orden físico. Temperatura, radiaciones, materias en suspensión.
2. Causas de orden químico. Acidez, alcalinidad, gases disueltos, materias nitrogenadas, toxinas, contaminantes y la alimentación (cualitativa y cuantitativa).
3. Causas de orden biológico. Virus, bacterias, hongos y parásitos (bioagresores).

Para la detección de cualquier enfermedad o anomalía es necesario realizar primeramente una revisión visual externa, que es el primer paso para emitir un diagnóstico presuntivo de la enfermedad y actuar en consecuencia.

Hay que tener presente que cada enfermedad puede compartir síntomas con otras y que generalmente detrás de un padecimiento viene otro de igual o mayor magnitud, por lo que el diagnóstico adecuado y a tiempo reviste una importancia crucial.

Se recomienda siempre tener a la mano algún tipo de bibliografía que nos auxilie para lograr un diagnóstico veraz.

F) Tecnología de comercialización. Su objetivo está encaminado hacia los principios y descripción de equipo para el manejo, conservación, procesamiento, transportación y distribución de la producción obtenida.

G) Economía. Su finalidad es el estudio de las interacciones de los factores productivos: zootecnia acuícola, costos y financiamientos, aunado a los factores sociales que circundan la producción como son: mercado y comercialización, impacto regional en el ámbito económico social y afectación del producto nacional.

El desarrollo de una actividad productiva como la piscicultura ornamental depende, además de la viabilidad productiva, de la rentabilidad económica. De acuerdo con Reta (1999) los criterios financieros para identificación de sistemas rentables son:

- a) Ingreso. Es el rendimiento que puede ser expresado en kg/ha por el precio del producto.
- b) Costos de inversión. Capital invertido antes de operar el proyecto. Incluye: terreno, construcción de estanques e infraestructura, equipo para alimentación y cosecha y equipo para transporte.
- c) Costos de operación. Capital invertido en el proceso de producción. Incluye: fertilización, compra de reproductores o crías para engorda, alimentación, mano de obra, energía y combustibles, administración y comercialización.
- d) Rentabilidad. Un proyecto es rentable cuando la ganancia neta, definida como el ingreso menos los costos de operación menos la depreciación del equipo, es positiva.
- e) Punto de equilibrio. Es el nivel de venta del producto en el que no se obtiene ni utilidades ni pérdidas.

- f) Relación beneficio/costo. Indica el retorno en dinero por cada unidad invertida.
- g) Valor Presente Neto (VPN).- Es el valor que resulta de la diferencia entre la inversión inicial y el valor presente de los futuros ingresos netos esperados.
- h) Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa de descuento en la cual el VPN es cero.

Cuando se trata de una actividad con fines comerciales hay que considerar varios factores para la selección de la especie a cultivar, como son: potencial reproductivo, condiciones para reproducción, condiciones para el alevinaje y crecimiento, costo de producción, precio total y mercado potencial.

La interacción de estos factores, marca la pauta para conocer la factibilidad de su cultivo, no únicamente hay que considerar el aspecto biológico sino también el económico (Zuñiga, 1997).

#### 2.4.4. La piscicultura ornamental y sus especies

Los peces de México comprenden el grupo de vertebrados más numeroso del país y el más diverso. Está compuesto por 2,122 especies, 779 géneros, 206 familias y 41 órdenes. Aproximadamente 102 géneros y 384 especies son dulceacuícolas, de las cuales al menos 40% son de importancia ornamental (Fuentes y Piña, 1997). No obstante este potencial, en México se producen peces de ornato en lugares como los Estados de México, Jalisco, Monterrey, Morelos, Puebla e Hidalgo (Rosas, 1981). Ver Anexo I.

La demanda de peces para acuario ha ocasionado una drástica disminución de las poblaciones silvestres debido a la sobrepesca y utilización de métodos de captura no

adecuados específicamente en el caso de peces marinos. La solución en gran medida es la de impulsar el cultivo de peces para disminuir la extracción del medio natural.

La mayoría de las especies son susceptibles de ser cultivadas, pero en algunos casos para llevar a cabo el proceso de reproducción se requiere el desarrollo de tecnología a través de infraestructura especializada y un soporte económico fuerte, ya que puede haber contratiempos al buscar las condiciones óptimas de mantenimiento, manejo y nutrición de los animales.

El criar las especies para las que ya se cuenta con la tecnología no es complicado, solo hay que recopilar la información y hacer pruebas hasta obtener resultados, y seguir con el método perfeccionándolo con el tiempo y en el mejor de los casos participar en programas de transferencia de tecnología.

La limitante que existe en el cultivo es el costo de producción comparado con el precio de los animales capturados de su medio ambiente natural.

Para que el costo no sea el freno en el desarrollo de esta industria, hay que sensibilizar al aficionado para que solicite al acuario, y éste a su vez al importador, peces cultivados en lugar de animales silvestres; esto ayuda también a la conservación del medio silvestre.

La ventaja de los animales criados en cautiverio certifica que no son animales capturados con drogas y que fueron manejados de manera óptima.

Los peces cultivados están acostumbrados al manejo desde que nacen y, por lo tanto, se adaptan fácilmente a las condiciones de vida del acuario y a la gente.

Entre las familias de peces más importantes que se caracterizan por su afinidad a cierto rango de temperaturas, y cuyas especies pueden ser cultivadas, son: a)

*Poeciliidae* con 34 especies; b) *Characinidae* con 9; c) *Cyprinidae* con 19; d) *Cichlidae* con 14 y e) *Anabantidae* con 6.

Algunas especies son fáciles para cultivo y su precio no es alto (tales como los comúnmente conocidos mollys, platys, danios, sumatranos, monjitas); otras no son tan fáciles o no tan prolíficas con un precio de venta moderado (Gouramys, Bettas, Corydoras, Cíclidos, Angeles, Japoneses) y pocas son más difíciles y con precio más elevado (Discos, Arowanas).

En México se realizan cultivos de peces de ornato tales como Japoneses (*Carassius auratus*), Pez Angel (*Pterophyllum scalare*), Molly velífera (*Poecilia velífera*), entre otros, siendo uno de los más importantes el pez comúnmente llamado “guppy” (*Poecilia reticulata*), debido a sus características tales como: fácil adaptación al cautiverio, por sus diversos colores, reproducción abundante y el hecho de ser ovovivíparos (García, 1991), ver Cuadro 3.

En los últimos treinta años, el acuarismo ha aportado importantes conocimientos sobre muchas especies, pero también han contribuido a la explotación sin control de las poblaciones silvestres, debido a que es más fácil y tiene un menor costo extraerlos del medio natural que cultivarlos (Mendoza, *et al.*, 1994).

La demanda de peces para acuario es enorme lo que ha ocasionado una drástica disminución de las poblaciones silvestres debido a la sobrepesca y utilización de métodos de captura no adecuados. La solución en gran medida del problema anterior es la de impulsar el cultivo de peces para disminuir la extracción del medio natural.

La relación de especies que se cultivan actualmente es muy amplia pero se incluyen en las siguientes familias: *Cichlidae*, *Poecilidae* y *Caracidae*, que son las de mayor importancia para el acuarismo por sus formas y colores o por el precio de venta.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de especies ornamentales.

NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Carassius auratus</i>	<i>Poecilia velifera</i>	<i>Pterophyllum scalare</i>	<i>Poecilia reticulata</i>
NOMBRE COMÚN	Japonés	Molly velífera	Pez Angel	Guppy
PHYLLUM	Craniata	Chordata	Chordata	Chordata
SUBPHYLLUM	Vertebrata	Vertebrata	Vertebrata	Vertebrata
CLASE	Teleostomi	Teleostomi	Teleostomi	Teleostomi
SUBCLASE	Actinopterygii	Actinopterygii	Actinopterygii	Actinopterygii
ORDEN	Cypriniformes	Cyprinodontiformes	Perciformes	Cyprinodontiformes
SUBORDEN	Cyprinoidei			Atherinomofos
FAMILIAS	Cyprinidae	Poecilidae	Cichlidae	Poecilidae
GÉNERO	Carassius	Poecilia	Pterophyllum	Poecilia

Cuando se trata de una actividad con fines comerciales hay que considerar varios factores para la selección de la especie a cultivar: potencial reproductivo, condiciones para reproducción, condiciones para el alevinaje y crecimiento, costo de producción, precio y mercado potencial.

Los trabajos de investigación que se han desarrollado en peces con potencial en acuicultura ornamental, mencionan la utilización de sistemas de cultivo en estanquería de concreto, sistemas de recirculación y peceras de cristal en condiciones semi-controladas, específicamente en las etapas de reproducción de alevinaje y crianza, tal es el caso de Gopalakrishnan y Jameson (1993), quienes utilizaron para la crianza de



*Carassius auratus* tanques circulares de 3 m de diámetro habilitado con un sistema de recirculación de agua.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Introducción

El estado de Veracruz está localizado en el seno oriental de la República Mexicana, sus límites políticos son: al Norte, con el Estado de Tamaulipas al Sur, los Estados de Chiapas y Oaxaca, al Oriente el Golfo de México al Oeste, los Estados de Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí y con el Estado de Tabasco al Sureste. Sus límites naturales son: el Río Tamesí al Norte, al Sureste el Río Tonalá, el Golfo de México al Este y la Sierra Madre Oriental al Oeste. Su forma es irregular y alargada, orientándose del Noroeste al Sureste. Su costa sinuosa tiene un litoral de 684 km aproximadamente.

Geográficamente el estado de Veracruz se localiza en sus coordenadas extremas, de la siguiente manera: entre los paralelos 17°08'07"y 22°28'04" de latitud Norte y los meridianos 95°35'09" y 98°38'08" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

La superficie total del estado es de 72,815 Km<sup>2</sup>, de los cuales 72,757 Km<sup>2</sup> son de formación continental y 58 Km<sup>2</sup> de formación insular (INEGI, 1995).

Los escurrimientos de agua y las características fisiográficas del Estado lleva a la conclusión de que todo lo que la mano del hombre transforma en las partes altas repercute de manera inevitable en los ríos, lagos, lagunas, lagunas costeras y finalmente en el mar, los cuales son el depósito de los suelos arrastrados por la erosión y la destrucción de los bosques. Uno de los efectos más importantes de este esquema devastador no sólo es la pérdida de bancos génicos básicos para el futuro de México y la humanidad, sino también la pérdida económica de una inmensa riqueza forestal natural. A este proceso hay que sumarle la pérdida de suelos resultando en el

asolvamiento de las grandes presas, de las cuencas y de las lagunas costeras, y la pérdida de las riquezas pesqueras en el Golfo.

Se encuentran casi todos los tipos de clima, desde el cálido-húmedo que predomina en la Llanura Costera, pasando por los cálidos subhúmedos, templado húmedo y subhúmedo, hasta el frío en los picos más altos, como el Citlaltepetl o Pico de Orizaba.

Siete regiones fisiográficas conforman el Estado, estas son: Huasteca Veracruzana, Totonaca, Centro Norte, Central, Grandes Montañas, Sotavento y Las Selvas (Figura 5). De acuerdo con Aguilar (1996), se llaman regiones aquellas zonas que presentan rasgos comunes en aspectos tales como relieve, constitución geológica, suelos, clima, vegetación, fauna e hidrología, ya que aún cuando existan entre ellas diferencias perceptibles, denotan en conjunto una unidad.



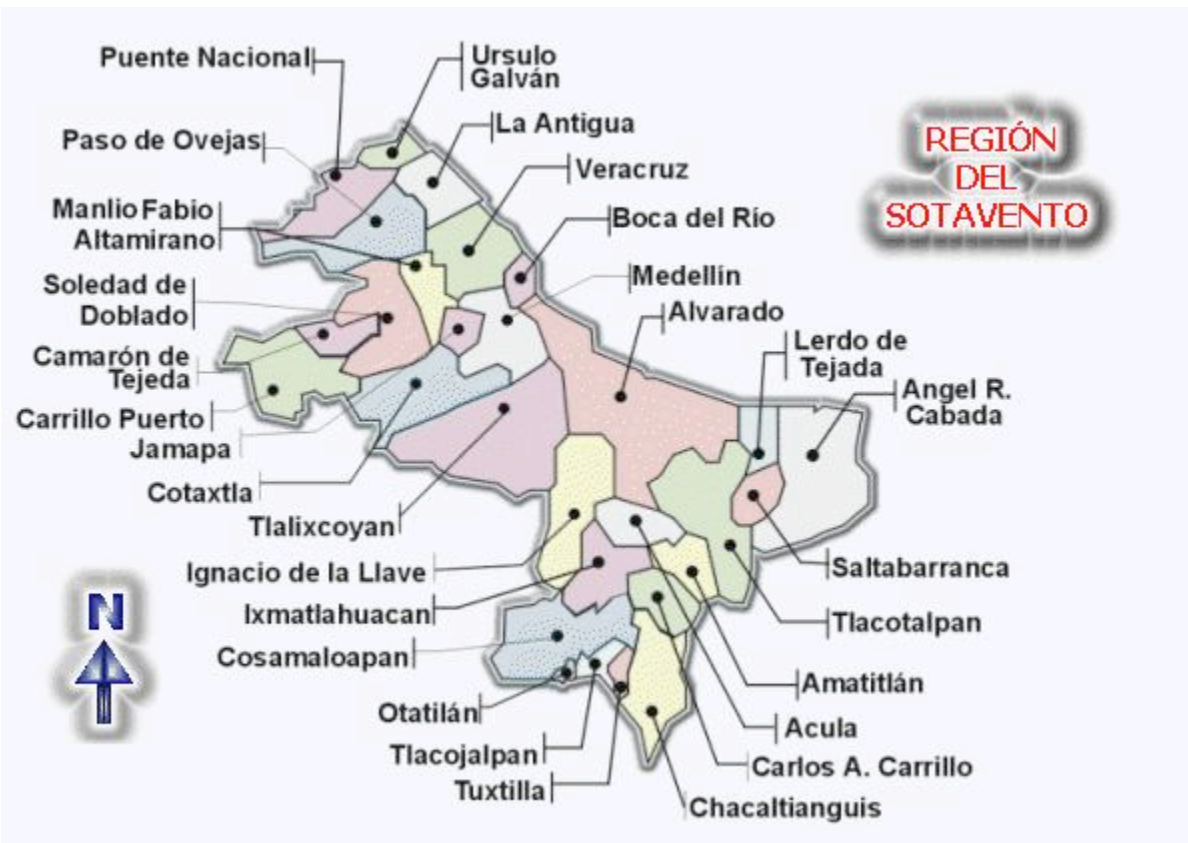
Fuente: [www.emexico.gob.mx/veracruz](http://www.emexico.gob.mx/veracruz)  
Figura 5. Regiones en el Estado de Veracruz.

## 3.2. Características de los municipios involucrados en el proceso de producción

### 3.2.1. Ángel Rosario Cabada

El municipio de Angel R. Cabada, Veracruz, se localiza entre los 18°36' y 18°28' de latitud norte y entre los 95°27' y 95°18' de longitud oeste, a una altura de 0 a 300 msnm. Limita al norte con el Golfo de México, hacia el sur con el municipio de Santiago Tuxtla, al este con el municipio de San Andrés Tuxtla y al oeste con los municipios de Saltabarranca, Lerdo de Tejada y Tlacotalpan. Tiene una extensión de 497.63 Km<sup>2</sup> lo que representa el 0.66% del total del estado.

Fisiográficamente el área de estudio se ubica dentro de la Región de Sotavento (Figura 6) y de Las Selvas (Figura 7), por la parte que pertenece a la Sierra de los Tuxtlas, la cual ocupa el 3.48% del total de la superficie estatal.

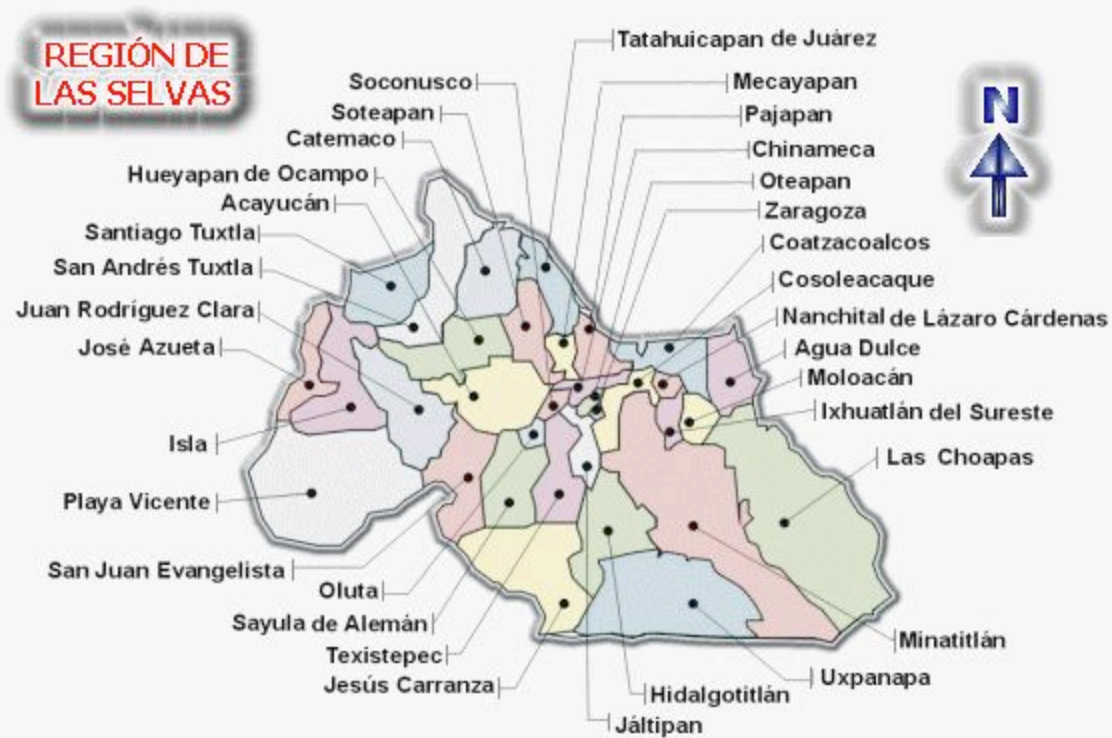


Fuente: [www.emexico.gob.mx/veracruz](http://www.emexico.gob.mx/veracruz)

Figura 6. Región de Sotavento a la que pertenece el municipio de Angel R. Cabada.

### 3.2.2. San Andrés Tuxtla

La región de Los Tuxtlas- Santa Marta se sitúa sobre el litoral del Golfo de México, a 100 km al sureste de la Ciudad de Veracruz y a 40 km al noreste de las ciudades de Coahuacoalcos y Minatitlán. Administrativamente, comprende los municipios de Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, Hueyapan de Ocampo, Sotepan, Mecayapan, Pajapan, y el recientemente creado Tatahuicapan (Figura 6).



Fuente: [www.emexico.gob.mx/veracruz](http://www.emexico.gob.mx/veracruz)

Figura 7. Región de Las Selvas, a la que pertenece el municipio de San Andrés Tuxtla.

### 3.2.3. Características fisiográficas de la Región

- Geografía

La región de Los Tuxtlas-Santa Marta es la prolongación más oriental del Eje Volcánico Transmexicano que incluye a las principales elevaciones montañosas del país. Es un macizo montañoso que interrumpe la continuidad de la Planicie Costera del Golfo de México. Con una orientación noroeste-sureste, tiene como referencias básicas en su límite norte-noreste al Golfo de México; al noroeste la elevación principal es el volcán de San Martín Tuxtla; al oeste y al sur lo limita la Planicie de Barlovento y en el sureste se encuentra la Sierra de Santa Marta o Sierra de Soteapan, en cuyo descenso

suroriental se encuentra la cuenca de la Laguna del Ostión en colindancia con el municipio de Coatzacoalcos.

La gran región montañosa se puede dividir en dos subregiones, siendo una la que corresponde al dominio del volcán San Martín Tuxtla en la porción noroeste, y la otra que circunda al volcán Santa Marta en la porción suroeste (CONANP, 2006).

- Clima

De acuerdo con González (1991), la zona está influenciada por tres principales trayectorias de vientos provenientes del norte, del este y del sur, y en menor medida del noreste y sureste. Los vientos del norte son más frecuentes de octubre a febrero, con la característica de ser húmedos por pasar por el Golfo de México. Los vientos del Este resultan de la acción de los vientos alisios durante junio a agosto, que también son húmedos. Los vientos del Sur se denominan “suradas” y son causantes de graves trastornos en la vegetación y en los cultivos por manifestarse cuando la región casi no tiene precipitación.

La existencia de variaciones en la distribución de la precipitación y la temperatura producen cuatro tipos de climas: dos de tipo cálido-húmedo, un semicálido-húmedo y una zona pequeña con clima cálido subhúmedo. En un nivel más fino la zona puede dividirse en trece regiones y tres subregiones climáticas. A continuación se presenta una breve descripción de los tipos de climas:

a) Cálido subhúmedo (Aw) con lluvias en verano que sólo existe en la vertiente continental entre los 0 y 300 msnm. Su carácter subhúmedo se debe al efecto de barrera climática de la sierra.

b) Cálido-húmedo con lluvias de verano e influencia de monzón (Am). Cubre una gran superficie de laderas entre los 300 y 800 msnm en la vertiente continental y amplias superficies de laderas y terrenos bajos entre los 0 y 200 msnm en la del Golfo. También se origina por el efecto de barrera climática.

c) Cálido-húmedo con lluvias todo el año [Af(m)]. Se localiza entre los 800 y 1000 m en la vertiente continental y entre los 600 y 900 m en el volcán San Martín Pajapan, mientras que en la vertiente del Golfo se localiza entre los 200 y 600 m. La distribución de este tipo incluye a las laderas altas de los volcanes donde se deposita gran parte de la humedad de los vientos dominantes.

d) Semicálido-húmedo con lluvias todo el año [(A)C(fm)]. En la vertiente continental se distribuye desde los 1000 m y hasta las cimas más altas, mientras que en la del Golfo se localiza desde los 600 m. Debido a las características necesarias para su ocurrencia, su mayor área de distribución se ubica hacia las partes altas del volcán Santa Marta, en la serranía de Yohualtajapan, además de una pequeña área en la cima del volcán San Martín Pajapan.

- Orografía

La conformación topográfica serrana origina que los ríos que de ella descienden aporten sus aguas a seis diferentes cuencas. Por el oeste alimentan al Lago de Catemaco; por el suroeste al río San Juan, afluente del Papaloapan; por el río sur al río Coatzacoalcos; por el sureste a la Laguna del Ostión; por el noroeste a la Laguna de Sontecomapan. En el resto del área existen pequeños ríos que desaguan directamente al Golfo de México.



- Vegetación

Los Tuxtlas son la fracción de selva más septentrional del continente americano (Dirzo y García, 1992). Esto hace que la biota no sólo sea rica en cantidad, sino también en calidad, dado que aquí crecen especies de origen tropical, boreal y especies que se originaron y que sólo existen en la región (Ibarra y Sinaca, 1989; Ramírez, 1984; Wendt, 1993). La Sierra contiene la mayor diversidad de ecosistemas, comunidades y organismos característicos de la región de Los Tuxtlas y de la Provincia Biogeográfica de la Planicie Costera del Golfo de México (Rzedowski, 1978).

Los ecosistemas característicos son la selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia en las partes bajas de las vertientes norte, este y oeste; vegetación costera y de esteros en el cordón litoral; manglares y comunidades de zonas inundables en las márgenes de las lagunas costeras y los cauces bajos de los ríos más importantes; tipos de selva mediana perennifolia y bosque caducifolio (clasificados por otros autores como bosque mesófilo de montaña o bosque de niebla) en las partes medias; selva baja perennifolia en las cimas y de matorrales o páramos de altura en crestas y picos donde la neblina es frecuente; bosque de pinos, encinar tropical y sabana en las partes bajas de la vertiente sur donde ocurren las menores precipitaciones y los suelos más viejos (CONANP, 2006).

