



**UNIVERSIDAD NACIONALAUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
GEOGRAFIA**

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA  
DEL RIO EL LINDERO PARA EL CULTIVO  
DE TRUCHA ARCO IRIS: RESERVA DE LA  
BIOSFERA MARIPOSA MONARCA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE**

**LICENCIADA EN GEOGRAFÍA  
P R E S E N T A:**

**MONTSERRAT MARTINEZ NAVA**



DIRECTOR DE TESIS: DRA. LILIA DE LOURDES MANZO DELGADO

MÉXICO, D.F.

ENERO DE 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## MIS AGRADECIMIENTOS

A todas las personas a las cuales les debo parte de mi culminación académica.

A mis padres, por darme la estabilidad emocional, sentimental y económica, para poder llegar hasta este logro que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes. Mamá, gracias por tu comprensión pero sobre todo gracias por ser mi gran amiga. Papá sin tu apoyo en todo momento que te he necesitado no lo hubiera logrado y a mi hermana, porque es parte importante en mi vida.

A mi familia, Padilla, Nava, Galicia y Martínez, por ese cariño y apoyo que me han brindado, en especial a mi abuelito José Nava, a mis tíos Magui, Esteban, Rogelio y a todos mis primos que compartieron conmigo una maravillosa infancia.

A mis padrinos Fela y Lalo, siempre estarán en mis recuerdos gracias por su cariño.

A todos los amigos de la familia, Rojas López, Aguirre Hernández y Zarate Zarate, porque a lo largo de los años han pasado a ser parte de mi familia.

## MIS AGRADECIMIENTOS

A mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar conmigo en especial a Pame y Ely, amigas, las quiero.

A Dios por haber puesto en mi camino a esa persona que con su infinita paciencia y ayuda logró que por fin pudiera concluir este trabajo. Gracias Jesús por tu amor, amistad, apoyo, ánimo, por tanta alegría que me das, pero sobre todo gracias por tu forma de ser tan peculiar y única.

En especial a Eduardo, mi pequeño, porque llegaste a darme toda la fuerza y la alegría más grande con cada mirada y sonrisa tuya.

## MIS AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de realizar mis estudios y ser mi casa por más de 5 años.

A la Facultad de Filosofía y Letras por todo lo aprendido y vivido dentro de }sus aulas y a todos los maestros que contribuyeron en mi formación.

A mi asesora Lilia de Lourdes Manzo Delgado y al Dr. José López García por darme la oportunidad de realizar este proyecto y por su enorme apoyo, paciencia, aprecio, comprensión y conocimientos brindados a lo largo de todo este proceso.

A Álvaro por su ayuda, colaboración y enseñanzas invaluable en el uso de los SIG'S.

Finalmente gracias al jurado de esta tesis al Dr. José Lugo Hubp, al maestro Víctor Manuel Martínez Luna y al maestro José Manuel Espinoza Rodríguez por su ayuda y colaboración en la revisión de esta tesis.

## Índice

	Pág.
<b>Introducción</b>	1
<b>1. Antecedentes</b>	2
1.1. Estudio de cuencas	2
1.1.1. Importancia del estudio de cuencas	2
1.1.2. Situación actual de las cuencas en México	3
1.1.3. Importancia del estudio por cuencas para el cultivo de truchas	4
1.2. Acuicultura	5
1.2.1. Definición y antecedentes históricos	5
1.2.2. Desarrollo de la acuicultura en México	9
1.2.3. Marco ambiental de la acuicultura	13
1.3. Cultivo de trucha	15
1.3.1. Características físicas y ambientales	15
1.3.2. Técnicas de cultivo	20
1.3.3. Alimentación	21
1.3.4. Estanques y capacidad de carga	22
1.3.5. Buenas prácticas	23
1.3.6. Sanidad acuícola	25
1.3.7. Normatividad	26
<b>2. Planteamiento del problema</b>	30
<b>3. Objetivos</b>	30
<b>4. Metodología</b>	31
4.1. Revisión bibliográfica	31
4.2. Análisis de fotografías aéreas	31
4.3. Trabajo de campo	34
4.4. Organización, análisis e interpretación de la información obtenida en gabinete y en campo	35
<b>5. Descripción del área en estudio</b>	37
5.1. Medio físico	37

5.1.1. Geología y relieve	37
5.1.2. Suelos	39
5.1.3. Vegetación y uso de suelo	42
5.1.4. Clima	45
5.1.5. Hidrografía	45
5.2. Medio socioeconómico	48
5.2.1. Aspectos sociales	48
5.2.2. Infraestructura	48
5.2.3. Actividades económicas	49
<b>6. El cultivo de trucha en la cuenca del río El Lindero</b>	<b>50</b>
6.1. Establecimiento del cultivo de trucha	50
6.2. Descripción física de las granjas de trucha	52
6.3. Producción anual	55
6.4. Adquisición y estacionalidad de la producción	56
6.5. Tipo de personal	57
6.6. Seguridad e higiene	57
6.7. Sanidad	58
6.8. Proveedores de insumos	59
6.9. Comercialización y destino	60
6.10. Organización de productores	61
6.11. Apoyos	61
<b>7. Resultados</b>	<b>63</b>
7.1. Diagnóstico ambiental de la cuenca	63
7.1.1. Densidad de cobertura y uso de suelo	63
7.1.2. Cambios en la densidad de cobertura vegetal 1999-2008	65
7.1.3. Estado de conservación de la cuenca	69
7.1.4. Erosión	72
7.1.5. Calidad del agua	72
7.2. Diagnóstico del cultivo de trucha	74
7.2.1. Distribución de las granjas y disponibilidad del agua	74
7.2.2. Prácticas de sanidad acuícola	75

7.2.3. Alimentación	76
7.2.4. Alevinaje	77
7.2.5. Producción	78
7.2.6. Limpieza	78
7.2.7. Apoyos	79
<b>8. Conclusiones</b>	<b>80</b>
<b>9. Recomendaciones</b>	<b>82</b>
9.1. Ambientales	82
9.2. Técnicas	82
9.3. Económicas	84
<b>10. Referencias bibliográficas</b>	<b>85</b>

## **Anexos**

<b>Anexo 1:</b> Formato de encuestas	92
<b>Anexo 2:</b> Imágenes y descripción de los estanques	94
<b>Anexo 3:</b> Resultados de los análisis de laboratorio	102

## **Índice de mapas**

<b>Mapa 1:</b> Cuenca el Lindero	38
<b>Mapa 2:</b> Topografía	41
<b>Mapa 3:</b> Órdenes de corrientes	44
<b>Mapa 4:</b> Vegetación y uso del suelo	47
<b>Mapa 5:</b> Densidad de cobertura vegetal	66
<b>Mapa 6:</b> Cambios de densidad de cobertura 1999-2008	68
<b>Mapa 7:</b> Estado de conservación	71
<b>Mapa 8:</b> Cuenca del río El Lindero: Zona Acuícola	54

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Clasificación de la densidad de cobertura	33
<b>Tabla 2:</b> Clasificación del estado de conservación	33
<b>Tabla 3:</b> Vegetación y uso del suelo en la cuenca El Lindero	43
<b>Tabla 4:</b> Evolución del establecimiento de las granjas trutícolas en la cuenca del río El Lindero	51
<b>Tabla 5:</b> Localización de granjas trutícolas, número de estanques que las forman y superficie	52
<b>Tabla 6:</b> Producción anual de las granjas trutícolas	55
<b>Tabla 7:</b> Adquisición y siembra de alevines	56
<b>Tabla 8:</b> Características de seguridad e higiene que realizan las granjas trutícolas de la cuenca del río El Lindero	58
<b>Tabla 9:</b> Alimento utilizado en las granjas trutícolas	59
<b>Tabla 10:</b> Venta y destino de la producción anual de las granjas trutícolas	60
<b>Tabla 11:</b> Tipo de apoyos destinados a la construcción de las granjas trutícolas en la cuenca del río El Lindero	62
<b>Tabla 12:</b> Densidad de cobertura vegetal (hectáreas)	65

## Introducción

La acuicultura es una actividad que se ha venido desarrollando desde tiempos antiguos, pero hasta hace poco es que ha comenzado a tomar auge, debido a los beneficios que aporta. Para lograr el éxito en el cultivo de organismos acuáticos, se consideran como principios básicos los aspectos físicos, en donde se toma en cuenta un adecuado abastecimiento de agua, con características específicas de temperatura y salinidad y los aspectos socioeconómicos, que definen la rentabilidad de cada cultivo (Cifuentes *et al*, 1990).