Las planicies de inundación, que están cubiertas con vegetación de pastos hidrófilos y manglares, presentan algunos procesos de deterioro específicos. Los manglares asentados están siendo sometidos a una presión creciente y actualmente existen varios frentes críticos donde la deforestación está siendo más intensa. Aunque lo anterior no implica necesariamente procesos de erosión, se debe tener en cuenta que los

ecosistemas de manglar son especialmente sensibles a intervenciones intensivas (Gallegos, 1986).

Otros tipos de vegetación no han estado sujetos a proceso destructivo dado su inaccesibilidad, como es el caso de la selva baja perennifolia que se encuentra en los escarpes y laderas altas de los volcanes y la vegetación subacuática por las limitaciones de las inundaciones casi permanentes.

- Fauna

Por su parte, la fauna es tan rica como la flora. La avifauna es una de las más diversas del país e incluye 405 especies entre residentes y migratorias (Winker *et al.*, 1992), mismas que equivalen al 40% de las 1010 especies de aves registradas en el territorio nacional.

Hay 102 especies de mamíferos (González, 1986) las cuales representan el 27% de las registradas a nivel nacional y el 66% de las reportadas para Veracruz. Sin considerar roedores y murciélagos, el 83% de las especies tiene un uso tradicional ya sea como alimento, medicamento, pieles u otros usos (Navarro, 1981). Existen 43 especies de anfibios -9 endémicas de la región- y 109 especies y subespecies de reptiles -11 endémicas de la región- (Morales-Mávila, et.al., 1995). Todas ellas representan el 15.6% de la herpetofauna nacional, que es la más rica a nivel mundial.

### 3.2.4. Características Socio-económicas de la Región

- Población

Los ocho municipios que conforman la región de Los Tuxtlas, ocupan una extensión territorial total de 4,433.47 km<sup>2</sup>. En esta región se haya establecida una población de

305,403 habitantes, concentrándose el 77% de esta en los municipios de la subregión del volcán de San Martín. La mayor concentración de población, se debe al auge que en alguna época han tenido las actividades ganadera, tabacalera y turística, alrededor de las cuales se han desarrollado las ciudades más grandes de la región, o sea Santiago Tuxtla con 54,522 habitantes, San Andrés Tuxtla con 137,435 habitantes y Catemaco con 44,321 habitantes (INEGI, 1995, op.cit.).

En términos regionales, la densidad de población ha tenido un incremento sostenido que va del 7.1% durante el decenio 1980-1990 al 18.6%, en el quinquenio 1990-1995. Desde 1980 la densidad de población ha aumentado de 58 hab/km<sup>2</sup> hasta 74 hab/km<sup>2</sup> en 1995. En la región se localizan 1,094 núcleos de población, de los cuales el 63% es menor a 100 habitantes, lo que denota un alto índice de dispersión, sobresaliendo en este sentido la subregión de San Martín con un 70% de localidades pequeñas, cifra muy arriba del promedio estatal del orden de 36.3%.

Tan solo en el decenio de 1980 a 1990, la cantidad de localidades de hasta 2,499 habitantes se incrementó regionalmente en un 95.4% y subregionalmente hasta en un 102% para Santa Marta y en un 84.5% para San Martín, lo cual hace evidente la fuerte presión sobre el suelo para la conformación de nuevas comunidades.

Aunado a lo anterior, en el quinquenio de 1990 a 1995, la población regional presentó un incremento porcentual del 10.87%. Se considera que este fenómeno en particular, se debe principalmente al cierre de empresas en el corredor industrial Coatzacoalcos-Minatitlán-Cosoleacaque, y al ser estos los municipios sureños con mayores oportunidades, los asentamientos humanos se han multiplicado considerablemente. El

promedio de incremento anual de población en la región fue de 2.08% (CONANP, 2006).

- Educación

Los servicios de educación en la región de Los Tuxtlas, especialmente en la Subregión de Santa Marta son escasos o nulos, el acceso de la educación es limitado y la ausencia en infraestructura y maestros es notoria, complicándose aún más por nivel de escolaridad.

En el sistema bilingüe trabajan aproximadamente 600 maestros. Sin embargo, la instrucción a nivel primaria en las zonas rurales se caracteriza por el ausentismo de maestros, sobretodo, en la parte más alejada de la sierra; además de que muchas veces un solo profesor atiende varios grados escolares, por lo que la calidad de la enseñanza es deficiente. En términos generales el nivel educativo de la población rural se determina por el índice de analfabetismo y el grado de instrucción formal.

- Servicios en la Vivienda

En 1990, en la región había 64,733 viviendas habitadas, el 21% de las cuales tenían techos de lámina de cartón, ligeramente por encima del promedio estatal que era del 19.9%.

Actualmente las dos subregiones de San Martín y Santa Marta mantienen uniformidad en cuanto al servicio de agua entubada, aunque es conveniente señalar que este servicio, por lo menos en las comunidades serranas no depende de los presupuestos municipales como en el caso de las ciudades, sino que es la organización de los pueblos y su cooperación económica la que lleva a cabo la introducción de este

servicio que, además, en general se utiliza manguera y no tubería, y normalmente proviene de manantiales locales.

En la subregión de Santa Marta, desde el punto de vista de la cantidad de poblados que cuentan con servicios, el agua entubada y la electricidad son los dos que tienen una mayor cobertura en la sierra. Casi la mitad de los poblados cuentan con estos dos servicios con un nivel entre regular y bueno. Sin embargo, casi una tercera parte de los poblados no cuenta con ninguno de los tres servicios básicos: agua potable, electricidad y drenaje. Aunque el drenaje es el que presenta mayores deficiencias dado que solamente dos poblados tienen una cobertura regular. Todos los demás tienen una cobertura de este servicio entre mala o inexistente.

Es claro que en la zona norte de la sierra se concentran los poblados con mayores carencias en los servicios analizados. Inclusive existen varias localidades en las que no hay acceso a ninguno de ellos (CONANP, 2006).

No obstante que en los poblados del sur de la sierra existe una amplia cobertura de servicios, su calidad no pasa de ser regular en la mayoría de los casos.

- Salud

En 1990 había en la región, una clínica por cada 6,703 habitantes, superando por más de mil usuarios al promedio estatal, y un médico por cada 2,930 habitantes lo cual supera el promedio estatal por 1,823 usuarios, es decir, más del doble. En este sentido cabe aclarar que no es solamente la existencia de un centro de salud lo que garantiza el acceso al servicio, sino también la presencia permanente de médicos y el equipamiento adecuado de materiales y medicamentos. Esto lleva también a la

cuestión de la suficiencia de personal médico respecto de la población atendida por cada uno.

Por otro lado, si bien las tasas de mortalidad se mantienen distantes de la estatal, mientras que la subregión de San Martín reporta causales por mala alimentación basada en excesos grasos (enfermedades del corazón), alimentos con excesos de químicos y toxinas (tumores malignos) y procesos degenerativos (diabetes mielitus y cirrosis hepática), la subregión de Santa Marta, por su parte, denota una incorporación importante en estos hábitos alimenticios pero, a su vez, muestra índices elevados en cuanto a enfermedades propias de la desnutrición crónica (anemias 6.1%) y por deficiencias nutricionales (4.6%).

- Vías de comunicación

En cuanto a los servicios de comunicación, es evidente que en la región se lleva a cabo un desarrollo inequitativo de la subregión de San Martín ya que de los 1,288 km de carreteras, el 80% ha sido construido en esta subregión en las proporciones siguientes: Santiago Tuxtla (850 km), San Andrés Tuxtla (71 km) y Catemaco (106 km). Aunque regionalmente existe un teléfono por cada 66 habitantes, entre San Andrés y Santiago acaparan el 90% de unidades. Una oficina de correos proporciona el servicio postal por cada 23,687 habitantes y una de telégrafos por cada 76,984 habitantes. Además, el 62% de las oficinas de correos están construidas en el municipio de Santiago Tuxtla y el 50% de las de telégrafos se ubican en el municipio de Catemaco.

- Lenguas

Respecto a los tipos de lenguas predominantes en la región, se tiene que, el nahua y el popoluca son las principales, sin embargo, existen por lo menos 20 lenguas más que se hablan en la región en diferentes porcentajes de población.

- Tenencia de la tierra

Los tipos de tenencia de la tierra que se encuentran en la región son: ejidal, privada, colonia y bienes nacionales. De estas, las dos primeras constituyen la mayor parte de la tenencia regional con un 66.3% y el 21.9% respectivamente de las unidades de producción rural en actividades agropecuarias y forestales.

Cabe mencionar que la tenencia de la tierra es determinante en la distribución de la población, dado que en las áreas menos pobladas predomina la tenencia privada. En estas unidades el uso del suelo es básicamente ganadero, las áreas habitadas consisten de “ranchos” en los que viven los peones que cuidan a los animales y trabajan en el potrero, con sus familias. La distribución de estos ranchos, es de grupos pequeños de viviendas, muy aislados entre sí, sin llegar a consolidar un asentamiento de características permanentes.

Por su parte, las formas de usufructo de la tierra en la región son: directa, rentada, prestada, en aparcería y a medias. Sin embargo, el 98.2% del total de hectáreas reportadas se usufructúan de manera directa, sin que las otras formas sean representativas en la región (CONANP, 2006).

- Fuentes de trabajo y migración

La Población Económicamente Activa (PEA) representa a nivel regional el 26%, la cual es ligeramente menor a la tasa estatal que es del orden del 29.7%. En el caso de la

subregión de Santa Marta, un 79% de la población se desenvuelve en las actividades preferentemente agropecuarias mientras que en el caso de la subregión de San Martín, un 40% de su población ocupada desarrolla sus actividades en los sectores secundario y terciario, es decir, de la transformación y de servicios, respectivamente. Se considera que este fenómeno tiene que ver básicamente con la alta concentración (polos de desarrollo) de población en las tres ciudades más importantes de la región: San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla y Catemaco, las cuales en 1990 concentraban el 27.6% del total de la población regional y el 39% subregionalmente.

No obstante lo anterior, a nivel regional aún predominan fuertemente las actividades primarias productivas y de extracción con un porcentaje de ocupación del orden del 60.8% seguidas por el sector de servicios con un 27.4% y finalmente, el sector de la transformación con un 11.6%.

En la región, de acuerdo a la superficie cultivada en orden de importancia se ubican al maíz con 38.4%, caña de azúcar con 5.6%, frijol con 5.2%, café con 3.2%, papaya con 1.4%, naranja, chile, limón y arroz con 0.9%. Los cultivos presentan rendimientos por debajo de la media nacional que van del 4.1 hasta el 57.1% a excepción del maíz que presenta rendimientos por arriba de la media en un 11.8%. Considerando los precios rurales para 1996, el valor total de la producción agrícola para este año fue de \$231'092,000 correspondiendo el 43.2% a la producción de maíz y el 39.1% a la caña de azúcar. El costo de producción calculado fue de \$184'475,000 lo que representa una utilidad de \$47'450,000 y una relación beneficio/costo de 1.25.

La mano de obra utilizada para las distintas prácticas de manejo que se llevan a cabo es de 5'495,289 jornales/año<sup>-1</sup>, de los cuales el 84.5% corresponden a mano de obra



familiar y el resto a mano de obra asalariada, con una población ocupada que corresponde al 83.8% de la Población Económicamente Activa total de la región (CONANP, 2006).

La producción obtenida en estos sistemas es destinada principalmente al mercado en diferentes niveles (regional, estatal, nacional e internacional). Específicamente, maíz y frijol que se destinan para el autoconsumo en un 30% y 62.5%, respectivamente. Generalmente la venta se realiza en la misma comunidad en forma directa o a través de intermediarios.

La migración tanto temporal como permanente, forma parte integral de los sistemas de producción de algunas comunidades, dada la escasez estacional, la falta de oportunidades productivas o simplemente como complemento a la economía familiar durante las temporadas en que no hay actividad agrícola.

La mano de obra desplazada temporalmente es captada principalmente por los municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Tatahuicapan y San Andrés Tuxtla.

A pesar de no ser ésta, una región donde la migración sea hacia los Estados Unidos o el Distrito Federal como primera opción, a partir de 1996 se empezaron a dar los primeros éxodos de campesinos hacia la frontera norte y Estados Unidos. En 1997, enganchadores de mano de obra se llevaron campesinos a trabajar en las maquiladoras de Ciudad Acuña, Coahuila. Al respecto, aún pueden observarse los letreros sobre la Carretera El Trópico-Costa de Oro, donde se anuncian las salidas de camiones hacia Ciudad Juárez, Chihuahua.

Las actividades más importantes en que se contratan los emigrantes son las de producción básica en forma de chapeadores, peones, sembradores, vaqueros, a los

que se han agrupado como jornaleros. En segunda instancia están los que se dedican a la construcción como peones y albañiles, y el tercer rubro en importancia, es el de los obreros que migran hacia el corredor industrial Coatzacoalcos-Minatitlán para trabajar en las actividades ligadas al petróleo principalmente (CONANP, 2006).

- Programas de Apoyo

La región de Los Tuxtlas-Santa Marta se considera crítica y prioritaria por los gobiernos federal y estatal ya que presenta una situación contrastante por los acentuados índices de marginación de una proporción considerable de su población serrana, en relación con la proximidad del dinámico crecimiento que se observa en las ciudades de sus alrededores. La región brinda además un imprescindible servicio de abastecimiento hídrico y de materiales a las ciudades que constituyen el sistema urbano de Santiago Tuxtla-San Andres Tuxtla y Catemaco y a los centros que se han constituido en el eje urbano-industrial más importante del sureste de México (Acayucan-Jaltipan-Cosoleacaque-Minatitlán y Coatzacoalcos).

No obstante su rico potencial para el desarrollo productivo y social, la situación de deterioro socio-ambiental que presenta la región es hoy tan evidente que lleva a plantear la necesidad de incidir a través de un proceso de planeación y ordenamiento territorial que permita atenuar el empobrecimiento de sus habitantes, restaurar las zonas que se encuentran en estado productivo crítico y asegurar la conservación de los recursos naturales.

En cuanto a créditos, estos son proporcionados únicamente para la producción de caña de azúcar y café con \$42'300,000 y \$896,680/año, respectivamente.

En 1996, los subsidios a la producción del programa PROCAMPO se canalizaron al maíz y frijol, con un monto de \$5'016,790.00. En café el programa Alianza para el Campo apoyó con \$880,000.00 en el mejoramiento de las fincas (CONANP, 2006).

### 3.2.5. Actividades productivas

- Agropecuarias

La agricultura es de subsistencia en la mayoría de los ejidos. Se diferenciaron tres tipos de manejo de la tierra: 1) las superficies tradicionalmente milperas; 2) las áreas dedicadas a la agricultura comercial y 3) las pequeñas superficies agrícolas sobre dunas costeras.

El área milpera más tradicional se encuentra en las laderas del volcán San Martín Pajapan del ejido de Tatahuicapan.

La ganadería extensiva y la cafecultura son las principales actividades de vinculación con el mercado. No obstante que es reciente la introducción de cafetales al sol, la mayor parte de éstos tienen sombra, inclusive con árboles nativos. Los cafetales comparten el espacio con milpas, acahuales y una proporción mínima de pastizales. En los últimos años, además de la cafecultura se empiezan a desarrollar algunos otros cultivos comerciales como la papaya, sandía y frutales.

Los cultivos perennes: caña de azúcar, café, naranja y limón son menos susceptibles a los efectos negativos de los elementos del clima, sobre todo a vientos, sequía, humedad relativa y temperatura. Los cultivos básicos: maíz, frijol y arroz presentan una susceptibilidad media. Los cultivos de papaya y chile son los que más riesgos climáticos presentan debido a la incidencia de plagas y enfermedades.

El grado de erosión que presentan los suelos está en función de la localización de los cultivos en el terreno y las prácticas de manejo, siendo altos para maíz, medios para fríjol y chile, y bajos para caña de azúcar, café, naranja, limón y arroz.

Los principales problemas detectados en estos sistemas son: bajos rendimientos, bajo nivel tecnológico, alta incidencia de plagas y enfermedades e intermediarismo. Las principales causas de estos problemas son: prácticas de manejo inadecuadas, presencia de condiciones ambientales adversas, baja fertilidad de los suelos, desconocimiento del mercado, escasa asistencia técnica y nula integración vertical y horizontal de los productores (CONANP, 2006).

Por su parte, en la subregión del volcán de Santa Marta existe una dinámica demográfica claramente diferenciada en dos zonas. La zona norte, mestiza, de tradición ganadera, de tenencia privada de medianas y grandes superficies (lotes de 35 a 100 ha, en las colonias y de 20 ha en los ejidos), cuya dinámica de crecimiento demográfico es baja. Por otra parte, la zona sur, indígena, de tradición agrícola y con unidades de tenencia ejidal de medianas superficies (20 has), presenta una dinámica de crecimiento demográfico muy rápido. Por ejemplo, durante el decenio 1980-1990, en los municipios de Santa Marta se puede observar un incremento poblacional urbano significativo del orden del 89.4%.

Lo anterior puede ser reflejo de las muy diferentes oportunidades de empleo que generan los diversos usos del suelo. Mientras que los patrones agrícolas están asociados con una mayor demanda de mano de obra, los modelos ganaderos requieren escaso trabajo. Por ello, las áreas agrícolas absorben gran parte del crecimiento poblacional, disminuyendo las necesidades de emigración. Esto se refleja

necesariamente en crecimientos demográficos altos. Por el contrario, los jóvenes que crecen en zonas ganaderas, al llegar a edad productiva, no encuentran las suficientes oportunidades de empleo y tienen necesidad de emigrar ocasionando crecimientos demográficos menos altos.

El modelo productivo más extendido en la sierra es la ganadería. Por la extensión y diversidad de paisajes que ocupa, es uno de los que más favorece los procesos de erosión.

En la región, la diversidad de animales domésticos se refiere a gallinas y guajolotes, bovinos, porcinos, equinos, ovinos, caprinos y abejas, principalmente.

De éstos, destaca el grupo de las aves por abarcar el 68.3% del inventario ganadero total, mismas que con los cerdos, son explotados fundamentalmente como ganado de traspatio, sistema muy dependiente de la disponibilidad de maíz en las unidades de producción familiar. Es necesario aumentar su población y mejorar la técnica en alimentación y sanidad, porque de ello depende principalmente el abasto de proteína animal para las familias campesinas.

De las especies pecuarias en explotación, los bovinos son los más importantes, en el sentido de que son quienes principalmente ocupan los terrenos cubiertos con pastos. Los sistemas de explotación predominantes son el de doble propósito y el de sólo carne, a los que se dedican el 46.2 y 44.9% de las unidades de producción, respectivamente. El sistema de doble propósito incluye el 65.1% de la población bovina y produce el 90.9% del volumen regional de leche; junto con el sistema de sólo carne, contribuye a que el estado de Veracruz sea el principal abastecedor de ganado bovino

en pie y en canal refrigerada a los centros de sacrificio de la zona conurbada del Distrito Federal y el Estado de México.

Desde un punto de vista estratégico para el desarrollo económico regional, las otras especies ganaderas tienen menor importancia; sin embargo, cumplen en la mayoría de los casos un papel complementario para el funcionamiento de otros sistemas a nivel de las unidades de producción. Los equinos contribuyen principalmente a resolver necesidades de carga y transporte en las comunidades menos comunicadas, mientras que los ovinos, caprinos y en parte también los cerdos, cumplen un papel de ahorro para cubrir gastos económicos y sociales imprevistos, entre los que se incluye el poder amortiguar riesgos ecológicos y económicos de la agricultura (CONANP, 2006).

- Forestal

Debido a que la actividad forestal se relaciona con el aprovechamiento de especies silvestres, ésta se ha visto afectada por los cambios de uso del suelo al transformarse áreas originalmente arboladas en pastizales o parcelas agrícolas; restringiéndose la actividad forestal hacia las tierras que tienen mayores limitantes naturales.

El patrón actual del uso del suelo en la Sierra de Santa Marta, al igual que en el sureste del país está caracterizado por una intensa deforestación y avanzado deterioro ecológico. El área predominantemente forestal en 1967 ha experimentado una paulatina sustitución de la agricultura de autoconsumo por la ganadería extensiva. La expansión de la ganadería y cafecultura se dieron a costa de las áreas selváticas y superficies dedicadas al maíz, afectando en algunos casos la autosuficiencia en productos de la milpa en las comunidades.

En cuanto a la producción forestal maderable, en la región se produce madera aserrada, postería, leña y carbón. De ésta, la producción de postes es la más importante, el volumen a nivel regional asciende a 41,349.9 m<sup>3</sup> cifra que representa el 47.6%; la alta producción de postes se asocia a la demanda que registra la actividad ganadera.

Siendo una región en donde domina la población rural, la leña es otro producto forestal importante; la producción de ésta se reporta en 13,206 unidades de producción que aprovechan un volumen de 11,266.7 m<sup>3</sup> (12.9% de la producción maderable).

En la zona cálida hay una gran diversidad de especies maderables, sin embargo por las características de la madera son la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*) las que reciben mayor interés por parte de los productores; a esto se debe que en la región se encuentren alrededor de 1,277 ha plantadas de estas especies con fines comerciales. En las áreas de bosques, las especies del género *Quercus* son las que se aportan a la producción maderable, su aprovechamiento se relaciona con el consumo de leña de las poblaciones rurales que se encuentran cerca de los encinares.

Además de la producción maderable también se registra la recolección de hoja de palma camedor (*Chamaedorea spp*), rizomas de barbasco (*Dioscorea spp*) y recientemente de ixtle (*Achmea magdalenae*).

- Acuícola y pesquera

En la región de Los Tuxtlas-Santa Marta se expresan diversos sistemas de producción pesquera, de acuerdo al medio básico en el cual se desarrollan: ríos, lagos, lagunas o ribera marina, aunque algunos pescadores inciden sobre lagunas y el mar

indistintamente, lo cual es el caso de los de las inmediaciones de las lagunas de Sontecomapan y del Ostión.

Se puede reconocer básicamente tres subregiones de actividad pesquera:

a) Laguna de Sontecomapan, que incluye a las cooperativas, grupos o pescadores libres de Sontecomapan y a los de las poblaciones ribereñas del área de Roca Partida hasta Zapotitlán;

b) Laguna de Tecuanapa hasta Jicacal, que incluye a aquellos pescadores que de manera permanente u ocasional inciden en la Laguna del Ostión; y

c) la del Lago de Catemaco, que es usufructuada por los pescadores y habitantes que se localizan en las inmediaciones del lago.

La pesca en mar se practica principalmente sobre especies como robalo (*Centropomus sp*), lisa (*Mugil cephalus*), lebrancha (*Mugil curema*), sierra (*Scomberomorus maculatus*), pargo (*Lutjanus griseus*) y tiburón (*Carcharhinus sp*), mientras que el camarón (*Penaeus aztecus*), almeja bola (*Mercenaria campechiensis*), ostión (*Crassostrea virginica*), jaiba (*Callinectes sapidus*), cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), cangrejo peludo (*Gecarcinus lateralis*) así como las tres primeras especies de peces mencionadas, son las que caracterizan la actividad en las lagunas. Todas estas tienen una importancia comercial aunque son capturadas también para el autoconsumo. En el caso de la pesca ribereña, esta por definición tiende a explotar más intensamente la porción próxima a la línea de costa, dadas sus condiciones tecnológicas, por lo que la manera de incrementar a mediano plazo el esfuerzo pesquero dependería de la incorporación de naves de mayor calado y capacidad de redeo (CONANP, 2006).



Aunque existen varios cuerpos lacustres en la región de Los Tuxtlas-Santa Marta, sin duda el Lago de Catemaco es el que representa la mayor importancia en términos de la población humana que practica actividades pesqueras. Las principales especies aprovechadas son la tilapia (*Oreochromis mossambicus*), el topote (*Poecilia sp*) y el tegogolo (*Pomacea patula catemacensis*).

Este tipo de pesca es una de las más comunes en la sierra ya que representa una opción de libre acceso a recursos comunes, particularmente para quienes no tienen tierra. Dada la densidad de la red de arroyos y ríos, prácticamente en todos los poblados existen pescadores con fines comerciales y de subsistencia, y aún como una actividad de entretenimiento. Se pescan principalmente langostinos o mayacaste (*Macrobrachium acanthurus*) y diferentes camarones como el reculador (*Procambarus llamasii*), el burro (*Penaeus sp*), el bagre de agua dulce (*Ictalurus meridionalis*), pepesca (*Bramocharax caballeroi*), topote (*Poecilia sp*), mojarra (*Oreochromis mossambicus*), almeja de río (*Anodonta sp*) y caracoles. La sobreexplotación de los ríos ha sido particularmente intensa a lo largo de los años; en algunos casos la reducción de la producción de recursos, particularmente los que tienen valor comercial como el mayacaste (Vázquez, *et.al.*, 2004).

La principal causa de contaminación de las aguas se deriva a partir del crecimiento de las comunidades. De esta manera se observa que los desechos urbanos son los contaminantes básicos y las corrientes hidrológicas los sitios receptores de los desechos domésticos. Además, como producto de la disminución de la capa vegetal y de algunas prácticas agrícolas, los ríos normalmente ya descienden con una alta carga

de sedimentos, lo que incrementa el problema de la contaminación de las corrientes y se reducen las posibilidades de uso doméstico del agua.

Por otro lado, el uso cada vez más amplio de agroquímicos promovidos por los paquetes tecnológicos, se convertirá en otro factor importante de contaminación de aguas y suelos (CONANP, 2006).

### 3.2.6. Ecosistemas Acuícolas SAGARO

La acuicultura comercial es una actividad que desde hace más de diez años se realiza en Ángel R. Cabada, con la instalación de la granja acuícola de los ingenieros Basilio Sánchez Luna e Irineo Román Valerio, en la congregación “La Florida”.

Dicha granja inicialmente fue diseñada para la producción de peces de ornato; actualmente se han integrado dos líneas de producción: la de mojarra nativas del Estado de Veracruz y la de tortugas de agua dulce del bajo Papaloapan.

La granja esta constituida como una S.A. de C.V., para el trato de las tortugas se ha constituido en una unidad de manejo “UMA”.

Actualmente se manejan alrededor de 65 especies comunes de peces en el acuarismo (Japoneses o Kinyos, Carpa Koi, Angeles, Gouramis, Gupis, Mollys, Platys, Espadas, Ciclidos Africanos, Barbos Monjas, entre otros); 15 especies de cíclidos nativos (mojarra) del Estado de Veracruz; y 6 especies de tortugas nativas; mismas que son vendidas en los mercados especializados en acuarismo en el D.F. y áreas vecinas, iniciándose su exportación como mascotas.

En la actualidad se están realizando los primeros intentos en la reproducción de la iguana verde.

Durante el 2006 y 2007 se han liberado especies a los hábitats naturales (iguanas verdes y mojarras nativas) en coordinación con las autoridades municipales.

Como contribución a la formación de estudiantes afines a esta actividad, se han recibido grupos de estudiantes que van desde preescolar hasta postgrados, destacando estudiantes de los CETMAR de Alvarado y Veracruz, la Facultad de Biología de Xalapa, ITMAR de Boca del Río, la Facultad de Medicina y Veterinaria de la UNAM, estudiantes de la Universidad del Carmen, entre otros.

## IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 4.1. Definición de la pregunta de investigación

En México las especies dulceacuícolas tienen un alto número de endémicos asociados a las cuencas hidrológicas en cada región fisiográfica del país, y a pesar de que muchas especies de ornato han sido introducidas de otros países, existe un gran potencial para el cultivo de especies nativas. En total se reconocen 115 especies, de las cuales son de importancia ornamental al menos el 40% (Fuentes y Piña, 1997). Un ejemplo de una especie endémica ornamental es *Gambusia yucatanana*, miembro de la familia *Poeciliidae*, el cual es un organismo nativo de los cuerpos de agua dulce de la Península de Yucatán que es susceptible de cultivo (Bayona y De Castro, 1996), su resistencia a altas temperaturas y a bajos niveles de oxígeno disuelto son los factores determinantes para su dispersión.

De acuerdo a los Censos Económicos del INEGI (2004), el valor de la producción de peces de ornato a nivel nacional de las unidades económicas acuícolas entrevistadas es de \$9,616,000.00, lo que demuestra que la demanda no está satisfecha ocasionando una drástica disminución de las poblaciones silvestres debido a la sobrepesca y utilización de métodos de captura no adecuados, a diferencia con la pesca, al cultivar y producir organismos fuera del ecosistema natural, se deja de ejercer presión sobre el mismo. La solución en gran medida del problema es el de impulsar el cultivo de peces a través de la piscicultura ornamental para disminuir la extracción del medio natural (Zúñiga, 1997).

A nivel mundial en la última década se ha observado un incremento notable en el comercio internacional de peces dulceacuícolas que ofrecen una selecta muestra de la riqueza de especies distribuidas en los ambientes acuáticos del país a un número cada vez mayor de aficionados al acuarismo (Fuentes y Piña, 1997).

La ventaja de los peces criados en cautiverio es que se cuenta con la certeza de que no son capturados con drogas u otro método nada convencional. Estos peces resisten el manejo, y por lo tanto se adaptan fácilmente a las condiciones de vida del acuario (Silberman, 1997). Estos peces toman de 2 a 6 meses en crecer a una talla comercial desde que nacen, por lo que no es difícil programar la obtención de organismos en una base semanal. Una vez que nacen las larvas, estas se introducen en un tanque pequeño (150-200 l), y en ese mismo tanque se tienen el cultivo de microalgas y de roríferos (Silberman, 1997), por lo que no solo se ahorra agua, sino que también espacio, es decir que la producción por unidad de espacio es mayor.

Respecto a otras actividades productivas ornamentales como la floricultura, la demanda mundial de flores y plantas esta estrechamente asociada al desarrollo económico de las naciones y a las exigencias del consumidor. En América Latina, se espera que en la medida en que mejoren los niveles de ingreso y bienestar, se registre un aumento de la demanda de flores. Se estima que el mercado mundial de este producto esta creciendo a una tasa del 6% por año (Díaz, 2006).

Por otra parte, los beneficios ecológicos que la piscicultura ornamental reditúa al sistema no se limitan al aspecto tecnológico o económico. De acuerdo con McLarney (1986), la actividad acuícola interviene como tal en aspectos, sociales y culturales. Integrando esta forma de cultivo dentro de un sistema diversificado de cultivo. Reijnjes

*et al.* (1992) propusieron el uso de recursos naturales de una manera sustentable a través de la diversificación de especies y el reciclado de nutrientes. Al integrar peces, animales terrestres, árboles, hortalizas y granos dentro de sistema se aumentará la productividad por unidad de superficie.

De acuerdo con Aguilar *et al.* (2005) el término transferencia de tecnología aduce al proceso por el cual la tecnología producida o generada es aplicada considerando cuatro eslabones: generación, validación, transferencia –extensión o difusión- y adopción.

En México, la transferencia de tecnología agrícola – y los sistemas de extensión, asistencia técnica y servicios profesionales - ha cursado diferentes trayectorias, acorde al papel asignado al sector primario en el proceso de desarrollo nacional. Los mismos autores mencionaron que los programas de transferencia de tecnología deben contribuir a lograr la competitividad de los productores, siendo necesaria su intervención en el fortalecimiento de la red social, en la construcción de instituciones y en el acceso a mercados, para lo cual se requieren servicios adicionales al conocimiento técnico, tales como organización, gestión y capacitación.

Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia de indicadores biológicos, económicos y sociales en el grado de valoración de un modelo de transferencia de tecnología para la producción de peces de ornato en dos comunidades del sur de Veracruz?

## 4.2. Hipótesis General

Los indicadores biológicos, económicos y sociales tienen diferente influencia en el grado de valoración en un modelo de transferencia.

## 4.3. Objetivo General

Generar un modelo de transferencia de tecnología de producción de peces de ornato como parte de la estructura del agroecosistema tropical en los municipios de Angel R. Cabada y San Andrés Tuxtla en el Estado de Veracruz.

### 4.3.1. Objetivos Específicos

Diseñar el modelo de transferencia de tecnología basado en indicadores tecnológicos, biológicos, económicos y sociales.

Valorar el modelo de transferencia de tecnología a través de indicadores tecnológicos, biológicos, económicos y sociales.

## V. METODOLOGÍA

### 5.1. El modelo de transferencia de tecnología y sus componentes

Debido al conocimiento previo de esta región, específicamente el de algunas de sus comunidades y considerando la granja Ecosistemas Acuícolas SAGARO como una de las de mayor importancia en el Estado de Veracruz, por el volumen producido, se propuso la generación de un modelo de transferencia de tecnología basado en dos esquemas: uno para el proceso productivo y el otro para el de comercialización, involucrando a partir de este la obtención de un ingreso por parte de los productores participantes de la investigación. Para el estudio agroecosistémico requerido, fue necesario contactar con una granja de tipo empresarial de producción de peces de ornato. La granja que permitió este acercamiento fue Ecosistemas Acuícolas SAGARO. Esta relación con la empresa definió la región geográfica de Los Tuxtlas como territorio de estudio. En esta granja se definió la especie de pez que las comunidades aledañas pudieran cultivar y finalmente participar en el sistema como proveedores de este pez para comercializarlo a través de la granja.

#### 5.1.1. La descripción de la tecnología satélite

Para el caso del proceso productivo no se encontró un esquema aplicable a las características regionales, por lo que éste se diseñó tomando en cuenta la localización de la granja seleccionada, la producción y experiencia en el cultivo de la misma y la ubicación e interés de algunas de las comunidades cercanas, se le denominó Transferencia Satélite o Periférica (Figura 8).



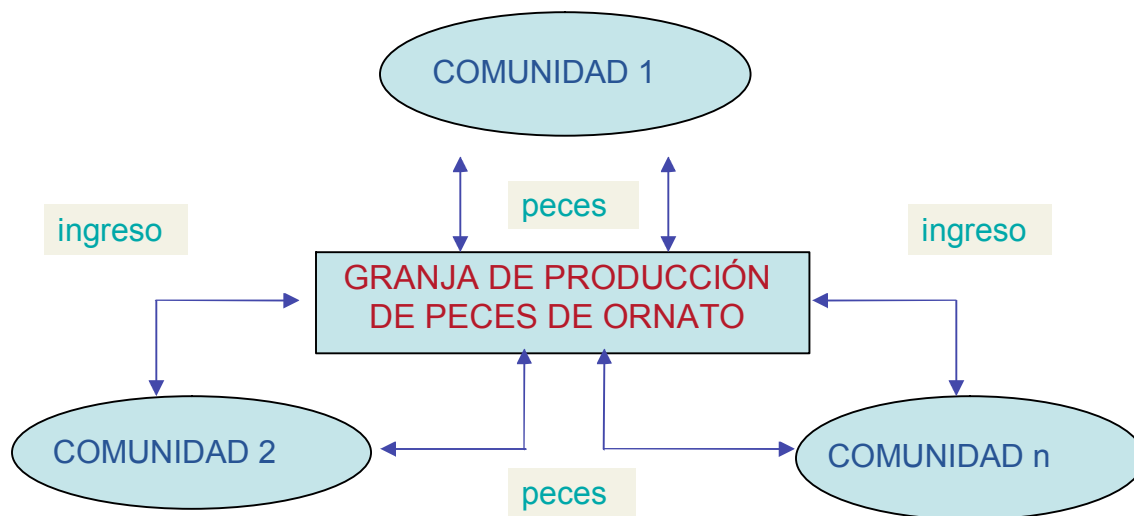


Figura 8. Estrategia propuesta de transferencia de tecnología satélite o periférica.

### 5.1.2. El desarrollo de proveedores

Para el diseño del modelo de transferencia se revisó la literatura disponible, encontrando un esquema para la comercialización denominada Desarrollo de Proveedores (Figura 9) el cual se describe a continuación.

Es un Programa desarrollado e implementado por la Secretaría de Economía con los siguientes objetivos:

- Facilitar el contacto inicial de las micro, pequeñas y medianas empresas con las grandes empresas establecidas en el país.
- Difundir entre la micro, pequeñas y medianas empresas las listas de productos con especificaciones técnicas que requieren las grandes empresas, así como sus criterios y políticas de selección de proveedores.

- Propiciar la realización de negocios entre las grandes empresas y los proveedores potenciales.

La característica principal del Programa es que se trata de un mecanismo para pequeñas y medianas empresas manufactureras o de servicios que puedan suministrar los productos, conforme a los volúmenes y especificaciones técnicas requeridas por las grandes empresas. Y para las grandes empresas industriales, comerciales o de servicios que demanden productos, insumos o servicios, teniendo como uno de sus resultados la mejora en la calidad de los productos entregados por los proveedores, y una mayor cantidad de producto terminado.

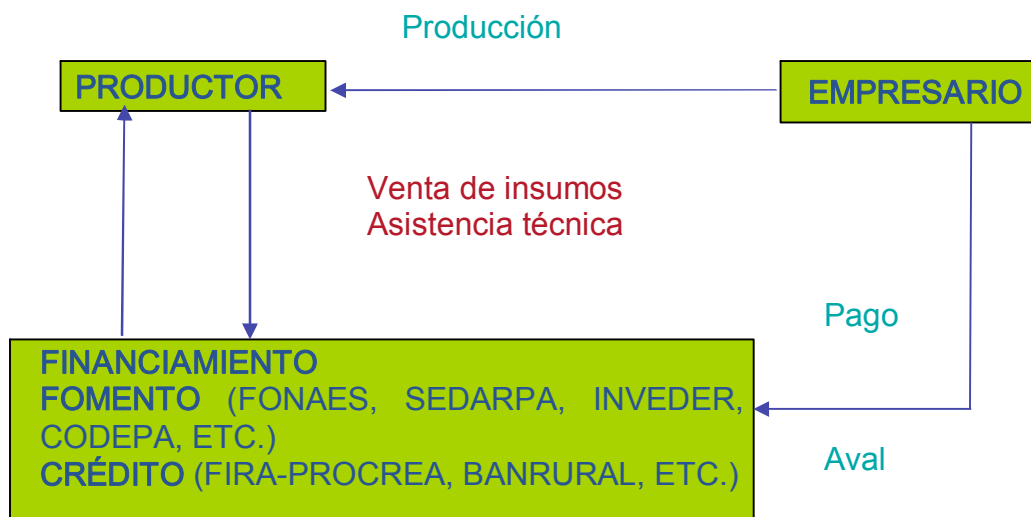


Figura 9. Esquema propuesto para el desarrollo de proveedores (modificado de la Secretaría de Economía).

### 5.1.3. Determinación de la especie de mayor viabilidad técnica y de mercado en la granja Ecosistemas Acuícolas Sagaro

Posterior a la selección de la granja, se determinaron las especies de mayor viabilidad técnica de acuerdo a la diversidad de especies existente en la granja considerando sus características reproductivas y morfológicas incluyendo el color. Las especies fueron *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata*. La primera de acuerdo al estudio de mercado, se seleccionó principalmente por razones de precio en el mercado y la segunda por su nivel de domesticación, rusticidad y potencial biótico.

### 5.1.4. Descripción de los sistemas de producción en la comunidad

En un recorrido realizado en la comunidad se observó la infraestructura disponible con la que contaban los grupos de trabajo y que podía ser adaptada como sistema de cultivo para el desarrollo del cultivo de los peces de ornato. Se observó a demás, las fuentes de agua existentes y el abastecimiento de las mismas hacia la comunidad.

### 5.1.5. Tecnología de los sistemas de producción en SAGARO

Se describe la infraestructura disponible para la reproducción y engorda de los peces, así como la intensidad del cultivo bajo los cuales se lleva a cabo, es decir, extensivo, semi-intensivo e intensivo.

## 5.2. Valoración de indicadores biológicos

### 5.2.1. Determinación de parámetros biológicos

Como parámetros biológicos se tomaron datos de crecimiento de los organismos, es decir talla y peso, al iniciar el cultivo y 10 semanas después, cuando los organismos alcanzaron la talla comercial. Además durante el proceso de crecimiento se determinó el porcentaje de sobrevivencia.

### 5.2.2. Determinación de parámetros físicos y químicos

La selección de los parámetros físicos y químicos fue llevada a cabo considerando que el oxígeno, la temperatura y el pH intervienen en el desarrollo de los organismos, pero el amonio es además un indicador de contaminantes que afecta la calidad del agua.

La medición de estos parámetros se realizó por medio de un equipo para toma de muestras de la marca Lamotte. La toma de datos fue hecha en la superficie del agua en cada sistema de cultivo. Las técnicas para su determinación se encuentran en el Anexo II.

## 5.3. Valoración de indicadores económicos

### 5.3.1. Evaluación de mercado

La evaluación del mercado se realizó a través de una entrevista estructurada realizada a propietarios de acuarios en el Puerto de Veracruz para determinar los mercados existentes y los precios de venta principalmente. Además, se entrevistó a los dueños

de las dos principales granjas productoras de peces de ornato en el Estado de Veracruz: Continental Sea Born y Ecosistemas Acuícolas SAGARO.

### 5.3.2. Rentabilidad de la granja

Para analizar los indicadores financieros de la granja se calcularon los activos fijos, activos variables directos e indirectos, ingresos totales, gastos directos e indirectos, de acuerdo a la siguiente metodología:

1. Activos fijos. Se enlistaron los bienes propiedad de la empresa dedicados a la producción y distribución de los productos o servicios por ella ofrecidos, adquiridos por un tiempo considerable y sin el propósito de venderlos.
2. Activos variables. En esta tabla se concentraron los bienes que duran poco o se consumen en el proceso, o se incorporan físicamente al producto, y se dividieron en:
  - a) Activos variables directos.- los bienes que se usan proporcionalmente a la producción, por tanto si no hay producción tampoco se les necesita.
  - b) Activos variables indirectos.- los bienes que se usan a veces en un monto inicial fijo, cualquiera que sea la producción, o que se usan en escalas de producción. Se gasta en ellos halla o no producción.
3. Ingresos totales. Se relacionaron las entradas de dinero por las ventas.
4. Gastos indirectos. En esta tabla se enlistaron los gastos que no pudieron ser aplicados directamente a los costos de determinado proceso por corresponder a la vez a varios procesos de manufacturas, a varios departamentos, o a varios

productos. Su aplicación se hizo tomando en cuenta la índole de los gastos de que se trate y convencionalmente y de manera aproximada en cuanto a las bases de distribución, las cuales generalmente son los costos directos, el importe de la mano de obra, el valor de la materia prima, etc.

5. Gastos directos. Se relacionaron los gastos que pueden ser aplicados directamente a los costos de determinado proceso de manufacturas, a varios departamentos, o a varios productos.
6. Costos de inversión. En este concepto se enlistó el capital invertido antes de operar el proyecto incluyendo terreno, construcción de estanques e infraestructura, equipo para alimentación, cosecha y equipo para transporte.
7. Costos de operación. Se relacionó el capital invertido en el proceso de producción incluyendo fertilización, compra de reproductores o crías para engorda, alimentación, mano de obra, energía y combustibles, administración y comercialización.
8. Rentabilidad. Se obtuvo la ganancia neta a través del ingreso menos los costos de operación menos la depreciación del equipo.
9. Punto de equilibrio. Este concepto se definió a través del nivel de venta del producto en el que no se obtiene ni utilidades ni pérdidas.
10. Relación beneficio/costo. Se obtuvo de la división del retorno en dinero por cada unidad invertida.

#### 5.4. Valoración de los indicadores sociales

En este punto se describen las actividades realizadas en las comunidades objeto de estudio durante el proceso de transferencia de tecnología.

##### 5.4.1. Formación de grupos de trabajo

Para la formación de los grupos de trabajo, se realizó una reunión en cada una de las comunidades donde se les explicó de forma particular el proyecto para el modelo de transferencia de tecnología.

##### 5.4.2. El acuerdo de trabajo

Posteriormente a la formación de los grupos de trabajo para el desarrollo del cultivo en cada una de las comunidades, se realizaron acuerdos verbales a través de asambleas para la definición de los equipos de trabajo, explicación de las tareas a realizar y la capacitación para las mismas.

##### 5.4.3. La capacitación y asesoría

La capacitación se realizó con los grupos de las 2 comunidades, mientras que la asesoría técnica se realizó con cada grupo por comunidad. La capacitación incluyó temas sobre producción de peces de ornato, sistemas de cultivo, calidad del agua y alimentación. La asesoría se basó en toma de parámetros hidrobiológicos y manejo de los organismos. Con respecto específicamente al desarrollo del cultivo, la metodología aplicada se muestra en la Figura 10.

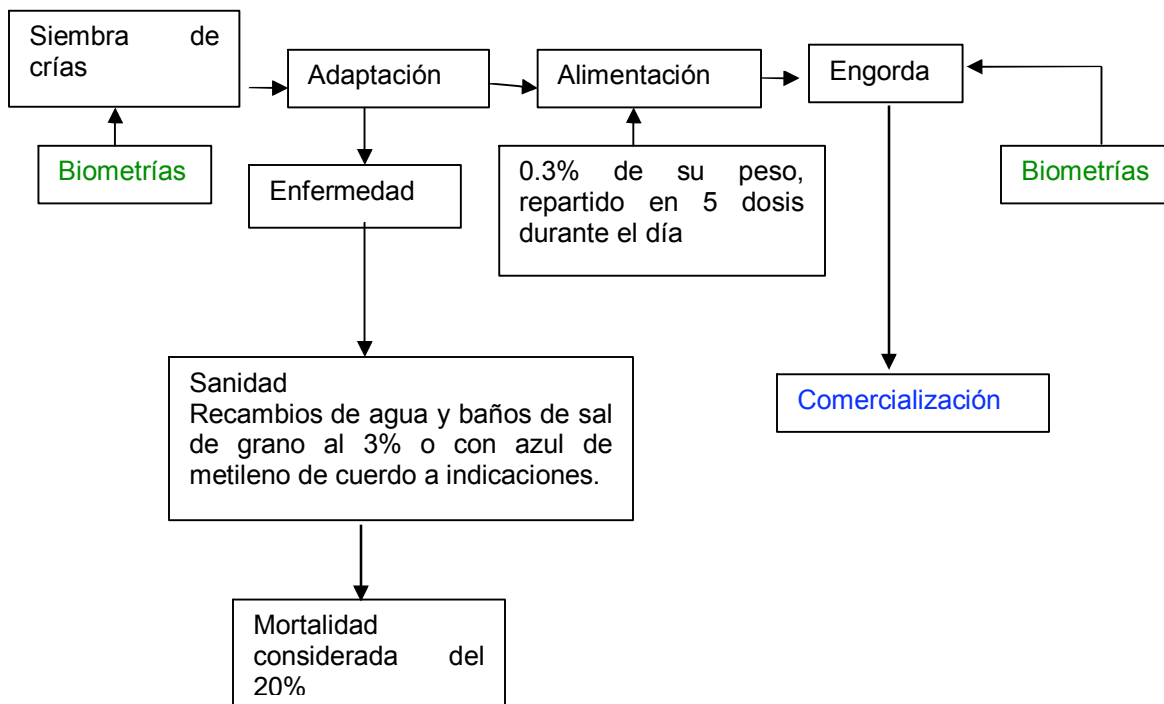


Figura 10. Resultado de la metodología utilizada para el desarrollo del cultivo en el estudio de caso.

#### 5.4.4. El Diagnóstico Rural Rápido

Los indicadores sociales donde se incluyen variables socioeconómicas y técnico-productivas, se estudiaron a través de un Diagnóstico Rural Rápido, principal medio de aprendizaje dentro del Diagnóstico Participativo, el cual es uno de los enfoques y metodologías para aprender en el ámbito de investigación y desarrollo rural (Chambers, 1992, 1994; Anderson y Rietbergen-McCraken, 1994).