La acuicultura proporciona beneficios sociales y económicos los cuales, a su vez, se han traducido en una fuente de alimentación con un elevado valor nutricional. En México está representada por especies dulceacuícolas y marinas, entre las que destacan la tilapia, la carpa, la trucha, el bagre, el ostión y el camarón. En 1996, la producción nacional fue de 169 211 toneladas, de las cuales a la trucha arco iris le corresponde el 2%, hecho que la coloca en quinto lugar de especies cultivadas (Pérez, 1998).

Poco a poco el cultivo de la trucha arco iris ha ido en aumento en nuestro país, especialmente en el Estado de México, cuna de la truticultura mexicana, logrando ser el primer productor de trucha a nivel nacional, con un volumen aproximado y en aumento de 500 toneladas al año. En importancia le siguen los estados de Michoacán, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Querétaro, Durango, Nuevo León, Chihuahua, Morelos y el Distrito Federal (Ramírez y Sánchez, 1997).

En la actualidad, al cultivo de trucha se le denomina comúnmente truticultura, la cual continúa en expansión; sin embargo, tiene como limitantes naturales la cantidad y la alta calidad de agua disponible para su crianza de tal manera que, la sobreexplotación y la contaminación del agua, en combinación con la deforestación pueden generar diversos problemas en el cultivo de trucha y, consecuentemente, fallas en la producción (Gómez y Sarmiento, 1999).

## **1. Antecedentes**

### 1.1. Estudio de cuencas

#### 1.1.1. Importancia del estudio de cuencas

El ciclo hidrológico, término que describe la circulación y almacenamiento de agua en la Tierra (Maidment, 1993), es afectado por la influencia humana a diferentes escalas, desde la local hasta la planetaria (Committee on Opportunities in the Hydrologic Sciences, 1991). El efecto del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo, asociado con la expansión de la agricultura y la ganadería, ha tenido una profunda influencia en los procesos hidrológicos en pequeñas cuencas y a nivel regional (Sahagian, 2000).

Una cuenca hidrográfica es una porción de la superficie terrestre delimitada físicamente por un parteaguas, en donde confluyen los escurrimientos de agua provenientes de la lluvia, que tiende a ser drenada por medio de un sistema de cauces en los que el agua fluye hacia un cauce principal, el cual, a su vez, drena de diferentes maneras hacia un cuerpo de agua (lago, laguna, presas o al mar). El estudio de cuencas proporciona el marco conceptual, espacial e integral que permite el manejo ecosistémico de recursos naturales, el cual resulta la mejor opción para el manejo y conservación de los mismos (Elkaduwa y Sakthivadivel, 1998).

Algunas de las necesidades urgentes que deben ser resueltas por este tipo de estudio científico y evaluación técnica son: a) la localización y magnitud de las fuentes de agua, b) análisis de la distribución, duración, intensidad, frecuencia y fecha de inicio de la sequía o inundación, entre otros (Sehmi y Kunzewicz, 1997). Además, se debe considerar el crecimiento de la población, nivel de desarrollo económico, cambio climático, variabilidad climática, uso actual y futuro del agua existente y asequible para diferentes actividades humanas.

Por otra parte, los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente requieren ser evaluados de manera dinámica y periódica para obtener un conocimiento más completo de los procesos ecológicos que se afectan, a fin de poder estimar las posibles condiciones futuras. En este sentido, uno de los factores de mayor impacto en los ecosistemas vegetales ha sido la deforestación, que sucede como resultado de las actividades productivas del desarrollo socioeconómico. La remoción de la vegetación natural en grandes superficies tiene un impacto sobre la proporción de calor latente y sensible de la radiación solar incidente en una determinada zona (Goel y Norman, 1992).

Esta modificación del equilibrio energético propicia cambios en el microclima local y regional los cuales, a su vez, impactan procesos a nivel de superficie, generando problemas de desertificación, pérdida de nutrientes en el suelo, alteración de ciclos de producción biológica y cambios en los procesos hidrológicos a nivel de cuenca (Charney, 2006).

#### 1.1.2. Situación actual de las cuencas en México

México vive un deterioro significativo de sus cuencas fluviales. La problemática general y diversa de la pérdida de vegetación es la degradación del suelo; así como el mal uso del agua y su contaminación por desechos industriales y domésticos, la pérdida masiva de cubierta vegetal en casi todos los ecosistemas forestales provocada por la deforestación y el atraso de la producción primaria en el campo.

Actualmente, México vive una crisis ecológica diversa y expansiva que ya se ha convertido en una preocupación nacional. Dentro de esta situación ecológica relacionada con el deterioro de los ecosistemas y recursos naturales en áreas de un máximo de ganancias y de una agudización de las condiciones de vida de la población, es posible destacar la problemática relacionada con las cuencas (Villanueva, 2002).

### 1.1.3. Importancia del estudio de cuencas en el cultivo de truchas.

El tema de los recursos hídricos, cobra especial importancia en el cultivo de especies acuícolas, debido a que esta actividad depende no solamente de la cantidad sino también de la calidad del recurso agua, además que ésta es el principal medio de propagación de las enfermedades, que afectan, tanto a la trucha, como a las demás especies de interés.

Algunos artículos publicados sobre el tema mencionan que a las dificultades hidrológicas y económicas de la acuicultura se añade la escasez de sensibilización social hacia un uso eficiente de los recursos hídricos; por otra parte, se presentan también problemas por embalses subutilizados y por la contaminación del agua (Martínez Hernández, 1998).

En el Programa Maestro del Sistema-Producto Trucha del año 2008, se dice que la actividad enfrenta el serio problema de la escasez del agua por la alta deforestación producto de la tala inmoderada y fuera de la ley que ocurre en la mayoría de los estados sin que nadie logre pararla, también se considera el aumento de la temperatura y la disminución considerable del volumen de agua en los periodos de estiaje y la instalación clandestina de nuevos aspirantes a la actividad acuícola.

En particular, la trucha arco iris es muy sensible a la calidad del agua; cualquier tipo de contaminante puede causar una tasa de mortalidad importante, (otras especies de peces son menos sensibles a esta variable) por ello, los truticultores son altamente conservacionistas, con especial interés en el desarrollo y conservación de bosques, los cuales constituyen un elemento importante en la captación del líquido (Conapesca, 2002-2006).

El manejo y conservación del agua junto con su calidad es de especial importancia; en años recientes se han desarrollado investigaciones importantes que confirman la creciente carencia de agua para propósitos de consumo humano,

irrigación y actividades acuícolas. La razón principal es la deforestación continua y la contaminación en las cuencas, que almacenan y producen agua en las tierras altas.

La truticultura en México, a partir de sus inicios, logró una continuidad y permanencia por ser una actividad productiva y rentable. Las granjas trutícolas en el país, comenzaron a surgir con características diferentes. Los productores se instalaron donde existía el recurso agua y donde podían por la asistencia técnica que se daba, pero sin ningún tipo de orden ni control. La falta de normas y reglamentos surgieron a partir de que se creó la necesidad y no antes (Martínez Hernández, 1998).