Como variables socioeconómicas se relacionaron la edad, sexo, escolaridad, localidad, municipio, tenencia de la tierra y superficie del predio de los participantes en el proceso de validación del sistema de producción de peces de ornato en la comunidad La Nueva Victoria en el municipio de San Andrés Tuxtla. Dentro de las técnico-productivas, se



relacionaron los principales cultivos productivos en orden de importancia, el número de hectáreas que destinan a cada uno y el tipo de mercado al cual va dirigido.

La herramienta utilizada fue la entrevista estructurada o dirigida, la cual es una de las técnicas más usadas para realizar estudios de carácter exploratorio, lo que permitió captar información básica sobre el problema de investigación.

Esta técnica se aplicó a informantes clave, llamados así porque poseen experiencias y conocimientos relevantes sobre el tema que se estudia, o se encuentran en una posición (económica, social o cultural) dentro de su comunidad o grupo social que les permite proporcionar información que otras personas desconocen o darían en forma incompleta.

Los informantes clave pueden ser los representantes formales o informales de grupos sociales y sus opiniones y recomendaciones reflejan el sentir del conglomerado en que viven.

La técnica de la entrevista estructurada se realizó posterior al establecimiento de una relación de confianza con el informante que garantizó, en la medida de lo posible, la veracidad de los datos recopilados.

Para efectos del diseño de un modelo, se tomaron las siguientes variables (Cuadro 4):

Cuadro 4. Relación de variables de estudio.

RELACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO		
	VARIABLES	
	CUANTITATIVAS	CUALITATIVAS
<b>INDICADORES BIOLÓGICOS</b>	Temperatura	
Condiciones Climáticas	Precipitación Vientos	
<b>INDICADORES SOCIOECONÓMICOS</b>	Edad	Sexo
		Escolaridad Localidad Municipio
	Superficie del Predio	Tipo de Tenencia Uso del suelo
	Integrantes de la familia	Uso del agua
	Número de hombres	Vías de acceso
	Número de mujeres	Abastecimiento de agua
	Número de adultos	Energía eléctrica
	Número de menores	Centro de salud
	Integrantes que trabajan en la unidad	Letrinas
	Distancia a la cabecera municipal	Drenaje
	Distancia al pueblo más importante	Escuelas
	Ingreso económico	Transporte Teléfono
<b>INDICADORES TÉCNICO-PRODUCTIVOS</b>	Tiempo de trabajo en la unidad	Capacitación
Tecnología y manejo del sistema		Asesoría
		Abastecimiento de crías Alimentación
	Capacidad de producción Ciclos por año	

La información obtenida a través de esta técnica sirvió para efectuar un análisis principalmente cualitativo tanto por el tipo de preguntas como por el número de personas que se entrevistan.

Por otra parte y debido a que la piscicultura ornamental es una actividad productiva, se propuso para establecerla en la comunidad como una forma de:

- 1) Diversificar las actividades productivas del grupo objeto de estudio;
- 2) Promover la piscicultura como actividad productiva; y
- 3) Extender o aumentar la capacidad productiva de las granjas acuícolas establecidas en las zonas cercanas a la comunidad objeto de estudio. El aspecto de comercialización no se contempla dentro de los puntos principales de esta entrevista.

#### 5.4.5. Financiamiento y gestión de recursos en INVEDER

Se le propuso al grupo de La Nueva Victoria la participación en algunos de los programas estatales o federales para la gestión de recursos. Se revisaron las convocatorias a los diferentes programas y se elaboró el proyecto para ser gestionado en el Instituto Veracruzano para el Desarrollo Rural.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. El modelo de transferencia de tecnología en peces de ornato

Como parte del diseño del modelo de transferencia de tecnología se utilizaron dos esquemas: uno para el desarrollo del cultivo (Estrategia Periférica o Satélite, figura 8) y otro para la integración de una microempresa rural de reciente creación a otra ya establecida, pudiendo ser apoyados a través de la gestión de recursos en una dependencia estatal o federal (Desarrollo de Proveedores, figura 9), los cuales se ejemplifican a continuación:

Estrategia de transferencia satélite o periférica.- Esta estrategia de producción plantea el óptimo aprovechamiento de una granja de peces de ornato localizada en La Florida, Municipio de Angel Rosario Cabada, a unos kilómetros de las comunidades objeto de estudio. La localización estratégica de la granja por cercanía favorece el adquirir las crías de los peces de ornato para el desarrollo del cultivo disminuyendo las posibilidades de mortalidad por estrés, facilitando el traslado de los organismos hacia las comunidades, y la posterior siembra de los organismos en los sistemas de cultivo previamente designados para el posterior traslado de los peces en talla adulta de las comunidades hacia la granja, es decir el proceso inverso, para su comercialización.

En la figura 11 se observa la vinculación desarrollada durante el proceso de cultivo de los peces de ornato. El esquema para el desarrollo de productores de peces de ornato, como proveedores en el mercado, implicó involucrarlos, no sólo en el proceso productivo, si no también dentro del proceso de comercialización, brindándoles independencia de acciones y en la toma de decisiones a través de la solvencia

económica por medio de las solicitudes de créditos o financiamientos a las diferentes instancias de gobierno relacionadas para la adquisición de infraestructura y equipo. Este esquema se propuso como un proceso que deberá seguir, una vez dominados los temas que intervienen en el proceso de producción, como genética, sistemas de producción, reproducción y nutrición.

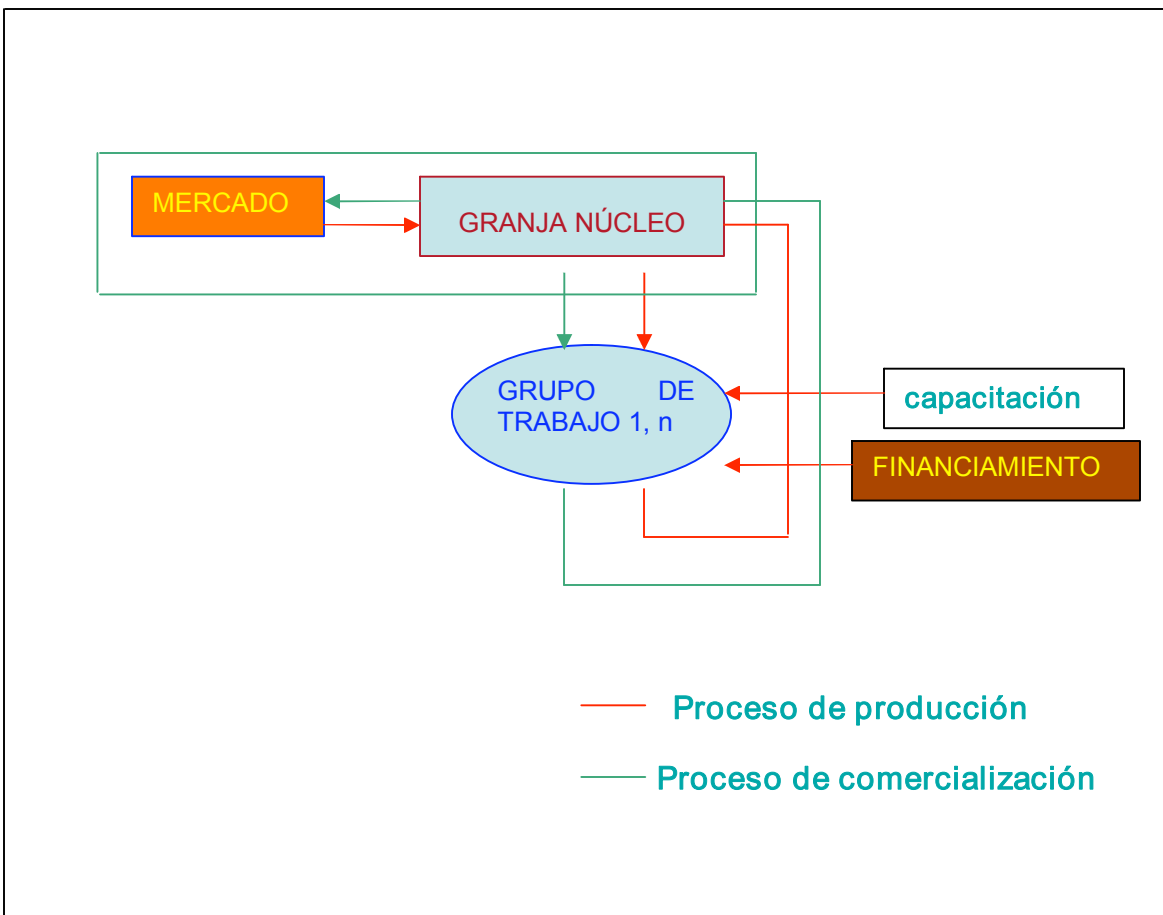


Figura 11. Estrategia de transferencia de tecnología aplicada en las comunidades de estudio.

Además, se trabajó la vinculación entre la microempresa integrada por los grupos de productores y la empresa Ecosistemas Acuícolas SAGARO. SAGARO funcionó como financiador del ciclo inicial, ya que las crías de los peces de ornato fueron entregadas al

grupo sin costo alguno y al llegar éstas a la talla comercial, SAGARO las comercializó, descontando el costo de la crías del precio final.

#### 6.1.2. Especie de mayor viabilidad técnica y de mercado en la granja Ecosistemas Acuícolas SAGARO

Se determinó que las especies de mayor viabilidad técnica y de mercado para el proceso de transferencia de tecnología con los productores fueron las dos siguientes: *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata*.

*Carassius auratus* (Japonés, nombre común) es una especie originaria de Asia Oriental y su distribución geográfica comprende desde Siberia hasta China, extendida actualmente por toda Europa. La forma del cuerpo es la de un huevo, algo más comprimido hacia delante, la aleta caudal o cola debe estar perfectamente dividida y ser doble, la división debe comenzar precisamente en la raíz de la cola y el punto de partida de ambas mitades debe hallarse recubierto de escamas. Otro requisito fundamental es que el cuerpo debe ser redondeado y la altura o diámetro vertical debe ser las tres quintas partes del largo. El dorso debe formar una línea arqueada y la cabeza debe ser corta y sin presentar ninguna joroba o recargo adiposo. Cada porción de la cola debe ser igual a la otra y si tiene una escotadura no debe ser muy profunda y sus puntas deben ser redondeadas. La aleta caudal debe caer perpendicularmente en estado de reposo del animal y tener movimientos ondulatorios cuando nada. Las dos aletas anales deben ser completas en todas sus partes. La aleta dorsal debe tener en su parte anterior la altura del cuerpo y posteriormente llegar a la mitad y no replegarse sobre si mismo. Las aletas anales y pectorales deben ser de un largo aproximado a la

mitad del ancho de la caudal y las aletas ventrales las tres quintas partes. Todas deben tener consistencia cartilaginosa y ligeramente redondeada en sus extremidades. La forma nativa llega a alcanzar hasta los 45 cm (Figura 12). En cuanto a la coloración, el japonés es amarillo grisáceo o bien gris plateado, pero a partir de esta coloración primitiva, mediante oportunos cruzamientos, se han originado todas las variedades restantes (anaranjado, albino, moro o de mira telescópica, cabeza de león, sello rojo, ojos de burbuja).



Figura 12. Pez Japonés variedad cabeza de león.

En la región anal del pez se observa la terminación del aparato digestivo e inmediatamente después el orificio anal que en el caso de las hembras es una pequeña protuberancia, tratándose de un tubo ovipositor mediante el cual expulsa los huevecillos. En el caso del macho el orificio anal está totalmente desprovisto del tubo ovipositor, hallándose solamente una depresión.

Otra característica importante son los tubérculos que caracterizan al macho, los cuales generalmente se observan en la época de celo. Estos tubérculos se localizan en el opérculo del pez y también al borde anterior de las aletas pectorales y son visibles como pequeños puntos blanquecinos que sobresalen del nivel epidérmico. Otro detalle

observado son las aletas pectorales que en los machos es siempre más alargada y robusta, con un primer radio grueso, siendo en las hembras más delgadas, redondeadas y cortas.

Esta especie prefiere los tanques al aire libre, con abundante vegetación. Es una especie muy prolífica y los huevos se adhieren a las plantas, es de índole pacífica y carece de exigencias particulares. Para reproducir al género *Carassius* se necesitan 20 litros de agua por cada reproductor, para mantenerlos en condiciones mínimas ideales. La cantidad de machos en relación con las hembras es variable pero puede ser de 1:1 o 1:2. El tamaño del pez japonés reproductor se estima a partir de los 8 a 10 cm. Los organismos se reproducen generalmente al iniciarse la primavera, aunque algunas veces se reproducen a mediados de agosto y el periodo se puede prolongar hasta febrero o marzo, es decir el periodo de reproducción puede considerarse anual aunque el periodo más aconsejable es de septiembre a noviembre, a fin de evitar que huevecillos y alevines tengan que completar su ciclo y desarrollo en condiciones adversas y permanezcan sin desarrollarse cuando comience el periodo de invierno.

La temperatura del agua deberá de ser de 25°C y tener un pH de 7.3 o ligeramente superior. Se deberá proveer elementos de fijación a los cuales se han de adherir los huevos inmediatamente después de ser expulsados por la hembra y fertilizados de forma simultánea por el macho.

De acuerdo a la literatura los *Carassius auratus* son peces omnívoros, es decir prácticamente comen cualquier tipo de alimento a excepción de los recién nacidos que se alimentan exclusivamente de zooplancton, sin embargo en la práctica resultan ser



organismos selectivos. Se le puede suministrar alimento vivo, así como alimentos secos del tipo balanceado comercial.

*Poecilia reticulata*. El nombre común es Guppy. Su hábitat es bastante extenso, comprende muchas regiones pertenecientes al Caribe: desde Venezuela, todas las Guyanas, el norte de Brasil, las islas de Trinidad y Tobago, y Barbados. Puede ser encontrado en sus formas silvestres, aunque hoy en día, dada la enorme difusión mundial de este pez, es posible encontrarlo en acuarios en casi todos los países del mundo, como uno de los más bellos y populares peces a los cuales dedica su atención las personas que practican la acuariofilia (Figura 13).

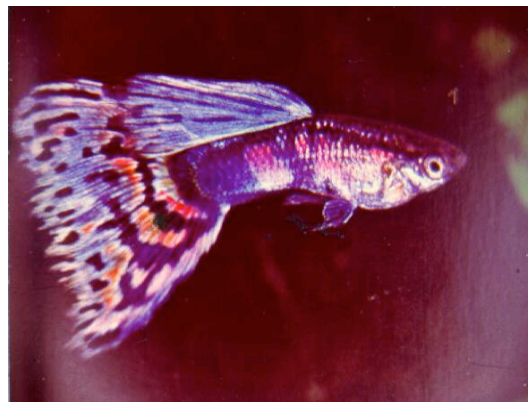


Figura 13. Pez Guppy variedad king cobra azul.

Los guppys son peces de cuerpo elongado, ojos grandes y negros. El color del cuerpo en estado silvestre es plateado o blanquecino; la hembra es más grande que el macho y presenta línea lateral. Los bellos ejemplares actuales han sido mejorados a través de cruces, obteniendo las formas y coloridos más variados como son: aletas cortas, largas, de encaje, rojas, amarillas o azules; colas en forma de espada, de doble

espada, de lira, redondas, de velo, en abanico y muchas otras. Los machos son de mayor colorido que las hembras.

Los machos miden de 3 a 5 cm de longitud total, mientras que las hembras son más grandes, llegan a medir de 5 a 7 cm.

Con respecto a la columna de agua, son peces de superficie que habitan en aguas estancadas o de curso lento.

En el cultivo el control de la temperatura es algo muy importante y debe estar en un nivel constante. La temperatura ideal se encuentra en el rango de 26 a 28° C, y si fluctúa gradualmente no causa serios daños a los peces. Una variación de temperatura superior a los 2°C, que ocurra en forma brusca casi siempre afecta de manera inmediata e intensa al pez, pudiéndole causar enfermedades e incluso la muerte.

Durante el apareamiento, el macho, después de un asiduo cortejo, introduce el gonopodio en la abertura genital de la hembra y transfiere una espermoteca que se disuelve en el gonoducto. Una parte de los espermatozoides fecundan los huevos maduros, mientras que el resto se almacena en los pliegues de las paredes del gonoducto.

La alimentación de los guppys no es un problema, ya que aceptan alimento vivo y comercial. Tomando en cuenta ésta adaptabilidad a los alimentos tanto vivos como preparados, se recomienda suministrar una alimentación variada para obtener buenos resultados. El alimento vivo puede ser suministrado a través de larvas de mosco (*Culex quinquefasciatus*), pequeños crustáceos como Artemia (*Artemia salina*), gusano de fango (*Tubifex tubifex*) y lombriz de tierra (*Eisenia foetida*), así como alimentos congelados como carne cruda de res y pollo.

En el mercado de alimentos para peces de ornato se encuentran varios productos como pueden ser: Tetra FD 4-in-1 (contiene un elevado contenido de carne), Squid flakes de la Young's Internacional Trader's Inc. (contiene pescado y animales marinos), Flake food (contiene cereales, vitaminas y elementos traza). Con respecto a los alimentos producidos en México, se tienen las marcas comerciales "Tetra Pérez" (alimento en hojuelas) y "Guramín", además de los de elaboración casera, que se elaboran a través del molido y secado de diferentes verduras, harinas de pescado y aglutinantes naturales, los cuales se mezclan y se extienden en forma de una capa delgada sobre un plástico para obtener hojuelas.

Por sus hábitos alimenticios y su resistencia al medio ambiente de poca calidad, se han utilizado para erradicar de cuerpos de agua urbanos larvas de mosco de la malaria y otras enfermedades transmisibles por estos vectores.

Una forma sencilla de criar guppys consiste en comprar un lote de reproductores de cinco hembras y dos machos. Se colocan en un acuario de 40 litros densamente plantado utilizando vegetación flotante abundante como riccia (*Riccia fluitans*) y cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*), así como algunas plantas de fondo como cabomba (*Cabomba caroliniana*), amazona enana (*Echinodorus bleheri*), amazona espada (*E. paniculatus*), amazona rangeri (*E. rigidifolius*), y Vallisneria (*Vallisneria americana*). Se recomienda complementar la alimentación de los peces con alimento vivo cuatro o cinco veces por semana, ya que se ha observado que este tipo de dieta incrementa el número de crías por camada. Las hembras ya preñadas presentarán un abdomen prominente y con una mancha oscura cerca de la aleta anal. El periodo de gestación es de aproximadamente un mes a una temperatura de 25°C; a temperaturas más

elevadas, se acorta ligeramente. La cantidad de crías depende del tamaño de la hembra, se han registrado camadas de hasta 80 alevines en hembras maduras de gran robustez y muy bien alimentadas. En hembras de talla mediana se obtienen de 15 a 20 alevines por camada y en las de mayor tamaño de 35 a 45 alevines (Solórzano, 1996). Los ciclos reproductivos son de cada 28 días, los alevines nacen completamente desarrollados, por lo que se les podrá distinguir ocultos entre las plantas de superficie.

Las hembras adultas son unos de los principales enemigos de los alevines por presentar canibalismo. Para evitar esto es necesario como ya se mencionó poner suficiente vegetación o instalar maternidades para permitir que las crías se protejan. Las hembras grávidas pueden retardar la liberación de los alevines, de manera que lo pueden hacer cuando estos ya son crías, es decir después de un periodo de 2 a 5 días, posterior a la absorción del saco vitelino. Las hembras liberan las crías en situaciones de emergencia en la población, como la disminución del nivel del agua, persecución por organismos depredadores o cuando se les intenta capturar.

De acuerdo con Solórzano (1996), se debe retirar a las crías periódicamente y trasladarlas a un acuario para crianza. La instalación del acuario para reproducción debe hacerse sin grava ya que agiliza su limpieza y facilita la alimentación de las crías. Un acuario de 20 litros puede alojar de 15 a 20 crías o de 8 a 12 juveniles, mientras que en uno de 40 litros se pueden colocar de 30 a 35 crías o de 20 a 25 juveniles.

Otra forma es alojar a los reproductores en un acuario y trasladar a las hembras preñadas a un acuario-maternidad de 20 a 40 litros con una cantidad abundante de vegetación flotante o de superficie y algunas plantas de fondo. Los alevines serán trasladados a un acuario de crianza después de un periodo de dos semanas.

Esta especie se recomienda para el aprovechamiento de cuerpos de agua tropicales con el uso de corrales de malla de 1.5x1.0x0.7 m, para el ciclo reproductivo dentro del mismo corral y maternidades de tela tipo tul de dimensiones de 0.3x0.3x0.3 m. Los reproductores se manejaron en una proporción 4:1, es decir, cuatro hembras por un macho.

### 6.1.3. Los sistemas de producción en la comunidad

Debido a que los productores contaban con diferentes características en cuanto a infraestructura disponible, el diseño del sistema incluyó tres formas diferentes:

a) Pileta.- la cual se utilizaba principalmente para el abastecimiento de agua a la vivienda (Figura 14). Cuenta con unas dimensiones de 1.5x1.5x1.80 m, y se localizaba en el patio trasero de la casa. El flujo de agua se proveyó a través de una manguera.

b) Abrevadero.- utilizado inicialmente para el abastecimiento de agua al ganado, se lavó perfectamente para su uso para el cultivo de los peces de ornato.

c) Estanques de piedra con concreto.- Los estanques se construyeron por iniciativa de 2 de los grupos, uno en el patio frontal de la casa y el otro a un lado de otra de las casas; uno sumergido y el otro elevado. El agua se proporcionó a través de mangueras dispuestas para abastecer de agua a la casa.



Figura 14. Estanque construido por el grupo de trabajo.

#### 6.1.4. Sistemas de producción en SAGARO

La infraestructura de la granja Ecosistemas Acuícolas SAGARO involucra:

- Piletas de concreto en batería de 122.3 m<sup>2</sup> cada una para cultivo intensivo
- Piletas de concreto en batería de 108 m<sup>2</sup> para cultivo intensivo
- Piletas de concreto en batería de 85.1 m<sup>2</sup> para cultivo intensivo
- Estanques rústicos para cultivos extensivos
- Tinas de plástico para cultivo semi-intensivo (Figura 15)

Además, como parte de la tecnología en los sistemas de producción, la granja cuenta con un laboratorio en el cual se realiza el proceso reproductivo para la obtención de crías de especies como cíclidos nativos y africanos y de los japoneses en peceras de cristal. Posteriormente, las crías son llevadas a las piletas de concreto, en el caso de los ciclidos, o a las tinas de plástico para los japoneses. El proceso reproductivo de los guppys se realiza en su totalidad en las piletas de concreto en el exterior. Los

estanques rústicos son utilizados para el cultivo de especies comestibles como la obtención de crías de tilapia.



Figura 15. Ecosistemas acuícolas “SAGARO”, ubicada en La Florida, municipio de Angel R. Cabada fue la empresa en la cual se realizó el proceso de transferencia de tecnología bajo el esquema de estrategia satélite o periférica.

## 6.2. Valoración de indicadores biológicos

### 6.2.1. Parámetros biológicos

Los organismos se sembraron el 27 de mayo con una talla inicial de 1.5 cm y un peso de 0.10 gramos. La biometría final realizada el 29 de julio dio como resultado los datos de talla de 3.2 cm y de peso 0.30 gramos. Durante las 10 semanas que duró el desarrollo del cultivo en las comunidades, el crecimiento de los organismos fue de acuerdo a las referencias bibliográficas (Marty, 1986; García, 1991; Fuentes y Piña, 1997), como se muestra en las figuras 16, 17 y 18.

Los datos de siembra de los organismos de talla y peso fueron de 1.5 cm y 0.1 g, respectivamente, mientras que los de cosecha fueron 3.2 cm y 0.3 g. En promedio los peces crecieron 2.57 cm y 0.24 g.