El ordenamiento de las cuencas debe darse como una forma de mantener la disponibilidad del recurso, también para determinar los alcances de su posible aprovechamiento. Para la piscicultura es necesario conocer el balance hidrológico de la cuenca y el nivel de alteración que las prácticas acuícolas ocasionan a la calidad y la cantidad de agua.

El ordenamiento de una cuenca se requiere para todas las actividades que se realicen en el área y de todos los recursos existentes de manera individual o en su conjunto, pero en este caso, se hace énfasis al recurso agua, buscando lograr un uso eficiente y sustentable (Villanueva 2002).

## 1.2. Acuicultura

### 1.2.1. Definición y antecedentes históricos

La acuicultura se define como el cultivo, en agua dulce o salada, de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas, que implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, condiciones de higiene y salud (FAO, 2004).

De acuerdo con la especie cultivada, se derivan varios términos específicos como: piscicultura para el cultivo de peces en general, salmonicultura para el cultivo del salmón o truticultura para las truchas, conchicultura para el cultivo de los moluscos con concha, miticultura para el mejillón, camaricultura para el cultivo del camarón y así, con referencia al grupo y especie que se cultiva (Palomo y Arriaga, 1993).

La acuicultura se remonta a tiempos remotos; existen referencias de prácticas de cultivo de mújol y carpa en la antigua China, Egipto, Babilonia, Grecia, Roma y otras culturas euroasiáticas y americanas.

Las referencias más antiguas datan en torno al 3500 a. C., en la antigua China. En el año 1400 a. C., ya existían leyes de protección frente a los ladrones de pescado. El primer tratado sobre el cultivo de carpa data del 475 a.C., atribuido al chino Fan-Li, también conocido como Fau Lai.

Entre griegos y romanos existen numerosas referencias. Aristóteles y Plinio escribieron sobre el cultivo de ostras. Plinio, en concreto, atribuye al general romano Lucinius Murena el invento del estanque de cultivo, y cita las grandes ganancias de su explotación comercial en el siglo I (Jessé & Casey, 2006).

Pasaron muchos años de los que no se tienen datos sobre trabajos de acuicultura, quizá porque las posibilidades de obtener alimento eran muchas y con menor esfuerzo que el que se necesita para cultivar peces en estanques, pero cuando empezó a escasear el alimento por el continuo aumento de la población, se inició nuevamente especialmente la piscicultura (Cifuentes *et al*, 1990).

En la cultura occidental actual, la acuicultura recobró fuerza hasta la Edad Media, en monasterios y abadías, aprovechando estanques alimentados por el agua de los ríos o arroyos, en los que el cultivo consistía en el engorde de carpas y truchas.

En 1600 aparece el libro del inglés John Taverner, en el que señala los métodos para el manejo de estanques para el cultivo de la carpa común (Cifuentes *et al*, 1990) y, posteriormente, en el año 1758 se produjo un importante descubrimiento, la fecundación artificial de huevos de salmones y truchas por Stephen Ludvig Jacobi, un investigador austriaco, aunque su investigación no salió del laboratorio y quedó en el olvido.

En 1842, dos pescadores franceses, Remy y Gehin, lograron alevines de trucha, que desarrollaron en estanque con éxito. El descubrimiento llevó a la Academia de Ciencias de París a profundizar en el hallazgo, y con ello la creación del Instituto de Huninge, el primer centro de investigación en acuicultura (Jessé & Casey, 2006).

A principios del siglo XX, se establecieron las bases técnicas y científicas de los sistemas modernos de piscicultura debido a que el hombre comprobó que era más práctico cultivar peces en estanques que capturarlos y a que podía manejar la cantidad de organismos que necesitaba. Esto dio origen al despegue de la piscicultura utilizándola para la subsistencia y comercialmente (Cifuentes *et al*, 1990).

La acuicultura en México tiene sus orígenes en la época prehispánica donde varias especies de organismos acuáticos eran cultivados en cercos o tapos para la producción de alimento y otros fines (Palomo y Arriaga, 1993). En las zonas pantanosas de Tenochtitlán se consumían algas, insectos acuáticos, acociles, peces, salamandras y aves acuáticas.

Otra actividad acuícola que realizaron los aztecas fue la de producir peces en estanques con fines posiblemente ornamentales o para alimentar a las aves acuáticas que tenían en cautiverio, por lo que se pueden considerar como los primeros acuarios del mundo. Entre los antiguos mexicanos, posiblemente sólo los zapotecas cultivaron peces para la alimentación humana (Cifuentes *et al*, 1990). Es conocido también que los mayas alimentaban algunas especies de pejelagarto

y pejesapo en cenotes para su mantenimiento y engorda (Palomo y Arriaga, 1993).

Durante el periodo virreinal y los primeros años de la Independencia, no se reportan datos precisos sobre la acuicultura; al parecer sólo en los conventos se llegó a cultivar peces en estanques, con fines de alimentación; por ejemplo en algunos monasterios de la ciudad de México, se cultivó el pescado blanco.

En el siglo XVIII Antonio Alzate, considerado el iniciador de la ciencia mexicana, realizó el primer intento formal de desarrollar la piscicultura en los lagos de Zumpango y Xochimilco. Posteriormente, en 1883, Esteban Chazari publicó un tratado sobre piscicultura en el país, mismo que dio las bases para el desarrollo de esta actividad. El libro fue publicado en 1884 con el título de *Piscicultura en agua dulce* y, a partir de ese momento diversas instituciones inician programas de acuicultura, construyéndose la primera estación de piscicultura en la Hacienda de Tlaxcaltengo, en el Estado de México, y pocos años después la estación piscícola La Condesa que, como señala Cházari, estaba destinada a cultivar peces y realizar experimentos sobre su alimentación utilizando lombrices, moscos y pulgas de agua.

En 1934 aparece la Secretaría el Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca, en el cual se impulsa nuevamente la piscicultura. A partir de entonces, los programas de acuicultura se multiplicaron y actualmente se cuenta con ambiciosos programas que contemplan el establecimiento de centros de acuicultura en todos los estados del país, así como granjas de producción comercial y centros de acuicultura costera (Cifuentes *et al*, 1990).

En los años sesentas se inician las acciones de propagación de carpa en el altiplano del país. Durante el sexenio del presidente Díaz Ordaz, alrededor de 1967, se introducen tilapia, bagre y trucha, en el centro y sureste de México con el fin de incrementar la producción de los cuerpos de agua y en los setentas se inician los primeros esfuerzos para la producción de bagre en Sinaloa y

Michoacán. Asimismo, se desarrolla el cultivo de camarón azul en Puerto Peñasco, Sonora (Palomo y Arriaga, 1993).

En 1972, se crea la Dirección General de Acuicultura. A partir de entonces, la acuicultura se ve como una actividad complementaria de apoyo social a las comunidades rurales, con lo cual se pretendía incrementar el consumo de proteína animal y mejorar así los niveles nutricionales de la población (Juárez y Palomo 1985). Aunque esta actividad se ha diversificado más hacia peces dulceacuícolas, también se lleva a cabo en especies marinas, ya que la piscicultura marina en México como en otros países, es una alternativa tecnológicamente viable ante la creciente demanda de alimentos de origen proteico para el consumo generalizado de la población humana (Álvarez, *et al.* 2006).

Desde sus inicios la acuicultura ha trascendido por diferentes etapas de desarrollo y ha seguido tres aspectos principales: la acuicultura de fomento o la práctica de la actividad en pequeños cuerpos de agua y unidades de producción, principalmente para autoconsumo y destinadas al cultivo de diferentes especies de tilapia y carpa; las pesquerías acuícolas derivadas de la siembra sistemática en embalses de medianas y grandes dimensiones, principalmente de carpa, tilapia, bagre y lobina, así como en las derivadas del manejo de existencias silvestres de crías de peces, postlarvas de langostino y ajolotes; y los sistemas controlados principalmente de trucha, bagre, camarón y ostión practicada con fines de comercialización y demandas de grandes inversiones (Ramírez y Sánchez, 1998).

#### 1.2.2. Desarrollo de la acuicultura en México

- Los sistemas de producción acuícola que se ha practicado en nuestro país puede dividirse en:
  - Acuicultura de repoblación.

Implica las acciones de siembra de alevines y la posterior cosecha en diversos cuerpos de agua, tales como lagos, lagunas costeras, embalses y ríos, por medio

de distintas artes de pesca. El rendimiento es variable y depende básicamente de la productividad natural de los cuerpos de agua, que en términos generales varía de menos de 100 a 800 kg/ha al año.

A principios del siglo XIX se introdujeron las primeras especies de agua dulce y embalses, como la carpa, la trucha arco iris y la tilapia, mismas que propiciaron el desarrollo y el establecimiento de pesquerías importantes. Sin embargo, actualmente este tipo de acuicultura ha sido totalmente descuidada y se están presentando casos de caídas drásticas en la producción, debido a la sobrepesca, a la falta de vigilancia, a la inexistencia de actividades de fomento y a la introducción desmedida de especies exóticas.

A pesar de que durante más de un siglo se han efectuado repoblaciones y la producción pesquera ha arrojado beneficios sociales y económicos importantes, existen escasos estudios que validen su importancia y relevancia (Arredondo y Lozano, 2003).

#### - Acuicultura de subsistencia (rural)

Se aprovechan diversos cuerpos de agua de pequeño tamaño, como bordos y jagüeyes que pueden ser temporales y permanentes y que reciben el nombre de estanques habilitados. Una característica fundamental es que este tipo de acuicultura se trata de asociar con otras actividades agrícolas o ganaderas, para darle un valor agregado a los productos que se cosechan en cada fase.

El rendimiento acuícola es variable y suele ser de 100 a más de 400 kg/ha al año. La acuicultura rural, que se define como aquella que se practica a nivel de subsistencia o semicomercial, comenzó a realizarse en nuestro país hace más de veinte años. Esta actividad depende básicamente de los insumos y la asistencia técnica que brinda el sector oficial o de gobierno; en ella se trata de aplicar conceptos de manejo integral que incluya otro tipo de actividades, tales como la

agricultura y la ganadería en razón de obtener una mayor disposición de productos alimenticios para los productores rurales.

Marcando el entorno que rodea a las unidades de producción rural, éstas presentan posibilidades de desarrollo, sobre todo se insertan en el esquema de aprovechamiento integral de los recursos naturales. Esto permitirá que los productores rurales dispongan de una diversidad de especies que contribuyan, en primer lugar, al enriquecimiento de su dieta alimentaria y, en segundo, a la venta de excedentes de la producción. Este modelo debe ser funcional, dependiendo de las alternativas que presenta cada región, dando la pauta para el aprovechamiento de los desechos en los diferentes niveles de producción y evitando los impactos ecológicos en los ecosistemas (Arredondo y Lozano, 2003).

- Acuicultura comercial o industrial

En estos sistemas se pretende alcanzar un incremento notable del rendimiento acuícola, utilizando para esto aportes de energía externa tales como la fertilización, los alimentos balanceados, o bien, ambos a la vez. Mediante este sistema es posible obtener mayores cosechas que, por ejemplo, en México fluctúan entre 1.5 toneladas por hectárea al año en estanques rústicos de tierra, hasta 25 toneladas por hectárea al año en canales de corriente rápida. Las especies más destacadas en la acuicultura de este tipo que, han logrado un papel destacado y actualmente se tiene un dominio mayor de la biotecnología de su cultivo, son el camarón y la trucha arco iris (Arredondo y Lozano, 2003).

- Niveles de Intensidad

- Acuicultura Extensiva: El objetivo de la acuicultura extensiva es el de sembrar o repoblar organismos acuáticos en embalses donde no los hay o hayan desaparecido o disminuido las poblaciones naturales o introducidas debido a problemas de contaminación o depredación (Aguilera y Noriega, 1986). El hombre sólo interviene en la siembra de los organismos sin tener que ver con otros

factores hasta el momento de la captura (Rodríguez y Maldonado, 1996). La inversión en este caso es baja y no se requiere de personal calificado, pero sus rendimientos son también bajos. En esta categoría se ubica la llamada acuicultura de repoblamiento, la cual aporta a las estadísticas pesqueras aproximadamente 100 000 toneladas anuales, que se consumen casi exclusivamente en el país. (Arredondo y Lozano, 2003).

- Acuicultura semintensiva: Se desarrolla en diferentes instalaciones; tales como estanques, corrales y cuerpos de agua como bordos temporales o permanentes, jagüeyes, represas, canales de riego y otros (Arredondo y Lozano, 2003). Se caracteriza por la falta de control que el acuicultor ejerce sobre el medio ambiente, interviniendo solo en los aspectos alimenticio y reproductivo. La inversión es más alta que en la anterior, se requiere de una mayor mano de obra calificada y los rendimientos acuícolas son mayores. Este tipo de cultivo se practica en casi todas las especies de la acuicultura nacional (Aguilera y Noriega, 1986).

- Acuicultura intensiva: Este tipo requiere de instalaciones especiales como estanques, jaulas, canales de corriente rápida, o bien, sistemas de recirculación y reacondicionamiento del agua (Aguilera y Noriega, 1986). Por sus características, el control de las condiciones de agua, la alimentación y la sanidad es estricta (Arredondo y Lozano, 2003). Se requiere de mano de obra calificada, una fuerte inversión y su producción es de tipo industrial. Se consideran las condiciones sanitarias en todo el proceso desde las distintas fases del cultivo hasta la distribución y venta del producto (Rodríguez y Maldonado, 1996).

Todos estos tipos de acuicultura se llevan a cabo en México. Algunos ejemplos de estos son: a) a nivel extensivo, las especies que más éxito han tenido son las carpas chinas y europeas, las tilapias, el ostión y el camarón; b) en el sistema semintensivo, la trucha arco iris, la tilapia, el bagre, la carpa y el camarón son las principales, y c) en los sistemas intensivos, el ejemplo más claro en aguas interiores es el cultivo de la trucha arco iris, el bagre y la tilapia (Arredondo y Lozano 2003).

### 1.2.3. Marco ambiental de la acuicultura

El marco ambiental en que se desarrollará un proyecto acuícola, puede ser muy variado dependiendo de factores como la especie que se va a cultivar, el sistema de cultivo que se utilizará, la intensificación del mismo, la localización geográfica del sitio y la disponibilidad de tierra y agua (Martínez Córdoba, 1998).

Los cultivos de peces pueden llevarse a cabo en marcos ambientales distintos, por ejemplo, en encierros en la zona costera, sistemas estuarinos o lagunas costeras; también en jaulas flotantes en el mar, esteros o lagunas; en cuerpos de agua continentales como represas, lagos, lagunas, ríos; en estanques de tierra u otros materiales construidos cerca de los ecosistemas ya mencionados (Martínez Córdoba, 1998).

En el cultivo de peces llevado a cabo en cuerpos de agua continentales se originan diversos problemas de impacto ambiental, como la degradación del ecosistema natural, acidificación de suelos y aguas, deterioro de la calidad del agua por la utilización de fertilizantes, abonos, alimento artificial y sustancias químicas como antisépticos, controladores de plagas, parásitos, etc. Esto, a su vez, impacta en las comunidades provocando cambios en la biodiversidad y en la densidad de población (Martínez Córdoba, 1998).