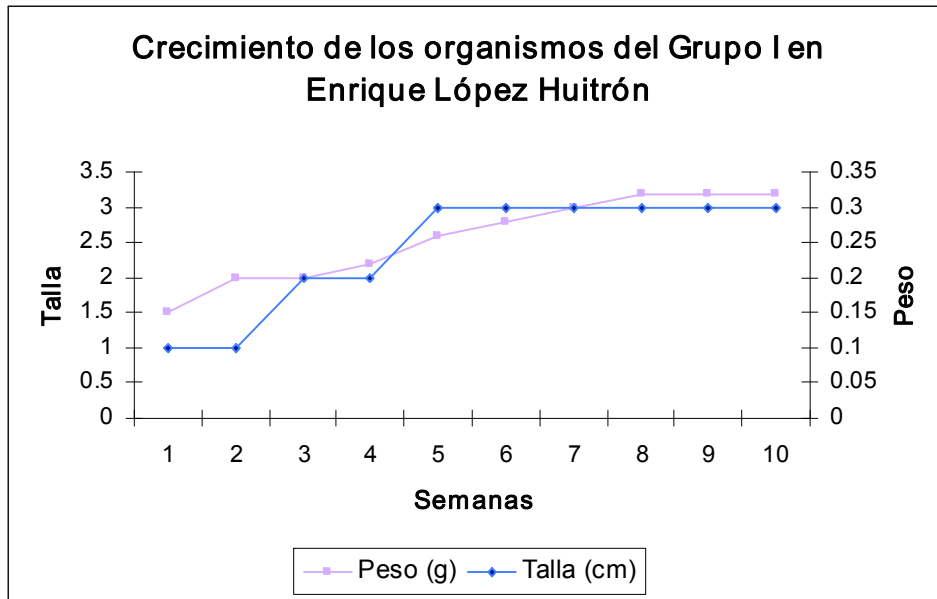


Figura 16. Crecimiento de los guppies del Grupo I en Enrique López Huitrón.

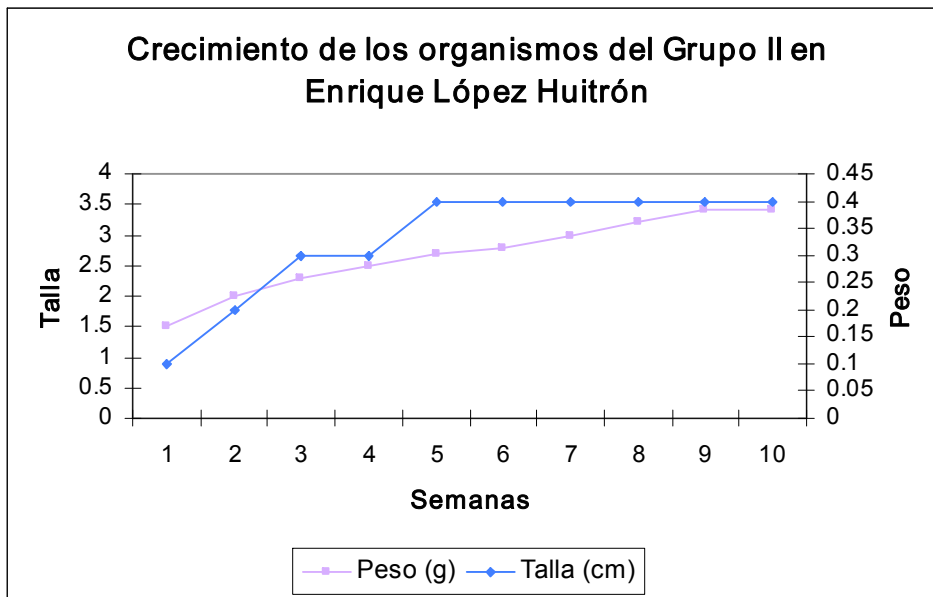


Figura 17. Crecimiento de los guppies del Grupo II en Enrique López Huitrón.



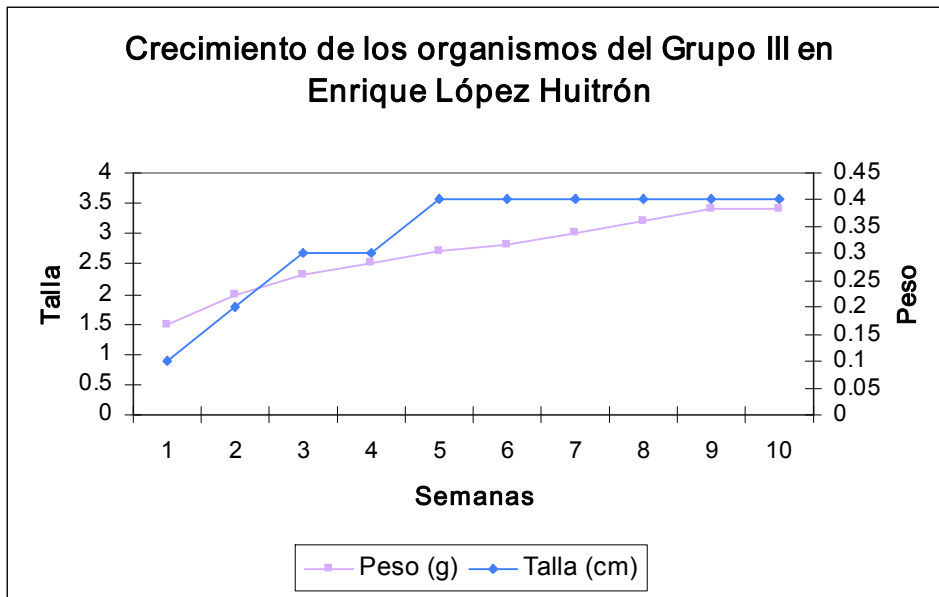


Figura 18. Crecimiento de los guppies del Grupo III en Enrique López Huitrón.

Los valores de siembra de los peces del Grupo II en la comunidad Enrique López Huitrón fueron de 1.5 cm y 0.1 g., respectivamente, mientras que los de cosecha fueron 3.4 cm y 0.4 g. Respecto a las biometrías de los organismos del Grupo III en la misma comunidad, la talla fue 1.5 cm, el día de la siembra y 3.4 cm en la cosecha.

Para los organismos de los Grupos I y II en La Nueva Victoria (Figuras 19 y 20) la talla al inicio del periodo fue de 1.5 cm y al final de 2.7 cm, mientras que el peso fue de 0.1 y 0.3 g, respectivamente.

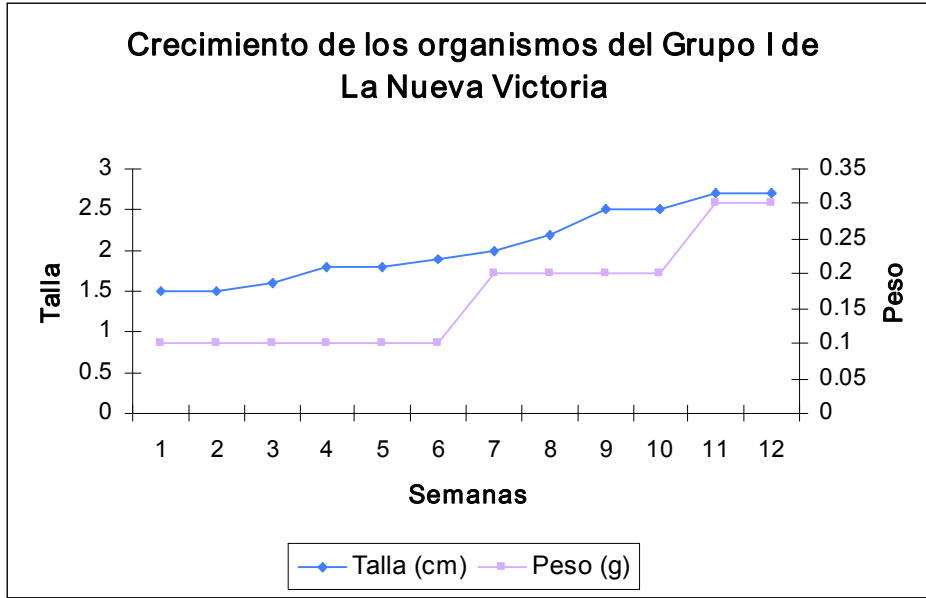


Figura 19. Crecimiento de los guppies del Grupo I de La Nueva Victoria.

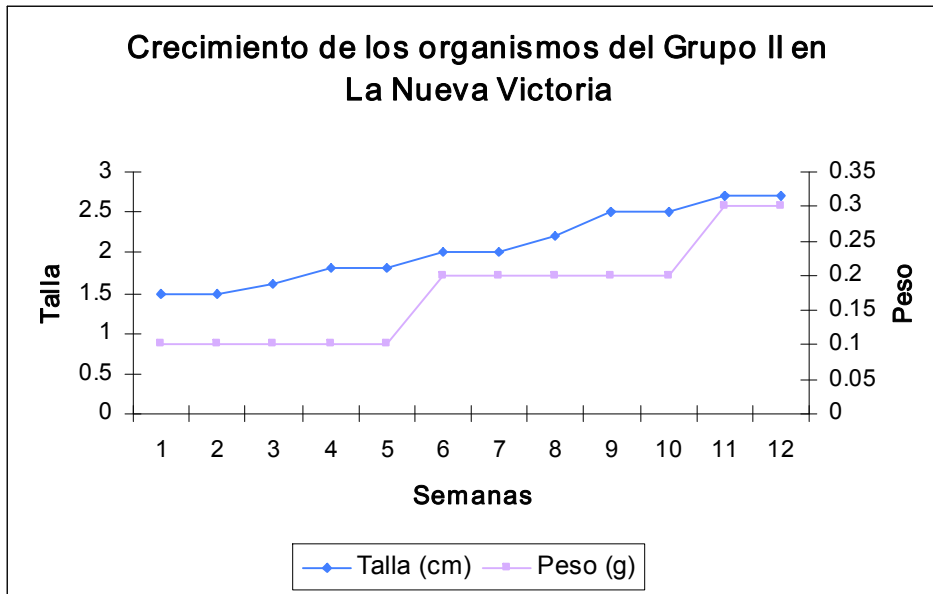


Figura 20. Crecimiento de los guppies del Grupo II en La Nueva Victoria.

### 6.2.2. Determinación de los parámetros físicos y químicos

Los datos de temperatura durante el desarrollo del cultivo para el Grupo I de la comunidad Enrique López Huitrón (Figura 21), oscilaron entre 26 y 32°C, mientras que el pH se mantuvo entre 7.5 y 9, lo que indica que el agua de la cual se provee la comunidad es ligeramente alcalina. El promedio registrado para el oxígeno fue de 1.25 mg/l<sup>1</sup>, teniendo un máximo de 2.5 y un mínimo de 0 mg/l<sup>1</sup>, situación que se resolvió colocando una manguera en el sistema para aumentar el nivel de oxígeno por medio de la aireación a través del flujo de agua. El amonio se mantuvo en valores cercanos al cero debido principalmente a que la fuente de agua fue un pozo y debido a que algunos autores como Contreras (1994), lo relacionan con la descomposición del agua y por lo tanto con índices de contaminación, los valores observados se consideraron adecuados para el desarrollo del cultivo.

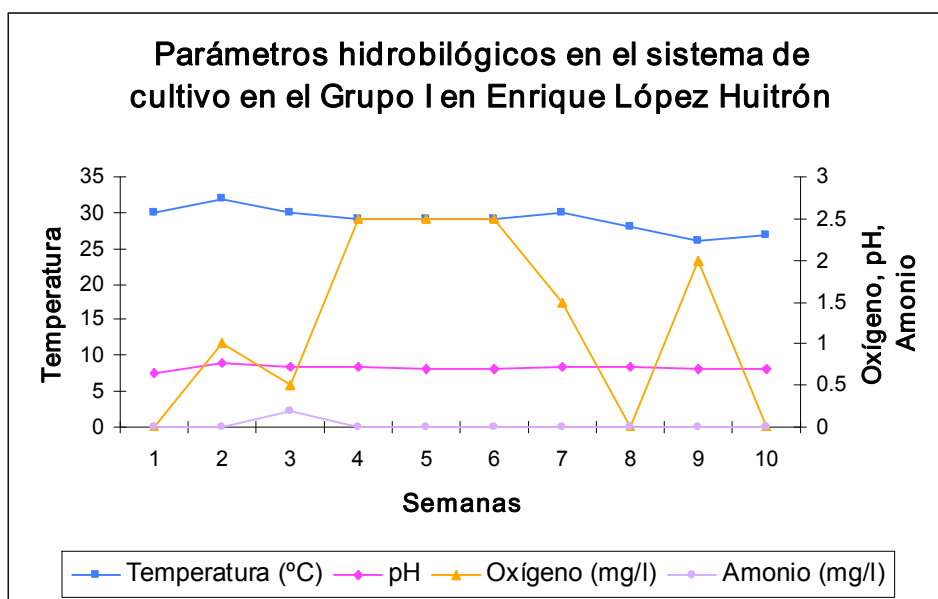


Figura 21. Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo en el Grupo I en Enrique López Huitrón.

Los datos de temperatura durante el desarrollo del cultivo para el Grupo II (Figura 22), oscilaron entre 25 y 30°C, debido principalmente a una mayor profundidad del estanque y a que este se encontraba debajo de una sombra proporcionada por árboles y plantas del lugar, mientras que el pH se mantuvo entre 7.5 y 9. El promedio registrado para el oxígeno fue de 2.33 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>, teniendo un máximo de 5.5 y un mínimo de 0 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. El amonio se mantuvo en valores cercanos a 0.

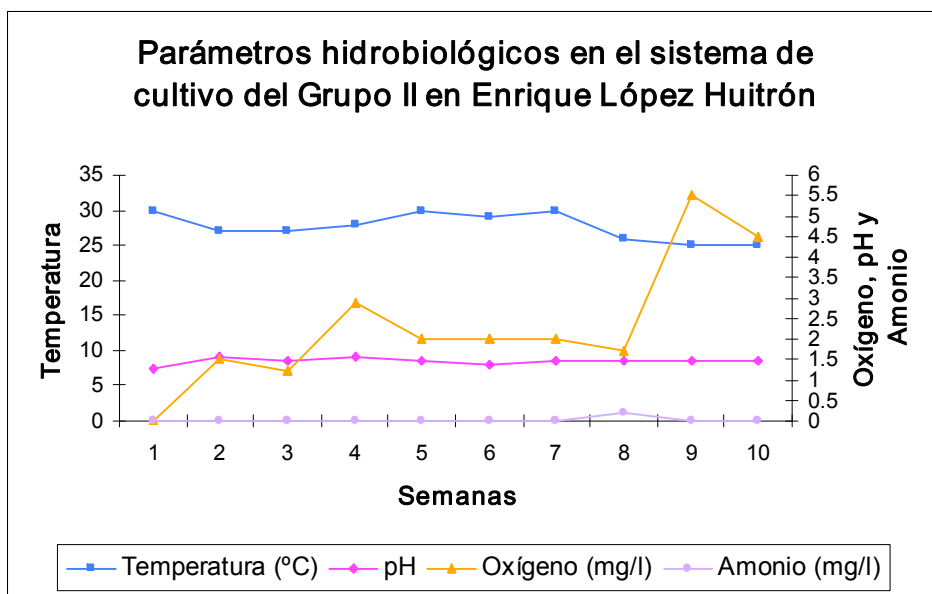


Figura 22. Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo II en Enrique López Huitrón.

Para el estanque de concreto del Grupo III (Figura 23), se observaron los siguientes valores: temperatura promedio de 27.8 °C, con un máximo de 30°C y un mínimo de 25°C; el pH tuvo un valor máximo de 9.0 y un mínimo de 7.5, mientras que el oxígeno registro valores promedio de 1.82 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>.

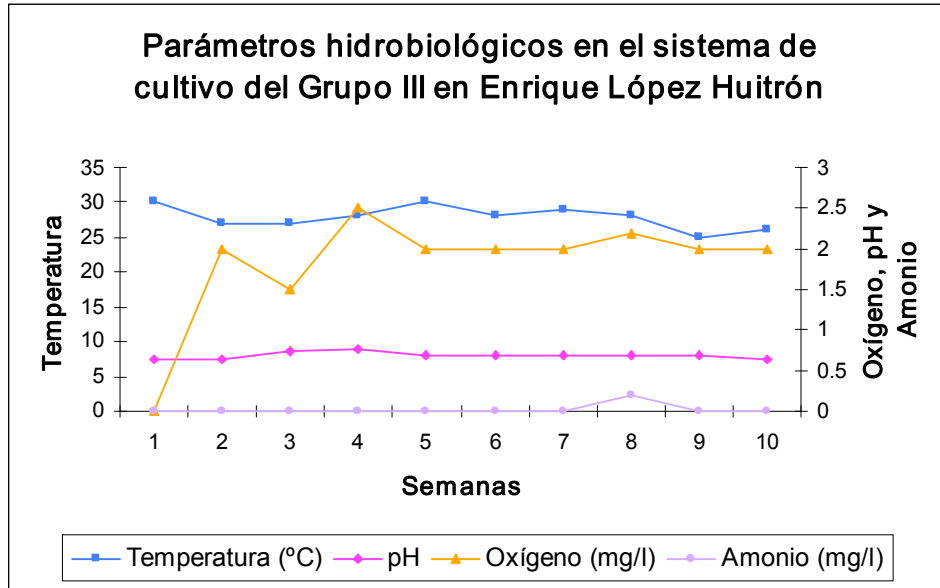


Figura 23. Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo III en Enrique López Huitrón.

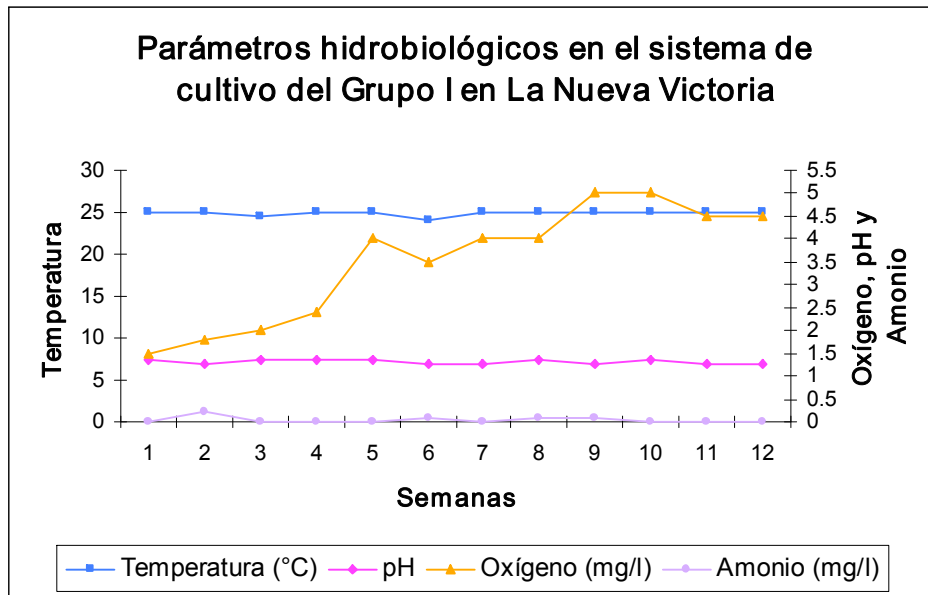


Figura 24. Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo I en La Nueva Victoria.

Respecto al Grupo I, en la comunidad de La Nueva Victoria en el municipio de San Andrés Tuxtla (Figura 24), durante las 12 semanas que duró el cultivo los parámetros hidrobiológicos se mantuvieron con los siguientes valores: temperatura mínima de 24°C y máxima de 25°C; el pH osciló entre 7 y 7.5; el oxígeno en su valor mínimo fue de 1.5  $\text{mg l}^{-1}$  y el máximo de 5  $\text{mg l}^{-1}$ .

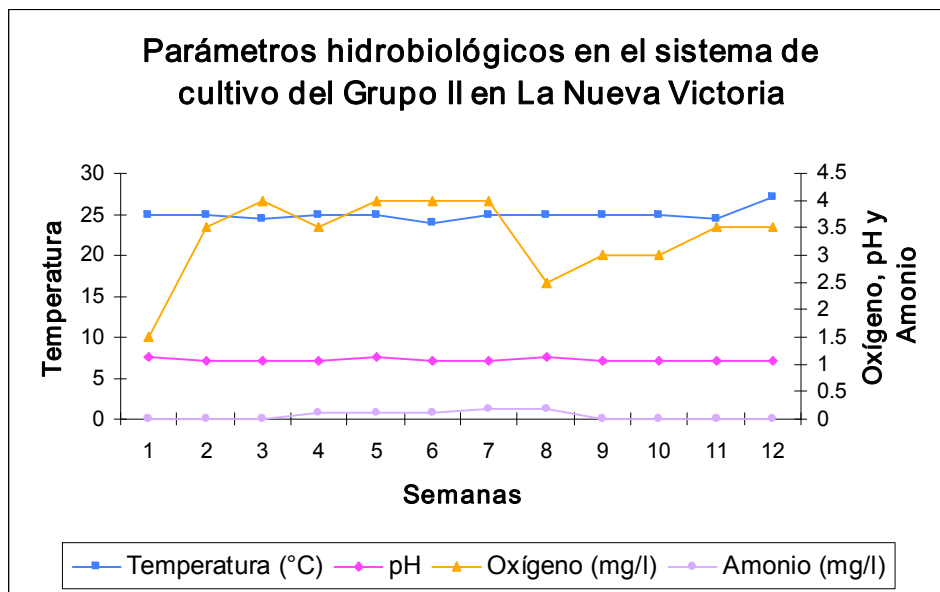


Figura 25. Parámetros hidrobiológicos en el sistema de cultivo del Grupo II en La Nueva Victoria.

Para el Grupo II de la misma comunidad (Figura 25), la temperatura se mantuvo en valores máximos de 27°C y mínimos de 24°C, el pH se mantuvo en valores cercanos a 7 y el oxígeno registro como valor mínimo 1.5  $\text{mg l}^{-1}$  y un máximo de 4  $\text{mg l}^{-1}$ . En ambos casos del Grupo I y Grupo II, el amonio se mantuvo en valores cercanos a 0.

### 6.3. Valoración de indicadores económicos

#### 6.3.1. Evaluación de mercado

En un estudio de mercado realizado en 22 acuarios en el Puerto de Veracruz, se obtuvo que un 87.5% de los entrevistados mencionaron una marcada preferencia en el público por los Guppys (*Poecilia reticulata*). La preferencia del 12.5% restante se encuentra entre otros miembros de la familia Poeciliidae como platys (*Xiphophorus maculatus*), mollys (*Poecilia sphenops*) y espadas (*Xiphophorus helleri*), además de los japoneses (*Carassius auratus*), betas (*Betta splendens*), angeles (*Pterophyllum scalare*), entre otros.

La oferta con respecto a las especies mencionadas es todo el año, siendo escasa en invierno, por razones climáticas, que se relacionan principalmente con los hábitos reproductivos de las mismas, ya que a temperaturas bajas no hay reproducción y por lo tanto no hay crías (caso contrario el de los *Carassius*, que no se reproducen en época de calor). En cuanto a la demanda, el 37.5% de los entrevistados mencionaron que hay todo el año, debido a que provienen de otros estados, incluso de exportación). Otro 37.5% mencionó que la mayor demanda es en invierno y el 25% restante mencionó que existe mayor demanda en el verano a causa, principalmente, del periodo vacacional escolar, en el cual los niños pasan mas tiempo en casa y desarrollan la acuariofilia.

En una visita realizada a la granja piscícola “Continental Sea Born”, ubicada en el Estado de Veracruz, se estimó que el dato de producción aproximada es de 40,000 organismos mensuales pertenecientes a alrededor de 30 diferentes especies. La mayor parte de la producción se comercializa en la ciudad de México, con precios que van de

\$0.60 a \$8.00 por individuo.

En el mismo Estado existe también una de las principales granjas productoras de peces de ornato, “Ecosistemas Acuícolas Sagaro” localizada en el municipio de Angel R. Cabada, la cual en el año 2007 tuvo una producción de 895,790 peces.