Al manipular los sistemas naturales, los proyectos de acuicultura tienen, con frecuencia, la posibilidad de producir mayores impactos ambientales que la pesca de captura. El cultivo de los peces en piscinas merece atención (Basterrechea, *et al.* 1996).

Los cultivos en cuerpos de agua continentales tienen un impacto desde insignificante hasta significativo en la calidad del agua, dependiendo de la especie, del tipo de cultivo e intensificación, así como de la oportunidad de la renovación del agua y la utilización de fertilizantes y químicos (Basterrechea, *et al.* 1996).

Los estanques que se ubican en los canales naturales de los ríos, por ejemplo, pueden alterar el flujo del agua y alterar el reabastecimiento del agua freática causando efectos negativos en cuanto a las condiciones hidrológicas locales (Basterrechea, *et al.* 1996)

En muchas ocasiones la propia actividad acuícola puede verse afectada por el impacto ambiental que ella misma produce, así como por otras actividades productivas cerca de las áreas de cultivo. Un ejemplo claro, es la recirculación y reúso de agua que ha sido descargada por la misma granja o por otras ubicadas en zonas cercanas. Este problema es particularmente grave cuando una cantidad de granjas se ubican en la misma área y arrojan sus descargas a cuerpos de agua reducidos, cerrados o con circulación poco dinámica, de los cuales a su vez se surten de agua.

Esta recirculación o reúso de aguas de descarga puede ocasionar consecuencias graves, como la contaminación de los productos que se cultivan con sustancias tóxicas, desarrollo de organismos patógenos resistentes a fármacos que se han utilizado en las granjas, deterioro de la calidad del agua y como consecuencia en la calidad de los productos que se cultivan (Martínez Córdoba, 1998).

Es fundamental administrar, adecuadamente, el agua de las áreas donde se practica la piscicultura, porque los estanques pueden reducir la cantidad y calidad del agua que está disponible para otras necesidades competitivas, como el riego, o el uso doméstico o industrial. El agua proveniente de los campos con riego, o el aflujo de los otros terrenos agrícolas, que contienen fertilizantes o pesticidas, también afectará la calidad del agua de los estanques (Basterrechea *et al.*, 1996).

## 1.3.Cultivo de trucha

### 1.3.1.Características físicas y ambientales

Existen aproximadamente siete variedades de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), todas ellas se pueden cruzar entre sí y por lo tanto se consideran como pertenecientes a una misma especie de salmónidos. La selección genética de esta especie ha permitido su amplia difusión como un organismo adecuado para la acuicultura, dadas sus características favorables en términos de tasa de crecimiento y de su eficiencia en la conversión alimenticia.

- Descripción morfológica.

La trucha arco iris, se distingue de las demás especies del género salmo por sus numerosas manchas oscuras y pequeñas, y por poseer escamas de menor tamaño; así como por la línea iridiscente que recorre el cuerpo a ambos costados. El nombre de arco iris deriva precisamente de la peculiar coloración del pez, misma que varía en función del medio, de la talla, del sexo y del grado de maduración sexual.

La trucha arco iris es el salmónido mejor adaptado a la acuicultura, debido a que:

- Su docilidad le permite domesticarse fácilmente y aceptar alimentos suministrados artificialmente. Sobrevive a temperaturas más altas y consume menor cantidad de oxígeno que otros salmónidos.
- Es relativamente resistente a la mayoría de las enfermedades, pudiendo tolerarlas adecuadamente bajo condiciones de cultivo.
- Se desarrolla rápidamente y la incubación es relativamente corta. Presenta una tasa de crecimiento elevada, dependiendo de la calidad de los alimentos que ingiera, la temperatura del agua, etc (Aguilera y Noriega, 1986).

- Distribución geográfica

La trucha arco iris es originaria de América del Norte, con una distribución natural que va desde Alaska, Canadá y Estados Unidos, hasta los ríos fríos y montañosos del norte de México. De manera natural dos variedades de trucha arco iris, se distribuyen en la Sierra Norte de Chihuahua, Durango, Baja California, Sonora, Sinaloa. Cabe indicar que desde finales del siglo XIX se introdujeron lotes de esta especie con el propósito de cultivo en las regiones montañosas y frías en los estados de México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Aguilera y Noriega, 1986).

- Hábitat

Habita en las aguas frías, transparentes, bien oxigenadas y de poca profundidad, en altas latitudes, principalmente en ríos, arroyos y lagos cuya temperatura del agua no rebase los 22°C a lo largo del año. En zonas tropicales y subtropicales habita en arroyos de aguas corrientes pero en zonas de gran altitud (superior a los 1500 msnm), cuyas temperaturas en los meses más cálidos no rebasen los 21 °C (Aguilera y Noriega, 1986).

- Ciclo de vida.

La trucha arco iris crece y madura en función de la temperatura, de la latitud y altitud. En el caso de México, el desove se realiza durante los meses de noviembre a febrero, cuando la temperatura del agua desciende a sus niveles más bajos. La maduración y el desove se pueden controlar manipulando el fotoperiodo, lo que permite adelantar o retrasar dichas actividades fisiológicas y, así, poder obtener huevos fértiles durante un lapso más prolongado del año.

Al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino. Una vez que estas reservas

han sido agotadas, el alevín asciende a la superficie en busca de alimento en el medio externo.

La duración de los periodos de incubación, de alevinaje y de engorda varían en función de la temperatura. Cuando ésta se mantiene en niveles óptimos para cada estadio, la talla comercial (250 g) puede alcanzarse en 12 a 15 meses, dependiendo también de otros factores, principalmente el relativo a la alimentación.

Es considerada como una especie valiosa en la pesca deportiva, ya que como todo salmónido, la trucha es rápida y lucha enérgicamente con el pescador, además de que su carne, al ser de excelente sabor, le da un valor adicional a su captura (Aguilera y Noriega, 1986).

- Requerimientos del agua

El éxito del cultivo de trucha depende en gran parte de la calidad del agua debido a que la salud de los salmónidos, en general, es muy susceptible a condiciones adversas del medio. El adecuado conocimiento de los requerimientos ambientales contribuirá a adoptar las técnicas de cultivo más apropiadas para asegurar el bienestar de los peces (Juárez y Palomo, 1985).

#### *Oxígeno disuelto*

Las concentraciones elevadas de oxígeno disuelto son indispensables para el cultivo de la trucha. Requiere de concentraciones por arriba de los 5 mg/l para satisfacer sus necesidades (Klontz, 1991). El agua fría puede mantener más oxígeno disuelto que las aguas cálidas, de manera que la concentración de este gas en el agua es directamente dependiente de la temperatura de la misma (Amaya y Anzola, 1988).

En condiciones de cultivo, al elevarse la temperatura, los peces ingieren mayor cantidad de alimento y su consumo de oxígeno disuelto se incrementa. A la vez, la descomposición de las heces fecales y los desperdicios de alimento, ocasionan un consumo de oxígeno disuelto, por lo que aun cuando las aguas empleadas para el cultivo se encuentren saturadas, la concentración de O<sub>2</sub> puede llegar a disminuir considerablemente a niveles críticos (Pérez, 1998).

### *Temperatura*

La temperatura adecuada para el cultivo de trucha se ubica entre los 7 y los 18°C. En aguas con temperaturas de 20 hasta 22°C la trucha puede vivir, pero se detiene el crecimiento debido a la falta de apetito, mientras que en un medio más frío (por debajo de los 7 °C) hay pérdida de apetito lo que retarda su desarrollo y crecimiento (Ortega, 1998).

Los cambios graduales de temperatura rara vez producen un problema de salud en los peces, pero los cambios bruscos pueden provocar un estrés grave que puede ser suficiente para reducir la resistencia de los organismos a las enfermedades y aumentar su susceptibilidad a infecciones (Meyers, 1994).

### *pH*

Para el cultivo de la trucha es necesario que el pH sea lo más estable, dentro de un rango de 6.5 a 8.0, ya que las variaciones estresan o lesionan a las truchas. Cuando la alcalinidad del agua es moderada, el pH tiende a mantenerse estable. (Klontz, 1991).

### *Amonio*

Las sustancias amoniacaes son producto de la excreción de los peces y se encuentran en dos estados: amonio ionizado y amonio no ionizado. El primero es relativamente inocuo al pez, pero el amonio no ionizado es sumamente tóxico; incluso si sobrepasa concentraciones de 0.05 m/l, reduce la tasa de crecimiento y provoca lesiones a las branquias, tejido renal y hepático.

Los peces pueden tolerar una concentración elevada de amonio ionizado a un pH determinado, pero se vuelven más sensibles a medida que el pH aumenta y se produce amonio no ionizado. Por lo tanto, el pH es un factor determinante con respecto a la toxicidad en el agua del amonio no ionizado (Klontz, 1991).

### *Substancias tóxicas*

Los peces excretan constantemente sustancias que les son tóxicas conforme se van acumulando en el medio. Así, la acumulación de heces fecales incrementa la concentración de amoníaco y de materia suspendida. Tanto los sólidos suspendidos y los sólidos disueltos, pueden dañar a los peces en dos formas: mecánicamente, irritando y bloqueando las branquias; y al consumir oxígeno durante su descomposición. Estas situaciones pueden presentarse cuando el escurrimiento provocado por las lluvias aporta a los estanques sólidos y materia orgánica en suspensión. Por lo tanto, es importante mantener una circulación continua de agua y mantener limpios los estanques y canales para prevenir la acumulación de desperdicios en el fondo (Álvarez, 1999).

Cuando la fuente de agua no se encuentra saturada de oxígeno o cuando están sobresaturada de ciertos gases, especialmente nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, etc. conviene airear intensivamente el agua antes de distribuirla a los estanques. Ello tiene por objeto tanto saturarla de oxígeno como de eliminar el exceso de estos gases.

El agua puede contener iones de metales pesados principalmente de hierro, zinc, y cobre debido a su contacto con ciertas rocas, tuberías o efluentes industriales. Dichos iones son tóxicos para las truchas cuando su concentración es elevada. Las sales de hierro son particularmente frecuentes, pudiendo depositarse sobre las branquias, con lo que provoca la asfixia de los organismos (Álvarez, 1999).

### 1.3.2. Técnicas de cultivo

Existen diversas técnicas para el cultivo de la trucha arco iris, que van desde las extensivas hasta el cultivo intensivo que se practica principalmente en estanques, jaulas y en canales de corriente rápida.

#### ∅ Cultivo extensivo

La trucha arco iris se cultiva de manera extensiva en embalses de diferentes dimensiones, inclusive en cuerpos de agua temporales, en donde se ha demostrado que es posible realizar el cultivo sin muchos problema y a bajos costos de producción. Durante muchos años esta especie ha sido introducida reiteradamente en ríos y embalses de las zonas frías y templadas de México, lo que ha propiciado beneficios de carácter económico a la comunidad rural. Sin embargo, no es posible dimensionar la magnitud de este beneficio, porque no se ha evaluado convenientemente y no hay datos oficiales al respecto.

Generalmente, los rendimientos en estos sistemas dependen de la cantidad de crías o adultos que son sembrados en los cuerpos de agua. Se estima que en general el rendimiento suele ser inferior a 20 Kg. por hectárea (Vergara *et al*, 1998).

#### ∅ Cultivo semintensivo

Este tipo de cultivo es realizado principalmente por el sector social y, en específico, por pequeños productores. Su éxito depende básicamente del suministro constante de los insumos: a) las crías y b) el alimento balanceado. Para este cultivo se utilizan pequeñas presas u otros cuerpos de agua, estanques rústicos o encierros en ríos, arroyos o canales de riego.

En el caso de los estanques, se construyen de diversos materiales, dependiendo de las condiciones locales, ya que pueden ser rústicos (construidos en terrenos impermeables, con un alto contenido de arcilla), de madera o de fibra de vidrio u

otro material de la región que sea económico y fácil de adquirir. En estos estanques se manejan bajas densidades de organismos y tasas de alimentación bajas y su rendimiento no suele superar los 10 kg/m<sup>3</sup> de agua (Vergara *et al*, 1998).

#### ⌘ Cultivo intensivo

Se reconocen cuatro modalidades de cultivo intensivo: 1) en estanques de concreto semi-rústicos, fibra de vidrio o metal; 2) en canales de corriente rápida; 3) en jaulas; y 4) en sistemas cerrados de recirculación y reacondicionamiento de agua. El cultivo de la trucha en estanques es el más popular y es el sistema más viejo. La ventaja de utilizar estos estanques es que son baratos y fáciles de construir (Vergara *et al*, 1998).

#### 1.3.3. Alimentación

La trucha arco iris es una especie eminentemente carnívora entomófaga (devoradora de insectos), con tendencias ictiófagas (consumo de peces). Ingiere una gran variedad de insectos acuáticos y sus larvas, insectos terrestres, almejas, gusanos, caracoles, lombrices y peces pequeños. A través de un largo proceso de investigación y experimentación se ha logrado determinar con precisión los requerimientos nutricionales de la trucha.

El alimento adecuado es un punto fundamental para obtener una buena rentabilidad en el cultivo. El uso y el manejo inadecuado del alimento repercute en los rendimientos esperados, en la degradación de la calidad del agua y posibles enfermedades. Los alimentos granulados para la trucha aparecieron en el mercado en la década de los años 40. En la actualidad las fórmulas han sido mejoradas al grado de llegar a constituir alimentos perfectamente balanceados. La mayor parte de los criaderos comerciales emplean exclusivamente este tipo de alimento desde que el alevín inicia su alimentación hasta el momento de su cosecha.

Existen al menos cuatro marcas de alimentos que cubren los requerimientos nutricionales de las truchas en las diferentes etapas de desarrollo, entre ellos están las marcas comerciales de Purina, Silver Cup (Pedregal), Clayton y Aceitera La Junta; cuyos análisis químicos proximales indican que no existen diferencias significativas entre ellos. Estos resultados comprueban que es posible utilizar cualquiera de los alimentos mencionados sin tener ninguna diferencia en el crecimiento de esta especie (Arredondo y Lozano, 2003).

#### 1.3.4. Estanques y capacidad de carga

El cultivo de la trucha en estanques es el más popular en nuestro país y también el sistema mas viejo. Para su construcción se utilizan diversos materiales como la propia tierra, siempre y cuando el suelo sea impermeable, la madera, la fibra de vidrio, el acero y el concreto. Su forma puede ser cuadrada, rectangular o bien circular.

En términos de rendimiento expresado como  $\text{kg}/\text{m}^3$ , éste depende de la capacidad de carga del estanque que, a su vez, está relacionado con algunos factores de la calidad del agua como el contenido de oxígeno disuelto, la temperatura, el flujo de agua y el área del estanque. La capacidad de carga es un término que se utiliza para expresar los kilogramos de trucha por metro cúbico de espacio aprovechable o flujo de agua. En el caso de los estanques, los rendimientos suele estar por arriba de los  $20 \text{ kg}/\text{m}^3$  (Arredondo y Lozano, 2003).