Además de la producción a nivel empresarial de peces de ornato, como en los casos mencionados anteriormente, en la Ciudad de Veracruz existe la producción casera o de traspatio, que tiene importancia debido principalmente a la cantidad de personas que la practican.

De acuerdo a un sondeo realizado para evaluar los cambios ocurridos dentro de las preferencias del público con respecto a las especies ornamentales, se encontró que la demanda por el Japonés (*Carassius auratus*) en todas sus variedades ha aumentado, desplazando al Guppy (*Poecilia reticulata*) a un segundo lugar.

El precio que alcanza el *Carassius auratus* o Japonés varía de acuerdo:

1. El lugar donde se encuentre ubicado el acuario, es decir, colonias populares, mercados y zonas residenciales
2. El tamaño de los organismos, ya que la comercialización en cuanto a tallas también es muy variable, encontrándolos desde los 4 a los 8 cm y,
3. La variedad de la cual se trate, teniendo que entre los más caros están el sello rojo y el cabeza de león.

Los precios varían en un rango de entre \$20.00 y \$60.00 por pareja, de acuerdo a la especie de que se trate.



### 6.3.2. Rentabilidad de la producción de peces de ornato

Para determinar la rentabilidad de la producción de peces de ornato como actividad productiva, se realizó una evaluación económica de la granja núcleo para obtener indicadores financieros.

En los activos fijos de la empresa donde se incluyen el valor del terreno y el costo de la instalación de la infraestructura para el desarrollo del cultivo de la especie de peces ornamentales, además de un transformador para el abastecimiento de energía eléctrica. El monto total de los activos fijos de la empresa asciende a \$1'188,789.28.

La relación de activos directos variables de la empresa incluyen los peces, tanto reproductores como en desarrollo, y el equipo utilizado en el proceso de producción, el total asciende a \$119,393.76.

En los activos variables indirectos de la empresa que incluyen el alimento balanceado comercial, los medicamentos utilizados para tratamientos preventivos de los organismos, el material usado para el empaque y transporte de los peces para su comercialización y los sueldos del responsable de la granja y de 3 empleados, lo que asciende a un total de \$345,350.40.

Con respecto a los gastos indirectos de la empresa, estos equivalen a \$46,680.00 y corresponden a los gastos generados por el proceso de comercialización, al traslado por paquetería y al sueldo del gerente de la empresa.

Los gastos directos de la empresa suman un total de \$1'606,853.44, lo que implica el mayor gasto dentro del proceso de producción. Sin embargo en este indicador se incluyen los gastos que sólo se hacen una vez y que se refiere en primer término al terreno, a la instalación de la infraestructura como son las piletas rectangulares, las

tinajas de plástico circulares, los estanques rústicos, el canal de llenado y de vaciado, el laboratorio, la bodega, el sistema hidráulico y eléctrico, equipo de bombeo, aireación y para la toma de parámetros hidrobiológicos, la compra del terreno y los reproductores. Además, como gastos indirectos se mencionan los que se generan como parte del proceso productivo como son mano de obra, alimentación y medicamentos para tratamiento de enfermedades y como medidas profilácticas.

- En la relación de ingresos totales mensuales y anuales por tipo de mercado (Cuadro 8) de exportación, de mayoreo y de menudeo, las ventas en el primer año suman \$895,790.00, divididas en \$362,880.00 del mercado de menudeo, \$524,160.00 el de mayoreo y \$8,750.00 el de exportación. Cabe aclarar que a pesar de que los cíclidos nativos van en su totalidad al mercado de exportación, tienen un mejor precio los japoneses, por tratarse de un mercado al menudeo.

Las principales especies que se comercializan y sus variedades se enlistan a continuación:

- Cíclidos africanos: *Pseudotropheus zebra* variedades rojo, albino, golden; *Pseudotropheus kenyi*, *Pseudotropheus socolofi*, *Haplochromis venustus*; *Haplochromis ahli*, *Melanochromis auratus*, *Labidochromis caeruleus*, *Iodotropheus sprengerae*.
- Cíclidos nativos o americanos: *Amphilophus robertsoni*, *Vieja bifasciatus*, *Vieja fenestratum*, *Thorichthys helleri*, *Cichlasoma motaguense*.
- Japoneses: *Carassius auratus* var. moro, ryukin, calicó, sello rojo
- Angeles: *Pterophyllum scalare* variedades mármol, dorado, rayado ó común
- Gouramis: *Trichogaster trichopterus* variedades cosby, platino, miel

- Cebras: *Brachydanio rerio* variedades Azul
- Guppys: *Poecilia reticulata* variedades cola roja
- Espadas: *Xiphophorus helleri* variedades rojo y cola negra
- Platys: *Xiphophorus maculatus* variedades rojo y Mickey Mouse
- Mollys: *Poecilia latipinna* variedades negra y sunset

Cuadro 5. Relación de ingresos totales por ventas de organismos de la empresa.

ESPECIES	CICLOS/ AÑO	CRÍAS/ HEMBRA	NO. HEMBRAS	TOTAL DE CRIAS	PRECIO/ PEZ	SUBTOTAL MENUDEO	SUBTOTAL MAYOREO	EXPORTACIÓN
Cíclidos africanos	24	35	416	174720	\$3.00		524160	
Cíclidos americanos o nativos	4	35	50	3500	\$2.50			8750
Japoneses	24	30	25	9000	\$4.80	43200		
Angeles	24	20	30	7200	\$5.00	36000		
Gouramis	24	27	30	9720	\$4.00	38880		
Cebras	24	80	150	144000	\$1.20	172800		
Guppys	24	30	25	9000	\$2.00	18000		
Espadas	24	30	25	9000	\$2.20	19800		
Platys	24	30	25	9000	\$1.80	16200		
Mollys	24	30	25	9000	\$2.00	18000		
<b>TOTAL</b>		<b>384140</b>				<b>362880</b>	<b>524160</b>	<b>8750</b>

El total de los costos de inversión (Cuadro 6) asciende a \$1,258,183.04, e incluye la infraestructura y el equipo requerido para poner el establecimiento de la granja, considerando el terreno.

Cuadro 6. Costos de Inversión.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Terreno	1	ha	\$50,000.00	\$50,000.00
Infraestructura				
Piletas de concreto:				
Bateria A				
Concreto	122.3	m <sup>2</sup>	\$800.00	\$97,840.00
Malla metálica	60	m	\$800.00	\$48,000.00
Bateria B				
Concreto	122.3	m <sup>2</sup>	\$800.00	\$97,840.00
Malla metálica	60	m	\$800.00	\$48,000.00
Bateria C				
Concreto	108.3	m <sup>2</sup>	\$800.00	\$86,640.00
Bateria D				
Concreto	85.1	m <sup>2</sup>	\$800.00	\$68,080.00
Laboratorio	180.4	m <sup>2</sup>	\$1,000.00	\$180,400.00
Bodega	72.4	m <sup>2</sup>	\$1,000.00	\$72,400.00
Estanques rústicos	12	jornales	\$70.00	\$840.00
Perfilado de taludes	180	jornales	\$70.00	\$12,600.00
Sistema hidráulico:				
Canal de llenado	193.2	m <sup>2</sup>	\$800.00	\$154,560.00
Canal de vaciado de concreto	261.6	m <sup>2</sup>	\$800.00	\$209,280.00
Canal de vaciado de tubo de pvc de 6"	39	m	\$28.16	\$1,098.24
Tubos de vaciado de pvc de 4"	90	m	\$9.83	\$884.70
Codos de pvc de 2"	64	pieza	\$3.50	\$224.00
Tubos de pvc de 2"	38.4	m	\$8.85	\$339.84
Manguera de poliducto de 2"	150	m	\$9.09	\$1,363.50
Sistema eléctrico	1			\$58,399.00
Maquinaria y equipo:				
Pozo	1	pieza	\$12,085.01	\$12,085.01
Bomba sumergible de 1 HP	3	pieza	\$4,098.50	\$12,295.50
Bomba sumergible de 1/8 HP	1	pieza	\$963.25	\$963.25
Soplador tipo turbina de 1/3 HP	1	pieza	\$3,663.00	\$3,663.00
Báscula Toledo de 5 kg	1	pieza	\$417.00	\$417.00

Peceras	72	pieza	\$150.00	\$10,800.00
Tinas de fibra de vidrio	5	pieza	\$100.00	\$500.00
Cubetas	10	pieza	\$34.50	\$345.00
Redes tipo cuchara	10	pieza	\$22.50	\$225.00
Master Test Kit	1	pieza	\$300.00	\$300.00
Reproductores				
Cíclidos africanos	480	pez	\$100.00	\$48,000.00
Cíclidos nativos	100	pez	\$30.00	\$3,000.00
Japoneses	100	pez	\$150.00	\$15,000.00
Angeles	30	pareja	\$150.00	\$4,500.00
Gouramis	60	pez	\$30.00	\$1,800.00
Cebras	300	pez	\$6.00	\$1,800.00
Guppies	100	pez	\$10.00	\$1,000.00
Espadas	100	pez	\$10.00	\$1,000.00
Platys	100	pez	\$7.00	\$700.00
Mollys	100	pez	\$10.00	\$1,000.00
TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN				\$1,258,183.04

Los costos de operación (Cuadro 7) incluyen costos fijos y variables y suman \$1,603,333.44

Cuadro 7. Costos de Operación.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fijos				
Mano de obra:				
Empleados	1080	jornales	\$60.00	\$64,800.00
Gerente	12	jornales	\$2,500.00	\$30,000.00
Tanque de oxígeno	12	concesión	\$25.00	\$300.00
Comercialización:				
Teléfono	12	renta	\$300.00	\$3,600.00
Bolsas	1200	pieza	\$1.00	\$1,200.00
Oxígeno	12	llenado	\$50.00	\$600.00
Ligas	24	bolsas	\$8.00	\$192.00
Cajas	72	pieza	\$5.00	\$360.00
Cinta canela	48	piezas	\$6.00	\$288.00
Traslado	60	viajes	\$25.00	\$1,500.00
Flete	72	cajas	\$120.00	\$8,640.00
Subtotal				\$111,480.00
Variables				
Alimento:				
Hojuelas Wardley	24	kg	\$350.00	\$8,400.00
Purina	1200	kg	\$143.00	\$171,600.00
Medicamentos:				

Oxitetraciclina	10	100 ml	\$47.25	\$472.50
Cloramfenicol				
Verde de malaquita	2	kg	\$106.40	\$212.80
Sulfato de cobre	2	kg	\$103.20	\$206.40
Permanganato de potasio	2	kg	\$89.15	\$178.30
Azul de metileno	2	kg	\$64.10	\$128.20
Hiposulfito de sodio	2	kg	\$154.10	\$308.20
Cloruro de sodio	1200	kg	\$42.00	\$50,400.00
Formol	48	litro	\$35.00	\$1,680.00
Cloro	24	litro	\$3.50	\$84.00
Subtotal				\$233,670.40
TOTAL DE COSTOS DE OPERACIÓN				\$345,150.40

Como indicador principal de rentabilidad esta la Relación Beneficio/Costo (Cuadro 8), que de acuerdo al resultado obtenido indica que por cada peso invertido se obtiene \$1.60 de ganancia.

Cuadro 8. Indicadores de Rentabilidad.

COSTOS DE INVERSIÓN	\$1,258,183.04
COSTOS DE OPERACIÓN	\$345,150.40
COSTOS TOTALES	\$1,603,333.44
INGRESO	\$ 895,790.00
GANANCIA BRUTA	\$550,639.60
GANANCIA NETA	\$390,306.26
RENDIMIENTO	\$384,140.00
PUNTO DE EQUILIBRIO	0.89
RELACIÓN B/C	2.60

De acuerdo al ejercicio realizado el horizonte del presente proyecto (Cuadro 9) es de 3 años, lo que quiere decir que en el tercer año se empieza a obtener un ingreso, después de recuperar la inversión realizada.

### Cuadro 9. Horizonte del Proyecto.

AÑO	0	1	2	3	4	5
INVERSIÓN	\$1,258,183.04					
OPERACIÓN		-\$345,150.40	-\$345,150.40	-\$345,150.40	-\$345,150.40	-\$345,150.40
INGRESO	0	\$865,790.00	\$865,790.00	\$865,790.00	\$865,790.00	\$865,790.00
SUMA	-\$1,258,183.04	\$520,639.60	\$520,639.60	\$520,639.60	\$520,639.60	\$520,639.60
ACUMULADA	-\$1,258,183.04	-\$737,543.44	-\$216,903.84	\$303,735.76	\$824,375.36	\$1,345,014.96

## 6.4. Valoración de indicadores sociales

### 6.4.1. Formación de los grupos de trabajo

Para el desarrollo del cultivo de los peces de ornato las comunidades participantes se dividieron en: Enrique López Huitrón y La Nueva Victoria, ambas en el municipio de San Andrés Tuxtla, formando 3 y 2 grupos de trabajo, respectivamente. Para efectos de presentación de los resultados los grupos se dividieron en I, II y III para la comunidad de Enrique López Huitrón (Cuadro 10), y I y II para La Nueva Victoria (Cuadro 11). En los cuadros siguientes se enlistan los nombres de cada participante por grupo:

Cuadro 10. Relación de integrantes por grupo en la comunidad de Enrique López Huitrón, municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz.

GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
Isabel	Manuela	Elena
Juana	Francisca	Hilda
Juana	Isabel	Jacqueline
Paula	Ma. Del Carmen	Juana
Argelia	Tomasa	María
Ma. Antonia	Petra	Maribel
Jazmín	Alba	Rosa
Rita	Adela	



Cuadro 11. Relación de integrantes por grupo en la comunidad de La Nueva Victoria, en el municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz.

GRUPO I	GRUPO II
Daniel	Sara
Claudia	Lucía
Cliseria	Rosalía
Maribel	Franco
Moisés	Pablo
Reynalda	Selene

#### 6.4.2. El acuerdo de trabajo

El proceso de transferencia tecnológica hacia la comunidad se dio en cooperación con un técnico que formaba parte del Programa de Desarrollo de Capacidades en el Medio Rural (PRODESCA), del Instituto Veracruzano para el Desarrollo Rural (INVEDER), dentro del municipio de Ángel R. Cabada, que además había sido designado por los grupos de trabajo como su representante. La primera reunión se realizó en la Dirección de Fomento Agropecuario a la cual asistieron los miembros de grupo de trabajo de la comunidad de Enrique López Huitrón del municipio de San Andrés Tuxtla, además de Mariano Martínez como técnico PRODESCA. En esa reunión se determinaron las características del proyecto así como el proceso de transferencia tecnológica bajo el cual se llevaría a cabo la producción de peces de ornato en su comunidad. Se determinó además, la existencia de un abrevadero sin uso, el cual se emplearía de manera inicial para la engorda de los peces.

#### 6.4.3. La capacitación y asesoría

Durante el proceso de capacitación (Figuras 26 y 27) se presentaron algunas dudas dentro del grupo, principalmente en el aspecto económico, ya que su principal

preocupación era la de saber cuánto obtendrían por la venta de los organismos, y si la distribución de las ganancias se haría de acuerdo al número de organismos asignados.



Figura 26. Capacitación para el proceso de producción de peces de ornato para los 3 grupos de mujeres participantes en el proceso de transferencia de tecnología.



Figura 27. Capacitación a los 3 grupos de mujeres participantes en el proceso de transferencia de tecnología para determinación de los parámetros hidrobiológicos: oxígeno disuelto, pH, temperatura y nitritos.

Al observarse la problemática que se empezaba a gestar, debieron de redistribuirse los organismos. Sin embargo se consideró que esto era inconveniente para el desarrollo de los peces, ya que por estrés podía aumentar el índice de mortalidad estimado.

A la semana siguiente de la capacitación, el comentario de Isabel, integrante del grupo I, se refirió al interés de un vendedor de la cervecería “Superior” de comprar los peces a un precio de \$4.00/pez. En base a ello, se aclaró en una reunión con el grupo de mujeres que por esta primera ocasión, y debido al compromiso contraído con “SAGARO”, los peces debían ser vendidos a esta granja, para eventos posteriores, la comercialización se realizaría con la empresa que realizara la mejor oferta. A la semana siguiente de esto, se observó dentro del abrevadero una menor cantidad de organismos, que de acuerdo a la productora donde éste se encontraba, se habían muerto, por lo que al preguntarle por los cadáveres, respondió que no los había encontrado. Al final del proceso se encontró que los peces “muertos”, habían sido alrededor de 370.

Cabe aclarar que la relación con la comunidad de La Nueva Victoria, fue anterior a la relación con la Enrique López Huitrón, dado que Mariano Martínez al ser Técnico PRODESCA del INVADER tiene relación con ambos lugares, pero debido a que el grupo no estaba decidido en trabajar particularmente con peces de ornato, solamente estaban de acuerdo en trabajar en algún proyecto productivo, y su inclinación principal era hacia las plantas de ornato, el proyecto se instaló con el grupo de la Enrique López Huitrón, pero al empezar a trabajar en esta comunidad, el grupo de productores de La Nueva Victoria, también se decidió a trabajar en el proyecto y los peces se sembraron dos semanas después que en la segunda comunidad.

Las visitas en ambas comunidades se realizaron una vez a la semana realizando la toma de parámetros durante el tiempo en el que transcurrió el desarrollo del cultivo, es decir hasta el 29 de julio en la primera comunidad y hasta el 26 de agosto en la segunda. Durante este proceso se observó el comportamiento de los integrantes de ambos grupos.

Es importante resaltar que en la comunidad no.1 (Enrique López Huitrón), no existen los servicios de electricidad, agua potable, drenaje, pavimentación, escuelas y clínicas de salud. En la comunidad no.2 (La Nueva Victoria) existen los servicios de electricidad, escuelas y clínicas de salud.

La problemática se empezó a notar cuando iniciaron las fricciones en los grupos de la comunidad no. 1, principalmente por el número de peces asignados a cada uno, ya que ello significaba la ganancia obtenida al final del cultivo. Aunado a ello, existían por parte del técnico Mariano Martínez algunas ofertas con respecto a la gestión de becas de trabajo promovidas por los diferentes programas gubernamentales, para tal efecto ya se habían solicitado los documentos.

Dos semanas antes de la cosecha de los organismos, las mujeres de la comunidad, principalmente de los grupos II y III de la comunidad 1, mostraron mayor inconformidad por lo peces “muertos” del grupo 1. Una vez llegada la fecha de la cosecha, ésta se realizó con algunos contratiempos, ya que el comisariado ejidal no se encontraba presente y las mujeres no querían que los peces se cosecharan sin su presencia. Posteriormente fui informada que la autoridad de la comunidad no iba a dejar que la cosecha se realizara, ya que los grupos de trabajo habían invertido en la construcción de los estanques que se elaboraron con piedra de la región y cemento, motivados

principalmente por el otorgamiento de becas de trabajo, sin embargo debido al porcentaje de supuesta “mortalidad” (57.2%), al precio de compra de las crías y venta de los adultos, la ganancia obtenida no cubriría los costos de inversión.

Finalmente los peces fueron cosechados, y el producto de las ventas ascendió a la cantidad de \$350.00, lo que fue repartido de manera equitativa en la comunidad. Desafortunadamente no se cubrieron las expectativas de resultados con los grupos de trabajo y la relación con esta comunidad terminó, culminando en una discusión por parte del comisariado ejidal con el dueño de la granja núcleo. A pesar de ello, se habló con la autoridad de la comunidad para explicarle nuevamente el resultado del proyecto.

#### 6.4.4. El Diagnóstico Rural Rápido

En el esquema siguiente (Figura 28) se observan las interacciones existentes en el agroecosistema, de acuerdo al esquema propuesto por McLarney (1986) y modificado en base a la investigación realizada.

La evaluación y validación del sistema de producción de peces de ornato se realizó durante el proceso de investigación.

El promedio de edad de los 36 entrevistados fue de 38 años, siendo mayormente mujeres, es decir el 86.11%. Pertenecen a las comunidades de La Nueva Victoria y Enrique López Huitrón, en los municipios de San Andrés Tuxtla y Angel R. Cabada, respectivamente. Con respecto a la escolaridad, sólo el 0.27% llegó al Bachillerato y el 11.11% a la Secundaria.

La tenencia de la tierra es Pequeña Propiedad, con dimensiones de 10x15m, 20x15m, 20x20m, 20x25m, 20x30m, 20x40m, 30x25m o 40x40m, principalmente dedicadas a

cultivos de temporal. Mientras que los terrenos ejidales abarcan una superficie de entre 6 y 8 hectáreas.

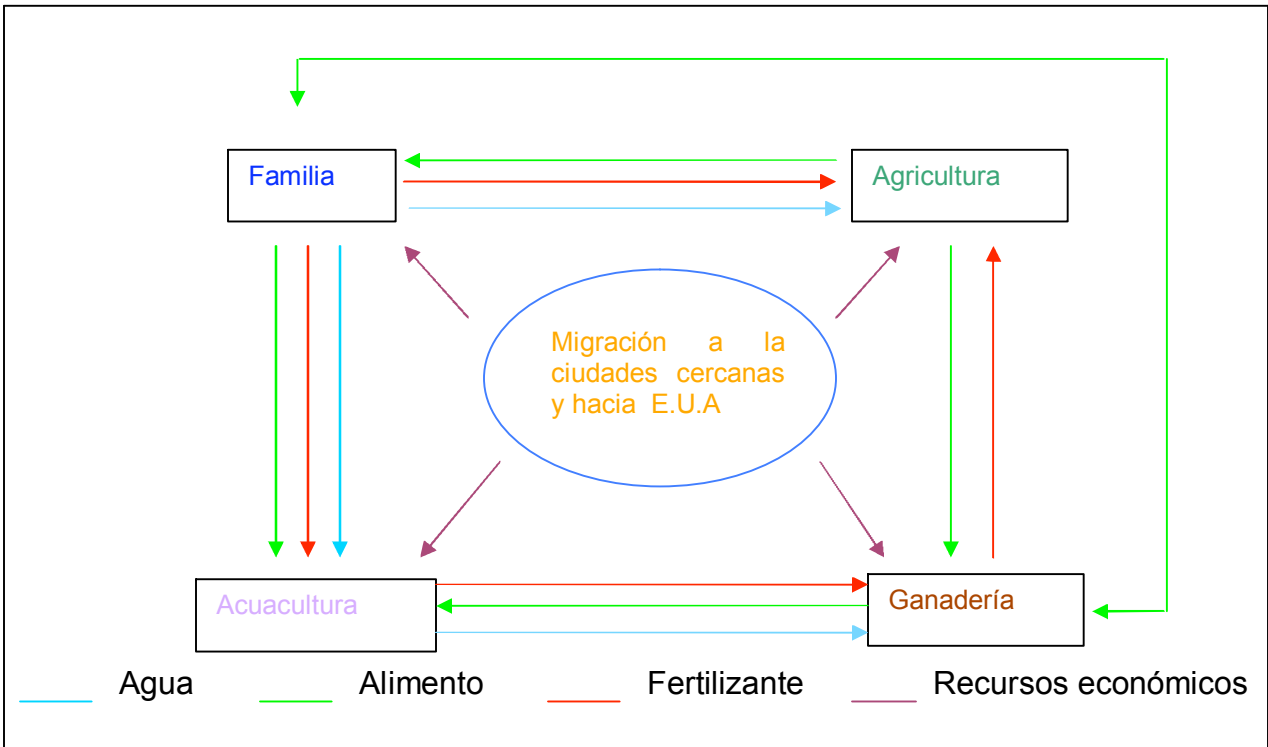


Figura 28. Enlaces entre los componentes de una granja acuícola en un agroecosistema tropical.

El promedio de número de personas que integran las familias es de 4, generalmente formada por 2 adultos y 2 hijos, en su mayoría adultos. El número de integrantes de la familia que trabajan en la unidad de producción, fue uno en promedio. De los datos obtenidos, se observa también que la mayoría de los integrantes pertenecen al sexo femenino, debido principalmente a la migración de los hombres hacia fuentes de trabajo en otras ciudades o en Estados Unidos. El tiempo promedio que dedicaban en la unidad de producción fue de 3 horas.

Respecto al tipo de empleo que realizan de manera eventual fueron: albañil, operador de maquinaria pesada, jornaleros y asesores técnicos, llevándolos a cabo en la comunidad de La Nueva Victoria y en el municipio de Angel R. Cabada, por un pago que oscila entre \$2,000.00 y \$3,500.00.

Respecto a los servicios con los que cuenta la comunidad, estos son: energía eléctrica, letrinas, centro de salud, teléfono, vías de comunicación y transporte. El poblado más importante, que además es la cabecera municipal se localiza a 29 kilómetros.

Debido a que en el mes de noviembre de 1998, la zona de Los Tuxtlas, fue nombrada por el gobierno federal como Reserva de la Biósfera, la comunidad de Laguna de Majahual fue designada como “zona de amortiguamiento” dentro de la cual son factibles actividades productivas que tienen que ver con la protección al medio ambiente. Uno de los proyectos que está teniendo gran interés dentro de los pobladores es el de reforestación de zonas devastadas por incendios, tala y vientos provenientes del mar, principalmente por el alto contenido de sal. Este proyecto de reforestación se encuentra financiado por el gobierno federal, dentro del cual se contempla una partida para salarios, por lo tanto la mayor parte de los pobladores de la comunidad están trabajando en él, aún cuando en esa fecha el dinero no les había llegado.

Las actividades económicas productivas se refieren al cultivo de caña, maíz y en algunos casos la ganadería de traspatio a través de borregos, en cuanto a las actividades acuícolas, estas se refieren a especies de peces comestibles y de ornato. Sin embargo la actividad principal es la emplearse como jornaleros en otros poblados cercanos para la agricultura, la ganadería o la construcción. El área destinada a cada cultivo en promedio se menciona en Cuadro 12.

Cuadro 12. Tipos de cultivo que realizan los productores participantes en el estudio y el área promedio destinada.

TIPOS DE CULTIVO AGROPECUARIOS EN ORDEN DE IMPORTANCIA QUE USTED REALIZA					
caña	borregos	peces de ornato	peces comestibles	maiz	destino
3 hectáreas	3 hectáreas	0.125 hectáreas	0.5 hectáreas	1 hectárea	local

El abastecimiento de agua se divide en potable y la proveniente de manantiales cercanos a la comunidad, la cual es transportada a través de mangueras, siendo principalmente para uso doméstico, ya que como se recordara los entrevistados fueron los participantes en el proyecto.

Las actividades acuícolas que se realizan en el área de la laguna, se refieren principalmente a la pesca del caracol llamado tegogolo (*Pomacea patula*) las cuales se realizan para autoconsumo, aunque en algunos casos se comercializa en el área de restaurantes en la zona de Catemaco.

#### 6.4.5. Financiamiento y gestión de recursos en INVEDER

Con la comunidad 2, los resultados no fueron muy diferentes, sin embargo a pesar de que la capacitación no se realizó de manera formal como en el caso de la comunidad 1, ya que solo se realizó una plática con algunos miembros del grupo, estos siempre estuvieron concientes de que esto solo era el inicio de un proyecto mayor y que a pesar de que la especie con la cual se trabajaría no era con la que más ganancia se obtendría, para cuestiones de manejo del cultivo era la ideal por tratarse de un organismo vivíparo, de fácil adaptación a las condiciones climáticas e hidrobiológicas



del medio. La propuesta fue que posteriormente se trabajaría con especies de mayor valor comercial como es el caso de *Carassius auratus*. Para tal propósito se elaboró un proyecto para producción de peces de ornato bajo el esquema propuesta en el presente trabajo de investigación ante el Programa de Apoyo a Proyectos de Inversión Rural (PAPIR) de Alianza para el Campo del Instituto Veracruzano para el Desarrollo Rural (INVEDER), el cual fue aprobado. El recurso, por un monto de \$147,000.00 se otorgó al representante legal del grupo. En ese año, el grupo se estaba constituyendo para tener una figura legal.

## VII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 7.1. Introducción

En el ámbito de la innovación y transferencia de tecnología existen tres diferentes problemas para que una organización de tipo empresarial logre la apropiación del conocimiento y ponga en marcha la tecnología innovadora (GETEC, 2007). Desde el enfoque agroecosistémico estos “problemas” pueden ser considerados como barreras o límites que impiden el desarrollo. Si bien las comunidades de influencia del proyecto se encuentran en el inicio de una actividad empresarial, es decir, con un grado de organización como un “grupo de trabajo”, las limitantes son similares a las que enfrentan las empresas. A continuación se conceptualizan estas tres limitantes:

- 1) Barreras tecnológicas. La tecnología no es adecuada para los problemas que se pretenden resolver, generalmente hay un exceso de confianza en la misma.
- 2) Barreras organizativas. El proceso de transferencia de tecnología no ha sido adecuadamente planificado o controlado.
- 3) Barreras personales o sociales. Existe un rechazo de la nueva tecnología o al proceso de adopción que se interpreta como una agresión a la actividad que se viene llevando a cabo, identificada con el uso de la tecnología anterior o la ausencia de ella.

La solución a este tipo de conflicto es compleja por el hecho de que intervienen varias disciplinas del conocimiento y por lo tanto diferentes grupos de personas como son: los proveedores de la tecnología que regularmente tienen un perfil de negocios, es decir un perfil comercial; los adaptadores de estas tecnologías que generalmente son técnicos especialistas, y los receptores que generalmente son personas dedicadas a la

producción a diferentes niveles culturales. Todos ellos tienen una perspectiva diferente del proceso de adopción, e incluso de la tecnología en sí misma. Para la resolución de este conflicto es necesario transformar a los grupos de trabajo que están en una misma cadena productiva, en equipos transdisciplinarios de trabajo, es decir que sobrepasan las barreras disciplinarias y emergen soluciones conjuntas que satisfacen en primera instancia al grupo social y no específicamente a los diferentes intereses personales. A este respecto un grupo de investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology) conceptualizó este problema en función de los denominados “marcos tecnológicos”: es decir, cada grupo social ligado a un proceso de transferencia de tecnología “veía” el problema desde su prisma particular (marco tecnológico propio). El problema es que cuando estos grupos interactúan, por ejemplo, los proveedores de la tecnología con los receptores también lo hacen sus respectivos marcos provocando interpretaciones implícitas inadecuadas o asumiendo información que el otro grupo no tiene (GETEC, 2007).

En concordancia con estos autores, los planos o dimensiones de análisis para la transferencia de tecnología que se consideraron se relacionan con aspectos de tipo técnico y social, incluyendo aspectos de tipo económicos, biológico y se analizan a continuación en el contexto de las comunidades de interés. Por tanto, la visión empresarial para producir peces de ornato realizando la comercialización por medio de granjas ya establecidas fomentando la diversificación de los ingresos del productor rural, motivó esta investigación a través del uso de los cuerpos de agua de territorios tropicales.

## 7.2. Aspectos de tipo tecnológico

El proceso de transferencia de tecnología se debe considerar como un tipo especial de proyecto (GETEC, 2007). Los factores que afectan a la introducción de una nueva tecnología y que sirven para caracterizar a los grupos de trabajo de acuerdo a su perfil de adopción se dividen en dos grandes grupos y estos a su vez en cuatro factores respectivamente:

En primera instancia los ligados a la tecnología a adoptar y su relación con la que se está utilizando, al respecto los factores son:

a) Impacto de la tecnología sobre la organización receptora medida en el número de procesos internos que se van a ver alterados.

b) Madurez de la tecnología. Estado de desarrollo de la misma.

c) Adaptabilidad de los componentes tecnológicos. Capacidad de modificar algunos de los componentes de la tecnología por la organización receptora.

d) Distancia con respecto a la tecnología actualmente empleada.

En segunda instancia están los factores ligados a la forma en la que se ha planificado el proceso de adopción y a las personas que intervienen, sus relaciones humanas y ámbitos específicos generados (factores humanos):

a) Tipo de gestión. Considera la forma en la que se va a desarrollar el “proyecto” de transferencia de tecnología y el grado de formalización de ese proyecto (fases, controles)

b) Actitud de la organización receptora. La actitud del receptor cambia mucho en el caso de que sea una decisión impuesta desde el exterior o surja de una discusión y análisis interno, es decir de forma participativa.

c) Dependencia de los receptores. Este factor está también ligado a la libertad que tiene la organización receptora para aceptar una tecnología. Si la organización receptora es dependiente de los proveedores.

d) Presiones para comenzar el proceso de adopción. La urgencia con la que se va a llevar a cabo el proceso de adopción influye decisivamente en el “proyecto de transferencia de tecnología” implícito. Las presiones pueden ser internas o externas.

En este contexto y referente a los grupos en estudio se pudo detectar que con respecto a los factores ligados a la tecnología a adoptar los grupos de trabajo adquirieron la habilidad para desarrollar la engorda de los peces sin dificultad como se puede apreciar en el Capítulo de Resultados (Subcapítulo 6.2.1), los conocimientos adquiridos en la capacitación se vieron reflejados en la actividad. Los dos grupos debido a problemas de tipo organizativo no lograron pasar a un nivel de producción más avanzado, por lo tanto la tecnología productiva fue la básica. El impacto de la tecnología sobre la organización previa, fue que no se consideró que una actividad acuícola empresarial demandara una vigilancia y manejo de tiempo completo, además de la vigilancia del cultivo en las horas nocturnas donde la actividad productiva disminuye. El resultado se logró a nivel traspatio en donde los involucrados pudieron percibir la inversión en tiempo y dinero para tomar la decisión de otorgar más horas de trabajo como una mejor oportunidad laboral con una tecnología madura. La adaptabilidad de los componentes tecnológicos fue muy versátil al poder utilizar implementos de uso común en la comunidad para el cultivo, los cuales se irían transformando en una infraestructura permanente una vez adoptado el conocimiento por los productores. Referente a la distancia a la tecnología actual, es importante comentar que el grupo activo no tenía

ninguna experiencia previa en el cultivo y que en la región son incipientes los casos de unidades de producción por lo que es difícil entender el concepto global de la empresa acuícola de ornato sin los ejemplos más palpables.

### 7.3. Aspectos de tipo biológico

Los municipios donde se ubicaron las comunidades objeto de estudio se localizan en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas. El área de esta reserva comprende los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, Mecayapan, Pajapan, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Sotepapan y Tatahuicapan de Juárez. La reserva consiste de tres áreas como zona núcleo, las cuales son el Volcán San Martín Tuxtla, el Volcán Santa Martha y el Volcán San Martín Pajapan (29,720 hectáreas) y el resto (125,402 hectáreas) integran la zona de amortiguamiento.

El macizo volcánico de Los Tuxtlas se localiza entre las grandes zonas aluviales formadas por las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos. Dado su orografía, los aportes fluviales dispuestos radialmente en la región fueron constituyendo una gran llanura con abundantes pantanos, sobre todo hacia la vertiente sur, donde se localiza la Laguna Ostión (Coll de Hurtado, 1970). Los desagües hacia el Golfo de México se llevan a cabo precisamente a través de la mencionada laguna y por la barra de la Laguna de Sontecomapan, localizado en la vertiente al norte del volcán de Santa Marta. En la vertiente norte, los principales ríos y arroyos son los ríos Máquina, Col, Río de Cañas y Arroyo de Lisa y en la vertiente sureste el Río Grande de San Andrés originado en el Lago de Catemaco (Lot-Helgueras, 1976).

Además, hay una gran riqueza de fauna íctica en la región, ya que se han registrado en las aguas dulces de ríos y lagos la presencia de especies de la familia Poeciilidae, conocido localmente como “topotes”. Otra familia importante es la Characidae (charales) y por ultimo la familia Cichlidae (mojarras), las cuales son abundantes y apreciadas como alimento de la región. Algunos factores que contribuyen a la disminución de estos recursos son la contaminación de cuerpos de agua, la sobrepesca y la introducción de especies exóticas.

#### 7.4. Aspectos de tipo económico

Durante el proceso de transferencia de tecnología se observó un concepto exitoso, el del Desarrollo de Proveedores que representa una estrategia de promoción para identificar y elevar la competitividad de micro, pequeñas y medianas empresas (PYMES), con el fin de que se integren en las cadenas productivas, comerciales y/o de servicios de las grandes empresas ya establecidas, el que aunado a una estrategia de producción denominada satélite o periférica constituye una posibilidad real de desarrollo de las regiones tropicales.

La producción de peces de ornato tiene como ventajas una alta rentabilidad económica en comparación con la engorda de peces de carne y la demanda del producto no está cubierta. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación afirma que es una oportunidad de negocio para muchas comunidades rurales de las costas y el campo de países en desarrollo, al constituirse como una importante fuente de ingresos y no requerir de grandes inversiones, ya que la producción a baja escala se puede iniciar en poca superficie.

El proyecto establecido en las comunidades funcionó en el aspecto financiero por el apoyo que representó el programa de Alianza para el Campo a través de los programas de PAPIR y PRODESCA, sin embargo en el caso de que el productor tenga que cubrir los costos de inversión, este no funcionaría. Lo anterior se deduce debido al abandono en el cual se encuentran las instalaciones del proyecto en ambas comunidades.

#### 7.5. Aspectos de tipo social

##### a) Diferencias en capacitación y asesoría

En la presente investigación se identificaron barreras de tipo social ya que los grupos participantes a pesar de ser homogéneos particularmente desde el plano cultural, las características de las comunidades donde se encuentran estos grupos tenían marcadas diferencias principalmente en cuanto a infraestructura y servicios. Otra diferencia importante es que la capacitación y asesoría de los grupos no fue igual, ya que mientras en la Comunidad 1 se convocó para efectuar la capacitación formal y organizada, en la Comunidad 2 por falta de acuerdos entre sus integrantes, se dio de manera informal con las personas que se pudieron reunir junto a uno de los estanques.

##### b) Diferente actitud al cambio

Durante el proceso de capacitación se presentaron algunas dudas dentro del grupo de la Comunidad 1, principalmente referente al beneficio personal del proyecto en términos de la distribución de la ganancia económica producto de la venta de los peces. En este aspecto, como resultado se presentaron situaciones de conflicto, como el argumento del “robo” y desaparición de los peces en el cultivo justo antes de la cosecha formal planeada por el grupo; es decir la necesidad de obtener recursos de



forma personal, sin visualizar el beneficio colectivo y después individual, determinó la acción de resolver un problema personal no importando las consecuencias de grupo. La ausencia de una visión clara del proyecto en términos del potencial productivo en corto, mediano y largo plazo, y de tener convencimiento de los beneficios y de la inversión necesaria personal y colectiva en tiempo, dinero y esfuerzo, llevaron al proyecto a sobrepasar esta barrera social.

### c) Equidad

La equidad es un aspecto que tuvo un desbalance desde el inicio del proyecto debido a la infraestructura específica donde se cultivaron los peces. Cada grupo poseía una cantidad y calidad de reservorios de agua diferentes en donde se podía cultivar una densidad de peces limitada por espacio. Por esta razón se distribuyeron los peces de tal forma que pudieran crecer y que los aspectos técnicos estuvieran cubiertos. Esto resultó en un mayor número de peces para una comunidad y en especial para un grupo, lo que causó descontento entre los demás integrantes de los grupos de trabajo. Se observó que el reparto no equitativo de los organismos originó conflictos entre los grupos con los cuales se trabajó. Esta decisión se toma, principalmente por la disponibilidad de infraestructura, es decir el sistema de producción, ya que se contaba con bidones de plástico de 200 litros, donde comúnmente se almacena agua para uso doméstico, además de un abrevadero usado para dar agua al ganado y una pileta.

Producto de la iniciativa de las mujeres por acondicionar un espacio más adecuado para los organismos fue construido un estanque más. Dicha construcción, por parte de uno de los grupos de trabajo, se llevó a cabo no por mejorar los sistemas de cultivo,

sino por la ganancia económica que esto representaba, ya que había por parte del gobierno Estatal el posible otorgamiento de becas por trabajo.

Cabe aclarar que dentro del rubro de costos de producción se determinó que las crías para la engorda las proporcionaría la granja acuícola “SAGARO”, a un precio de \$0.80, y los organismos con talla adulta se le venderían a un precio \$1.80, es decir que la ganancia neta es de \$1.00/pez, ya que el costo de alimentación sería cubierto por el municipio, a través de un técnico del PRODESCA (Programa de Desarrollo de Capacidades). La talla de los organismos sembrados fue de 2 cm, con un peso de 1.2 gramos, a los cuales se les dio un baño preventivo de sal de grano al 3%, llevando a cabo el proceso de aclimatación por temperatura y niveles de oxígeno correspondiente. Durante el tiempo que duró el proceso de transferencia, la comunidad se visitó una vez a la semana, durante 10 semanas.

Una vez realizada la siembra, para ese momento con 22 mujeres (Cuadro 13), y contruidos los estanques de piedra y concreto, se redistribuyeron los organismos de la siguiente manera:

Cuadro 13. Integrantes por grupo en la comunidad Enrique López Huitrón, municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz.

GRUPOS	INTEGRANTES	NO. DE ORGANISMOS SEMBRADOS	INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO
I	Isabel, Juana, Paula, Argelia, Ma. Antonia, Jazmín, Rita	600	Abrevadero
II	Manuela, Francisca, Isabel, Ma. del Carmen, Tomasa, Petra, Alba, Adela	200	Estanque
III	Elena, Hilda, Jacqueline, Juana, María, Maribel, Rosa	200	Estanque

Posterior a la redistribución de los organismos, el comentario de Isabel, integrante del grupo I, se refirió al interés de un vendedor de la cervecería “Superior” de comprar los

peces a un precio de \$4.00/ pez. Sin embargo, se aclaró en una reunión con el grupo que por esta ocasión, y debido al compromiso contraído con “SAGARO”, los peces debían ser vendidos a esta granja, y que para eventos posteriores la comercialización se realizaría con la empresa que realizara la mejor oferta. A la semana siguiente de esto, se observó dentro del abrevadero una menor cantidad de organismos, que de acuerdo a la productora donde éste se encontraba se habían muerto, por lo que al preguntarle por los cadáveres, respondió que no los había encontrado. Al final del proceso se encontró que los peces “muertos”, habían sido alrededor de 370.

Esta reseña de hechos muestra de forma narrativa como la equidad fue un conflicto que influyó en la sostenibilidad del proyecto.

#### d) Aspectos de género

Se puede observar en los resultados que los grupos de trabajo en su mayoría son integrados por mujeres de un área rural y con bajo nivel en educación formal. Las participantes otorgaron su tiempo y mano de obra en el cultivo, no obstante como madres de familia y esposas de esta zona rural sus labores no permitieron la dedicación necesaria para el cultivo y tampoco mantener relaciones comerciales.

#### e) Alianzas estratégicas

La situación manifiesta con antelación representó una limitante en términos de la relación con la empresa núcleo cuyo participante, un barón empresario (dedicado de tiempo completo a la empresa de peces de ornato), con una educación formal a nivel postgrado. Al no contar con una empresa elegida por el grupo para mantener las alianzas estratégicas con la empresa núcleo, las relaciones se perdieron.

## 7.6. Perspectiva general

Se puede apreciar que existieron propiedades emergentes de tipo social, es decir iniciativas para generar la infraestructura con el conocimiento implícito de los participantes. Esta iniciativa fue importante para que pudieran desarrollar una primera experiencia de cultivo y poder tomar decisiones para el crecimiento de la unidad de producción o el abandonar la actividad.

El diseño de un modelo de transferencia de tecnología basado en los esquemas de Transferencia de Tecnología Satélite o Periférica, para el proceso de cultivo y Desarrollo de Proveedores para el proceso de comercialización, debe valorarse de acuerdo a indicadores tecnológicos, biológicos, económicos y sociales.

Respecto a los indicadores biológicos, los parámetros de crecimiento registrados en la Comunidad 1, fueron más cercanos a lo recomendado por la literatura, mientras que en la Comunidad 2 los datos fueron ligeramente menores. La calificación de la Comunidad 1 fue de 9, mientras que para la Comunidad 2 fue de 8. Los parámetros físicos y químicos registraron valores semejantes, sin embargo la Comunidad 2 registró valores más cercanos a los datos recomendados por la literatura, sin registrar en ambos casos valores negativos para el crecimiento de los organismos. La calificación para la Comunidad 1 fue de 8 y para la Comunidad 2 fue de 9.

Los indicadores económicos se calificaron respecto al mercado y la rentabilidad de la granja acuícola SAGARO, y dado que en ambas comunidades no se obtuvo ganancia producto de la comercialización de los organismos bajo el esquema de desarrollo de proveedores planteado, ambas calificaciones fueron de 0.

La calificación del indicador de la generación del modelo de transferencia de tecnología bajo los esquemas de transferencia satélite y desarrollo de proveedores en ambas comunidades fue de 10, ya que el proceso de diseño se llevo sin complicaciones, dado que ambas son agroecosistemas tropicales del Estado de Veracruz, cercanas a la granja SAGARO.

Los indicadores del plano social, representaron la parte más compleja del proceso, ya que mientras el acercamiento a la Comunidad 1 se dio de manera inmediata, en la Comunidad 2 no se tuvo éxito, hasta que el proceso de transferencia ya se había iniciado en la otra comunidad (Figura 29). Sin embargo la formación de grupos en ambas comunidades se dio de manera fluida, al igual que el acuerdo de trabajo, como se pudo observar en el capítulo de Resultados.

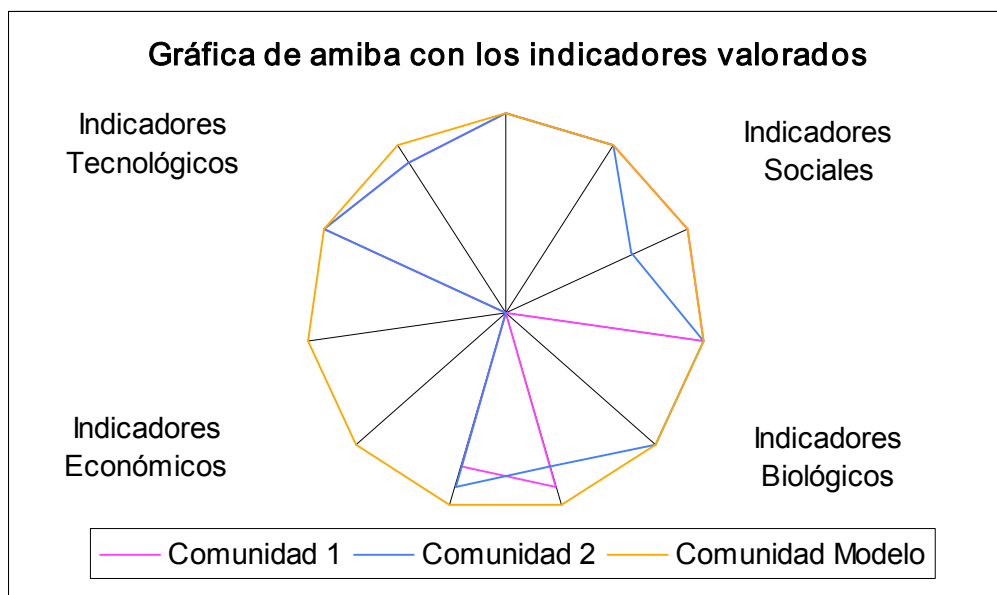


Figura 29. Gráfica de amiba con los indicadores valorados.

Como se observa al generar un modelo de transferencia de tecnología de producción de peces de ornato como parte de la estructura del agroecosistema tropical en los municipios de Angel R. Cabada y San Andrés Tuxtla en el Estado de Veracruz, deben considerarse indicadores biológicos, económicos y sociales.