Por ejemplo, para un simple cálculo: si se requiere cultivar truchas en estanques rectangulares de  $50 \times 2 \times 1 \text{ m}$  de profundidad (área de  $100 \text{ m}^2$ ), se necesitarán  $100 \text{ m}^3$  por hora para poder manejar una producción de 1000 Kg. de truchas, o en el caso de un estanque circular de  $80 \text{ m}^3$ , bien manejado y con buenas condiciones de calidad de agua, puede producir más de una tonelada de trucha por ciclo (Arredondo y Lozano, 2003).

### 1.3.5. Buenas prácticas

La adopción de buenas prácticas de producción acuícola (BPPA) consiste en aplicar durante el proceso de cultivo, el conjunto de recomendaciones, normas y actividades relacionadas entre sí, que están destinadas a garantizar que estos productos mantengan las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad requeridas para el consumo humano y conservación del ambiente.

La inocuidad de la trucha producida por acuicultura puede verse afectada por problemas de contaminación, debido a descargas industriales, agrícolas o de asentamientos humanos, la falta de instalaciones adecuadas, la carencia de programas eficientes de higiene del personal que trabaja en la granja en particular de los piscicultores y de las instalaciones y equipo, la utilización no controlada de químicos y fármacos, y el uso de alimentos contaminados (Conapesca y Sagarpa, 2006).

Al igual que en otros organismos acuáticos, la producción de trucha para consumo humano requiere que todas las actividades antes, durante y después de la misma, se realicen con el objetivo de obtener productos de alta calidad sanitaria conforme a las leyes y reglamentos en materia de alimentos. Para ello, se recomienda la aplicación de los principios de buenas prácticas en todos los eslabones de la cadena productiva. Aunque la implementación de estos sistemas para asegurar la inocuidad de los productos alimenticios es una realidad en otras industrias, en la acuicultura recientemente se están aplicando estas prácticas para especies de alto valor, que son comercializadas globalmente y las especies que por sus características biológicas pueden representar un alto riesgo para el consumo (Gobierno del Estado de México, Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Sagarpa, 2006).

Las buenas prácticas de cultivo de trucha, están dirigidas a asegurar la producción sostenida e inocuidad alimentaria del producto, minimizando el impacto al medio ambiente, logrando con ello la sustentabilidad de la actividad. La adopción de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha (BPPAT), tiene como objetivo asegurar que el producto que se obtiene a pie de granja sea inocuo, es decir, que se encuentre libre de bacterias, parásitos o compuestos químicos que atenten contra la salud de los consumidores (García y Calvaro, 2003).

La implementación de las BPPAT ofrece diversas ventajas, por ejemplo:

- a) Se obtiene un alto nivel de calidad sanitaria en los alimentos.
- b) Contribuye a consolidar la imagen y credibilidad de la empresa frente a los consumidores y aumenta la competitividad tanto en el mercado interno como en el externo.
- c) Contribuye a la reducción de costos y a disminuir sustancialmente la destrucción o reprocesamiento de productos, lo que resulta en un aumento de la productividad.
- d) Aumenta la autoestima e importancia del trabajo en grupo, ya que las personas involucradas pasan a un estado de conciencia, ganando la confianza y satisfacción de que la producción se realiza con un alto nivel de seguridad; al mismo tiempo, genera ganancias institucionales.
- e) En el aspecto legal, la implantación de BPPAT facilita la comunicación de las empresas con la autoridad sanitaria, puesto que la empresa ha resuelto premisas tales como: el cumplimiento de las buenas prácticas sanitarias y el énfasis en el control del proceso, asegurando la calidad sanitaria, que es el punto central de la responsabilidad del gobierno y la industria para proteger la salud de los consumidores.

Las BPPAT son una serie de procedimientos que contienen los requisitos básicos para ayudar en la prevención de los problemas que pueden ocurrir durante la fase de cultivo de la trucha y que ponen en riesgo la inocuidad del producto final.

(Gobierno del Estado de México, Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Sagarpa, 2006).

#### 1.3.6. Sanidad acuícola.

La sanidad acuícola es el estudio de las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos cultivados, así como al conjunto de prácticas encaminadas a la prevención, diagnóstico y control de las mismas. El cultivo de la trucha en ocasiones puede verse afectado por diversos problemas de enfermedades. La mayoría suceden como consecuencia del incorrecto manejo de los peces en cualquier etapa de su crecimiento, así como por la falta de higiene. La debida atención a aspectos sanitarios, limpieza, flujos suficientes de agua, tasas de alimentación, mantenimiento de densidades y cuidados de los peces, pueden evitar en gran medida la presencia de enfermedades o infecciones. El óptimo control de cualquier brote infeccioso es un conjunto de medidas que deben adoptarse para asegurar el buen estado de salud de la población de peces cultivados (Cárdenas y Noriega, 2003).

En el contexto de la sanidad acuícola, un elemento importante para tener individuos sanos es la prevención de enfermedades y parásitos ya que, en muchos de los casos, cuando éstas se presentan, reportan grandes pérdidas debido al alto costo que su tratamiento origina.

En los países desarrollados, más que atender enfermedades terminales se le da énfasis a programas de prevención entre la comunidad interesada para evitarlas, y representa uno de los logros más representativos en este combate. Por lo tanto, conocer las enfermedades será de gran valor para los acuicultores, así como para saber que existen enfermedades que por su agente causal y/o tratamiento las hace de alto riesgo (Rodríguez y Cruz, 1998).

Por lo antes expuesto, para nuestro país es importante acatar las disposiciones legales vigentes a fin de disminuir el riesgo de que se introduzcan y dispersen todo tipo de enfermedades. Debido a ello, se ha considerado necesario mantener un sistema de vigilancia y, en caso de presentarse alguna situación fuera de lo normal, como brotes y mortalidades significativas, dar aviso al laboratorio de la Red más cercano de la localidad y a la Delegación Federal de la Semarnat de cualquier estado, que es el organismo encargado de resolver problemáticas de este tipo.

Se dice que una enfermedad es certificable en peces cuando es causada por algún virus o una bacteria, de las cuales hasta la fecha no se dispone de tratamientos efectivos para su control o es muy difícil de lograrlo, por lo que conlleva a la pérdida de producción de recursos acuáticos importantes. Cuando se realizan exportaciones de productos pesqueros o acuícolas, se tiene la obligación de realizar pruebas y exámenes sanitarios exhaustivos para certificar que los organismos se encuentran libres de patógenos que puedan resultar peligrosos para la integridad sanitaria acuícola del importador; asimismo, se deben emitir los certificados correspondientes que avalen lo anterior (Rodríguez y Cruz, 1998).

### 1.3.7. Normatividad

A nivel nacional existen organismos o secretarías que regulan las leyes y normas con las que se debe cumplir en materia de inocuidad en la acuicultura. La normatividad, además, establece y define los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales.

Además, pretende entre otros fines, mejorar la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país con los programas que se establezcan para el sector

pesquero y acuícola, así como ordenar, conservar y proteger la repoblación de los recursos pesqueros y acuícolas.

Dentro de las secretarías existen diversos programas de apoyo a la producción acuícola, tanto de carácter federal como estatal, algunos de los cuales ofrecen apoyos orientados al fomento de la acuicultura y otros relacionados con el manejo sanitario de la misma (Sagarpa, 2007).

La Sagarpa, a través de las direcciones de Ordenamiento Pesquero y Acuícola, Organización, Fomento e Inspección y Vigilancia, opera seis programas nacionales; los cuales son:

1. Programa Nacional de Ordenamiento Pesquero y Acuícola

Este programa, permite conciliar las prácticas pesqueras con las normas vigentes sobre bases científicas, normativas y operativas que garantizan una pesca responsable y la rentabilidad de la actividad pesquera y acuícola (Corral, 2007).