### 7.7. Conclusiones

La generación de un modelo de transferencia de tecnología de peces de ornato como parte de la estructura del agroecosistema tropical, presentó varios conflictos, principalmente en la parte social de la transferencia de tecnología por cuestiones de equidad y beneficio económico. De equidad por el reparto de los peces de acuerdo a la disponibilidad de espacio por grupo, lo que se relaciona directamente con la densidad de siembra de los organismos, es decir la siembra de los peces en base al volumen de agua disponible generó desacuerdos entre los participantes en el proceso. De beneficio económico, por la generación de ingresos que derivaría de la comercialización de los peces al llegar a la talla comercial, lo que estaba nuevamente relacionado con la cantidad de peces sembrada por grupo. Además del conflicto social al tratar de proporcionar todas las facilidades al grupo de trabajo para el desarrollo del proyecto productivo, lo que comúnmente se denomina “paternalismo”, ya que como se mencionó anteriormente, éste no se adoptó como propio generando un desapego hacia el mismo, teniendo únicamente el interés económico. Sin embargo el propósito principal fue el de proporcionar todos los elementos necesarios para la instalación del proyecto y no mermar la economía de una comunidad que ya de por si se encontraba en una situación económica precaria, además de que los pobladores cuentan con viviendas en

su mayoría de madera y las vías de comunicación son principalmente de terracería, cuando existen. En este punto se podría divagar acerca del propósito final en el aumento y diversificación de su ingreso, ya que además la población cuenta con una baja escolaridad y cultura en general, lo que ocasionaría que este ingreso extra fuera utilizado para cuestiones lejanas o muy lejanas a cubrir las tan mencionadas necesidades básicas en la Pirámide de Maslow (1943), lo que lleva necesariamente a otro concepto observado en las comunidades objeto de estudio, el de nueva ruralidad, ya que estas comunidades no basan su ingreso solamente con actividades agrícolas o agropecuarias. La falta de un ingreso seguro y constante ha llevado a la población a emigrar hacia comunidades cercanas para desempeñar labores como mano de obra en parcelas, servicio doméstico, la construcción o aún más allá, hacia los Estados Unidos para realizar quizás las mismas actividades pero con un mayor ingreso.

La acuicultura puede representar una forma de diversificar las actividades productivas y, por lo tanto, de aumentar el ingreso por parte del productor rural, pero también representa la manera de promover la piscicultura ornamental como una actividad productiva de importancia económica, ya que vendría a formar parte del agroecosistema tropical, el cual incluye de manera general actividades productivas como la agricultura y la ganadería, ya que el estado de Veracruz, posee una riqueza abundante en cuanto a recursos naturales acuáticos se refiere y en particular las especies que habitan en cuerpos de agua de regiones tropicales tropicales.

Finalmente, en el caso de la hipótesis general donde se menciona que los indicadores biológicos, económicos y sociales tienen diferente influencia en el grado de valoración en un modelo de transferencia, esta no se rechaza, ya que la generación de los modelos de

transferencia deben contemplar desde su diseño el enfoque de agroecosistemas. Sin embargo para abordar estudios de este tipo es necesario hacerlo con un equipo transdisciplinario de trabajo y no desde la interdisciplina, lo cual esta contemplado en el modelo generado. Por lo anterior se recomienda continuar con la valoración de los indicadores y redefinirlos.

El objetivo general de generar un modelo de transferencia de tecnología de producción de peces de ornato se cumple en términos de las condicionantes:

- a) como parte de la estructura del agroecosistema tropical
- b) en la región de Los Tuxtlas en el Estado de Veracruz.

El objetivo específico del diseño del modelo de transferencia de tecnología basado en indicadores tecnológicos, biológicos, económicos y sociales se cumplió a través de los esquemas de:

- a) Transferencia de Tecnología Satélite o Periférica, para el proceso de cultivo
- b) Desarrollo de Proveedores para el proceso de comercialización

El objetivo específico de valorar el modelo de transferencia de tecnología a través de indicadores tecnológicos, biológicos, económicos y sociales, se cumplió, observando lo siguiente:

- a) En el indicador tecnológico, durante el proceso de cultivo de los peces de ornato, se desarrolló un vínculo donde la granja de producción funcionó como proveedor de crías y las comunidades como una extensión del espacio de la granja, pero en ningún momento por iniciativa del grupo de trabajo se desarrollo un vínculo con el propietario de la granja como una fuente potencial de ingreso.



b) En el indicador social, los grupos de trabajo fueron en su mayoría mujeres de baja escolaridad en el caso de una comunidad de tipo rural, la Enrique López Huitrón y en el otro, una comunidad semi-urbana, la Nueva Victoria, sin una visión de negocios, pero con un claro sentido de la administración económica.

El modelo generado considerándolo como actividad productiva en una expresión lineal, esta en función de indicadores tecnológicos, biológicos, económicos y sociales.

El enfoque de agroecosistemas es funcional cuando es aplicado desde una institución de investigación, ya que las estructuras gubernamentales de trabajo a cualquier nivel, no contemplan y no funcionan desde esta perspectiva, para lo cual es necesario, como especialista en este enfoque, acceder a puestos de toma de decisiones para revertir esta tendencia.

## VIII. REFERENCIAS

- Aguilar, J. C. E. 1996. El agroecosistema maíz (*Zea mays* L.)- nescafé (*Stizolobium deeringianum* Bort) en el Valle del Tullijá, Chiapas: su potencial de sustentabilidad agroecológica. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz.
- Aguilar, A. J., Santoyo, C. V. H., Solleiro, R. J. L., Altamirano, C. J. R., Baca, D. M. J. 2005. Transferencia e innovación tecnológica en la agricultura. Lecciones y propuestas. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM, Fundación Produce Michoacán. Michoacán.
- Aguilera, H.P. y J. Guzmán C. 1986. ¿Qué es acuicultura?. Secretaría de Pesca. FONDEPESCA. México, D.F.
- Alcorn, J. B. 1989. Los procesos como recursos: la ideología agrícola tradicional del manejo de los recursos entre los Boras y Huastecos y sus implicaciones para la investigación. En: *Advances in Economic Botany* 7: 63-77. Traducción INI. Ed. New York Botanical Garden. Bronx, New York, U.S.A.
- Altieri M., A. 1995. Agroecología: creando sinergias para una agricultura sostenible. Cuadernos de Trabajo I: 9-18. Grupo Interamericano para el desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos naturales. Universidad de California en Berkely, U.S.A., y consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo.
- Anderson S. y Rietbergen-McCracken J. 1994. El diagnóstico participativo: un manual aplicado de técnicas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMVZ-UADY). Mérida, Yucatán. 57 p.
- Anderson, J.R. 1974. Modelos económicos y sistemas de producción agrícola. In J.C. Scarse Ed. *El enfoque de sistemas en la investigación ganadera*. IICA, Zona Sur. Montevideo. pp. 82-93.
- Arcos, A. C. 2000. Situación de la acuariofilia en México. IV Encuentro Nacional de Acuariofilia. Memorias. Mérida, Yucatán. 179 pp.
- Arnold, G.W. y D. Bennett. 1975. The problem of finding an optimum solution. In G.D. Dalton Ed. *Study of Agricultural Systems*. London. Applied Science Publ. pp. 129-173.
- Bayona, A. y A. De Castro. 1996. La gambusia: un pececillo singular. México Desconocido: 232. México, D.F.
- Beveridge, M.C.M., Phillips, M.J. and D.J., Macintosh. 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture research*, 1997, 28, 797-807.
- Becht, G. 1974. Systems theory, the key to holism and reductionism. *Bioscience* 24(10): 579-596.
- Bezard, D. and Maigret, J. Culture of aquarium fish. *Aquaculture Volume 2*. Ellis Horwood Series in Aquaculture and Fisheries Support. West Sussex, England.
- Bunge, M. 1981. La ciencia, su método y su filosofía. Edit. Sigblo XX. Argentina. 73 p.
- Cacho, O.J. 1997. Systems modelling and bioeconomic modelling in aquaculture. *Aquaculture Economics and Management*. 1(1): 45-64 pp.

- Cano, G.J. 2000. Informe de la consultoría sobre la organización, funcionamiento y avances del SINDER. SAGAR/IICA. México.
- Chambers, R. 1992. Rural Appraisal, Rapid, Relaxed and Participatory. Discussion Paper. Institute of Development Studies. University of Sussex.
- Churchman W., C. 1973. El enfoque de sistemas. Ed. Diana. México.
- Coll Hurtado, A. 1970. Carta geomorfológica de la región costera de los Tuxtlas, estado de Veracruz. Boletín del Instituto de Geografía, 3, 23-28.
- CONANP, 2006. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Borrador del Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. En línea: <http://www.cofemermir.gob.mx/uploadtests/9727.59.59.1.Tuxtlas.-%20Programa%20de%20Conservaci%C3%B3n%20y%20Manejo.pdf>
- Contreras, E. F. 1994. Manual de técnicas hidrobiológicas. Ed. Trillas. México.
- Conway G., R. 1985. Agroecosystem analysis. Agricultural Administration. Elsevier Applied Science Publishers. Ltd. Great Britain.
- Cuenca, M.L. 1989. Aquaculture Systems Modelling: an introduction with emphasis on warm water aquaculture. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM. Manila.
- Debreu, G. 1959. Theory of Value: an Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University. New Cork.
- Devezé M., P. 1997. Estudio de las características de un sistema de producción de peces de ornato en zonas bajas tropicales en el estado de Veracruz. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz.
- Díaz, B.,M.E. 2006. Las flores de corte- Una visión rápida. Plantas y flores Tlalli. En línea: <http://www.quiaverdemexico.com>
- Dillon, J. L. 1975. Guidelines to systems research priorities. Paper to IICA, EMBRAPA. Seminar on Systems Production Research in Agriculture. Brasilia. Sep 20-Oct.3. 17 p.
- Dirzo, R. y M. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in southeast México. Conservation Biology. 6:84-90.
- Engel, P. G. H., and Salomon, M. L. 1997. Facilitating innovation for development. A RAAKS resourcebox. Royal Tropical Institute, Ámsterdam.
- Espinosa, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. En: Flores, O. y A. Navarro (comps). Biología y problemática de los vertebrados en México. Revista Ciencias. México.
- FAO. 1996. Acuicultura y pesca a nivel mundial. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Ed. FAO. Roma.
- FIRA, 1995. Manual de Operación del Servicio de Reembolso. BANXICO.
- Fuentes, M. P. y Piña, E. R. 1997. Especies endémicas de peces destinadas al ornato. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- Gallegos, M. 1986. Petróleo y manglar. Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos. Vol. III. Centro de ecodesarrollo. México, D.F.
- García, M. C. 1989. Propositiones metodológicas para el estudio regional de las interrelaciones de los pueblos nahuas con su medio geográfico. En: Sierra C. D., (coordinador). Primer Encuentro Nahuas: los nahuas hoy. Cuaderno no. 7 del INAH. México.

- García, S. E. E. 1991. Comparación del cultivo experimental de peces de ornato *Lebistes reticulatus* (Piscis: Poeciliidae) bajo condiciones de invernadero rústico y medio ambiente natural en la granja "Axayacatl" del ITMAR". Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar. Boca del Río, Veracruz.
- García, 1998. En: García, M.M.E. 1998.El cambio tecnológico en dos GGAVATT del municipio de Jamapa, Ver. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Veracruz, México.
- García, G., Hernández, C. y Martínez, L. 1999. Floricultura en México y entorno mundial. Investigación al Día. Instituto de Estudios Superiores Monterrey. Campus Estado de México.
- Gerez, V. y Grijalva, M. 1976. El enfoque de sistemas. México. Ed. Limusa. 580 p.
- GETEC, 2007. Transferencia de Tecnología. Grupo de Gestión de la Tecnología. Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- González, S.E. 1986. En: Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Los Tuxtlas- Santa Marta. 1997. Documento Preliminar. CRUO-UACH, SEMARNAP, PSSMAC.
- González, S.A. 1991. En: Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Los Tuxtlas- Santa Marta. 1997. Documento Preliminar. CRUO-UACH, SEMARNAP, PSSMAC.
- Gopalakrishnan, P. and Jameson, D. 1993. Water recirculation system for goldfish rearing. Fish Farming Technology. Fisheries College and Research Institute. Tamil Nadu Veterinary and Animal Science University. Tuticorin, India.
- Guillaumin, A. 1985. La dimensión científica y tecnológica de la Planificación Regional. Cuadernos del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales de la Universidad Veracruzana. México.
- Hall, A.S.C. and Day, J.H. 1997. Systems and models: terms and basic principles. In: Ecosystems Modelling in Theory and Practice. An introduction with case histories. Ed. Hall A.S.C. and J.W.Day. Wiley Interscience Publications. New York.
- Hansson, S. O. 1994. Decisión Theory. A brief introduction. Department of Philosophy and the History of Technology. Royal Institute of Technology. Stockholm.
- Hart, D.R. 1980. Agroecosistema. Conceptos básicos. Ed. Serie Materiales de Enseñanza No.1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 211 p.
- Hernández C., E. 1998. Comportamiento del Virus de la Mancha Anular del Papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja, bajo tres sistemas de manejo en Veracruz. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz.
- INEGI, 1995. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz.
- INEGI, 2004. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Ibarra, M.G. y Sinaca, C.S. 1989. En: Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Los Tuxtlas- Santa Marta. 1997. Documento Preliminar. CRUO-UACH, SEMARNAP, PSSMAC.
- Iriarte, R.F.V. 1997. Primer Encuentro Nacional de Acuariofilia. Memorias. México, D.F.

- Kedrov, B. y Spirkin, A. 1987 Qué es la ciencia. Edit. Quinto Sol, México. 156 p.
- Lot- Helgueras, a. 1976. La estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro. En: A. Gómez-Pompa et al. (Edrs). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Compañía Editorial Continental, México, D.F., pp. 31-69
- McLarney, W. 1986. The freshwater aquaculture book. A handbook for small scale fish culture in North América. 428 pp.
- Marten, G. G. 1988. Productivity, stability, sustainability and autonomy as properties for agroecosystems assesment environment and policy. Institute East-West Center. Agricultural systems. 26:291-319 pp.
- Martínez, D.J.P. 1993. Elementos de una estrategia para el desarrollo agrícola del municipio de Veracruz. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. 244 pp.
- Márquez, C.G. & L.E. Vidal. 1994. Principales especies nativas potenciales de explotación en acuariofilia. II Seminario sobre Peces Nativos con uso Potencial en Acuicultura. CEICADES-CP. The British Council. University of Stirling. Overseas Development Administration. CONACYT. PEMEX. SECUR. UNESCO. Tabasco. México. 250 p.
- Martty, H. 1986. Lebistes. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Maslow, A. 1943. Pirámide de Maslow o Jerarquía de Necesidades de Maslow. Wikipedia. En línea: [http://es.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A1mide\\_de\\_Maslow](http://es.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A1mide_de_Maslow)
- Maza, B. O. L. 1997. Desarrollo teórico de la materia de sistemas acuícolas. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar. Boca del Río, Veracruz.
- Mendoza, Q. M-E.A, Galmiche, T. A. y Meseguer, A. R. 1994. Principales especies nativas potenciales de exportación en acuariofilia. II Seminario sobre peces nativos con uso potencial en acuicultura. CEICADES-CP. The British Council. University of Stirling. Overseas Development Administration. CONACYT. PEMEX. SECUR. H. Cárdenas, Tabasco. México.
- Mintzberg, H. y Quinn, J. B. 1988. El proceso estratégico. Conceptos, contextos y casos. Prentice Hall Hispanoamerica, S.A. México.
- Morales-Mavil, J.E., G. Pérez- Higareda y A. González Romero. 1995. Anfibios y reptiles de la región de Los Tuxtlas: Situación actual y perspectiva. Ponencia presentada en: Congreso Los Tuxtlas, conservación y desarrollo sustentable. Del 5 al 17 de noviembre de 1995.
- Navarro, L.D. 1981. En: Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Los Tuxtlas-Santa Marta. 1997. Documento Preliminar. CRUO-UACH, SEMARNAP, PSSMAC.
- Norman, D.W. and E. Gilbert. 1981. A general overview of Farming System Research. In W.W. Shaner, Philipp, P.F. and W.R. Schment. Readings in Farming System Research and Development. Consortium for International Development. Tucson.. 18-34 pp
- Odum, E. P. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. México, D.F. 639 pp.
- OECD, 1997. National Innovation Systems. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris, France.

- Peterson, W., 1997. The context of extension in agricultural and rural development. In: Swanson, B.E., *et.al.*, 1997. Improving agricultural extension. A reference manual. FAO. Rome, Italy.
- Penning de Vries, F. W. T. 1977. Evaluation of simulation models in agriculture and biology: conclusions of a workshop. *Agric. Systems* 2(4): 247-254 pp.
- Pickering, A.D. 1993. Growth and stress in fish production. *Aquaculture* III.51-63 pp.
- Pretty, J. N. 1993. Alternative systems of inquiry for a sustainable agriculture. International Institute for Environment and Development. London. 19 p.
- Pytlík, E., Lauda, D. Johnson, D., 1978. Tecnología, cambio y sociedad. Representaciones y servicios de ingeniería. México D.F.
- Polovina, J. J. 1984. Model of a coral reef ecosystems I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs* 3(1):1-11.
- Ramírez, R.F. 1984. En: Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Los Tuxtlas-Santa Marta. 1997. Documento Preliminar. CRUO-UACH, SEMARNAP, PSSMAC.
- Reijntjes, C., Haverkort, B., and Waters-Bayer A.. 1992. Farming for the future. An introduction to low-external-input and sustainable agriculture. The MacMillan Press, LTD. London, England. 250 p.
- Reta, M. J. L. 1999. An integrated agroecosystem analysis model for tropical wetlands in Veracruz Mexico. Thesis Ph.D. The Institute of Aquaculture. University of Stirling. U.K.
- Rodríguez, C. M. A. 1990. Evaluación del programa ganadero Tepetzintla como un modelo de validación y transferencia de tecnología pecuaria para ganado bovino de doble propósito en la Huasteca Veracruzana. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Rojas, S. R. 2000. Guía para realizar Investigaciones Sociales. Plaza y Valdés Editores. México. 437 pp.
- Rosas, M. M. 1981. Biología Acuática y Piscicultura en México. Ed. Secretaría de Educación Pública. México, D.F.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F.
- Sánchez, C. M., Caro, C. C. I., Martínez, P. R. E., Reyes, M. I., Mendoza, A. A. 1994. Desarrollo Científico y Tecnológico para el cultivo de peces de ornato. Secretaría de Pesca/ Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal, Q.R.
- Saravia, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. IICA. San José, Costa Rica. 267 p.
- Shoemaker, C. A. 1997. Mathematical construction of ecological models. In: *Ecosystem Modelling in Theory and Practice. An introduction with case histories.* Ed. Hal A.S.C. and J.W. Day. Wiley Interscience Publications. New York. 684 pp.
- Silberman, I. 1997. Especies potencialmente cultivables para ornato (peces, plantas e invertebrados). Primer Encuentro Nacional de Acuariofilia. Memorias. México, D.F.
- Soruco, A.O.L. 1995. "La micro empresa familiar agropecuaria" un vinculo de enlace estratégico en la transferencias y adopción de tecnología para el desarrollo rural. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Puebla. México.

- Spedding, C. R. W. 1975. The biology of agricultural systems. Academic Press Inc. London. 261 p.
- Stewart, J.A. 1995. Assessing Sustainability of Aquaculture Development. PhD. Thesis, Department of Management Science and The Institute of Aquaculture. University of Strirling. Stirling, Scotland.
- Ulanowicz, R. E. 1986. Growth and development: ecosystem phenomenology. Springer Verlag. New York. 203 p.
- Van Gigch, J. P. 1995. Teoría General de Sistemas. Editorial Trillas. México.
- Vázquez, G. V., Godínez, L., Montes, M., Montes, M., Ortíz, A. S. 2004. La pesca indígena de autoconsumo en Veracruz. Papel en la dieta y división genérica del trabajo. Estudios Sociales. Vol. XII. Num. 024. Universidad de Sonora. Hermosillo, México.
- Villareal, F. E. 2001. Guía para la aplicación del modelo productor-experimentador. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Wendt, T. 1993. Composition floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forest. En: T.P. Ramamoorthy et al. (Edrs.) Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press, New York.
- Winker, K. 1997. En E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt Editores. Historia Natural de Los Tuxtlas. 1997. Instituto de Biología e Instituto de Ecología. UNAM.
- Wright, A. 1974. La naturaleza de los sistemas de cultivos. In J.B. Dent y J.R. Anderson Ed. El análisis en administración agrícola. Ed. Diana. México. pp. 46-62.
- Zuñiga G., E. 1997. Especies potencialmente cultivables para ornato (peces, plantas e invertebrados). Granjas Toberi, Molino del Rey, Mazatlán, Sinaloa.

## ANEXO I

### PRODUCCIÓN Y VENTAS NETAS DE LAS UNIDADES ECONÓMICAS ACUÍCOLAS POR TIPO DE ESPECIE 2003

ESPECIE	UNIDAD DE MEDIDA	PRODUCCION			TOTAL DE VENTAS NETAS			
		CANTIDAD	VALOR (MILES DE PESOS)	PRECIO MEDIO (PESOS)	CANTIDAD	TOTAL	MERCADO NACIONAL EXTRANJERO (MILES DE PESOS)	
<b>PECES DE ORNATO DE AGUA DULCE</b>		<b>505</b>	<b>9616</b>		<b>9669</b>	<b>9669</b>	<b>0</b>	
ANGEL	TON	39	386	9948	44	412	412	0
BETA	TON	8	187	22395	8	187	187	0
CEBRA	TON	15	228	15405	15	231	231	0
GUPY	TON	191	2653	13880	191	2653	2653	0
	TON	124	3704	29818	126	3714	3714	0
<b>JAPONES</b>								
MOLIS	TON	38	751	19763	41	765	765	0
MONJA	TON	4	69	19167	4	69	69	0
OTROS	TON	86	1638	19144	86	1638	1638	0

Fuente: Pesca y Acuicultura Animal. Censos Económicos 2004. INEGI.



## ANEXO II

### TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS.

a) Oxígeno disuelto. La determinación del oxígeno disuelto se ha llevado a cabo durante muchos años por la metodología de Winkler (1888), que se basa en la iodometría. La fórmula original usada por Winkler fue modificada por Carpenter (1965) y después por Strickland y Parsons (1968); esta última resultó más exacta pues corrige el factor de error que pudiera tener la solución valorada de tiosulfato.

Procedimiento:

1. A una botella ámbar (125 ml), de tapón esmerilado (300 ml de capacidad) agregar 1 ml de sulfato manganoso, seguido inmediatamente por 1 ml de ioduro alcalino, tapar la botella y mezclar los contenidos agitando hasta que el precipitado esté parcialmente disperso. No deben permanecer burbujas de aire en la botella.
2. Dejar la muestra estática, hasta que el precipitado se haya asentado por lo menos una tercera parte, es decir, de 4 a 5 minutos.
3. Agregar 1 ml de ácido sulfúrico concentrado y mezclar hasta que se disuelva el precipitado. Procurar que no se presenten burbujas en el contenido.
4. Transferir 50 ml de muestra en un matraz Erlenmeyer por medio de una pipeta volumétrica.
5. Titular enseguida con la solución 0.01 N de tiosulfato, hasta que permanezca un color paja pálido, entonces agregar 5 ml de solución indicadora de almidón y concluir titulación.

b) pH y alcalinidad. Como resultado de la hidrólisis de los solutos, se presentan los iones hidroxilo que son neutralizados por medio de la titulación de un ácido con

concentración conocida y estandarizada. De esta manera, la alcalinidad dependerá del punto final del pH resultante (Contreras, 1994).

Existen cinco características que determinan la alcalinidad en aguas dulces, y son: presencia de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos aislados, combinaciones de carbonatos y bicarbonatos y, combinaciones de hidróxidos.

c) Nitrógeno. El nitrógeno proveniente del amonio en sus dos formas  $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4$  es cuantificado por el método sugerido por Solórzano (1969). La determinación esta basada en la reacción con hipoclorito de sodio en presencia de fenol, formando primero monocloramina y después un compuesto azul de indofenol.