2. Programa de Acuicultura y Pesca de la Alianza

Este es un programa de subsidios del Gobierno Federal que contribuye a elevar el nivel de vida de los productores pesqueros y acuícolas y sus familias. Tiene por finalidad aportar recursos para la capacitación de los productores, el desarrollo de obras de cabecera e infraestructura de mercado, así como para la formulación y ejecución de proyectos productivos que promuevan y fomenten el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas (Corral, 2007).

3. Programa de Capacitación y Asistencia Técnica 2007

Tiene como objetivo principal atender las necesidades de asistencia técnica para consolidar el desarrollo competitivo de los diversos actores que inciden en el sector acuícola y pesquero, fortaleciendo sus capacidades y habilidades técnicas, administrativas y de autogestión durante el ejercicio fiscal 2007; además busca

fortalecer las capacidades y habilidades técnicas y de desarrollo gerencial y administrativo de los diversos actores que inciden en la actividad, para elevar su eficiencia competitiva y detonar polos de desarrollo regional (Conapesca y Sagarpa, 2008).

#### 4. Programa Nacional de Acuicultura Rural (Pronar)

El Pronar es un tipo de apoyo que en el 2005 se integra al Programa de Acuicultura y Pesca de la Alianza Contigo, a través del cual se fomenta el desarrollo de proyectos de inversión de pequeña escala en aguas interiores y litorales para crear unidades de producción acuícola rentables y competitivas que contribuyan a mejorar las condiciones socioeconómicas del sector rural. Sus objetivos son: mejorar los procesos productivos de las unidades de producción acuícola para que a corto plazo puedan enlazarse a cadenas de valor; fomentar el desarrollo de capacidades empresariales en los productores, a fin de contribuir a la formación de negocios acuícolas en el medio rural e impulsar el desarrollo regional para conformar núcleos de producción (polos de desarrollo), definidos por especie y región, que conjunten la participación de los productores para que de manera gradual se logre la articulación productiva. En el año 2006 este programa apoyó 128 proyectos en el Estado de México (Conapesca y Sagarpa, 2002-2006).

#### 5. Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Laboratorios de Diagnóstico (Pronalsa).

El Pronalsa tiene entre sus principales funciones: prevenir enfermedades; certificar poblaciones libres de patógenos en las importaciones, evitar la movilización de organismos que presenten enfermedades en cualesquiera fases de desarrollo, asesorar en la materia a la comunidad demandante, establecer técnicas rápidas y de certificación así como apoyar a la Sagarpa en la toma de decisiones y control sanitario de las especies, y vincularse con los Comités Estatales de Sanidad Acuícola y el Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). Su misión es establecer las medidas necesarias para disminuir los riesgos de introducción y dispersión de patógenos al territorio nacional y mantener

el sector acuícola con mínimos riesgos sanitarios; y su visión es fortalecer la red de laboratorios que brindan servicios de diagnóstico y prevención al sector acuícola y pesquero en materia de sanidad con la calidad y oportunidad que demanda su desarrollo, así como coadyuvar con las instituciones públicas y de investigación en la construcción de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (Rodríguez y Cruz, 1998).

#### 6. Programa Nacional de Inspección y Vigilancia

Este programa tiene como objetivos específicos los siguientes: establecer una acción contundente del Gobierno Federal para combatir frontalmente la pesca, el tránsito y el comercio ilegal de productos de la pesca y la acuicultura; privilegiar la prevención con la participación de los tres ámbitos de gobierno y corresponsabilidad de la sociedad a través de los productores; prevenir, combatir y sancionar la pesca y acuicultura ilegal de tal manera que esta actividad ilícita se vuelva totalmente incosteable; incentivar y verificar el cumplimiento de la normatividad; combatir la comercialización clandestina de especies; promover la creación de comités estatales de inspección y vigilancia así como difundir el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros (Conapesca y Sagarpa 2008).

## **2. Planteamiento del problema**

Las comunidades rurales establecidas en la cuenca del río El Lindero, ubicada en la porción suroeste de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, entre los estados de Michoacán y México, se han dedicado por más de 15 años al cultivo de trucha arco iris. Esta actividad ha tenido un papel importante por los ingresos que genera, porque representa una alternativa para reducir la tala forestal y evitar abrir nuevos terrenos de cultivo.

Debido a que el cultivo de trucha representa una actividad productiva atractiva por sus beneficios socioeconómicos y ambientales, se considera importante realizar un diagnóstico que permita conocer el desarrollo y estado actual de la producción de trucha, incluyendo un análisis de la problemática ambiental y socioeconómica, así como una evaluación de la rentabilidad. Todo esto, en el contexto de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.

## **3. Objetivos**

### Objetivo General

El presente trabajo tiene la finalidad de elaborar un diagnóstico de las condiciones físicas y socioeconómicas de la cuenca del río El Lindero para el cultivo de trucha arco iris, como una actividad alternativa o complementaria en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.

### Objetivos Particulares

- ∅ Localización de las granjas de truchas y su área de influencia.
- ∅ Evaluación del estado de conservación de la cuenca del río el Lindero.
- ∅ Análisis de la situación actual del cultivo de trucha en la cuenca El Lindero.

Identificación de la problemática y recomendaciones para el mejoramiento del cultivo de trucha.

## **4. Metodología**

### **4.1. Revisión bibliográfica**

La revisión bibliográfica se enfocó a la recopilación de información sobre los antecedentes de la acuicultura en México, con énfasis en el cultivo de trucha arco iris.

Posteriormente, la búsqueda se basó en el cultivo de trucha arco iris para conocer sus requerimientos físicos, las prácticas adecuadas, los proyectos que han sido destinados a esta actividad a nivel nacional, estatal y en cuencas hidrográficas.

Se recopiló información sobre el manejo integral de cuencas hidrográficas para entender las interrelaciones entre los recursos naturales, la forma en que el hombre se ha organizado para apropiarse de ellos y la manera en que puede repercutir su alteración en la producción de trucha.

En complemento, se revisó la cartográfica temática y los censos existentes para conocer y describir las características físicas y socioeconómicas del área en estudio.

### **4.2. Análisis de fotografías aéreas**

Se llevó a cabo una selección de fotografías aéreas digitales del área de estudio, del vuelo realizado en marzo del 2008 sobre la región de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, escala 1:10 000, en las cuales se identificaron y se separaron las fotografías de la zona correspondiente al área donde se lleva a cabo la actividad acuícola.

El proceso inició con una observación de las fotografías con ayuda de un estereoscopio de espejos. El principio de la visión estereoscópica puede

describirse como un proceso visual relacionado con el uso de un estereoscopio, el cual muestra una imagen desde dos ángulos ligeramente diferentes que los ojos funden en una imagen tridimensional única.

Posteriormente, a las fotografías se les marcó el punto principal; cada par de puntos principales comprende dos pequeñas marcas idénticas grabadas en acetatos que se colocaron sobre cada fotografía y que a su vez ayudaron a establecer el área fotointerpretable. El observador ve simultáneamente una marca con el ojo izquierdo y la otra con el ojo derecho; luego se ajusta la posición de las marcas hasta que parecen confundirse o fusionarse en una sola, percibiéndose a una cierta altura (Lehmann, 1977).

Una vez realizado el trabajo de fotointerpretación ya mencionados, se inició el análisis de las fotografías con los siguientes puntos:

- Se delimitó la cuenca sobre los acetatos sobrepuestos de acuerdo con las formas del relieve vistas por medio del estereoscopio y se identificaron las granjas acuícolas ubicadas dentro de la cuenca.
- Se identificó y delimitó el río principal y sus afluentes secundarios, así como las pequeñas escorrentías que aportan, a su vez, una cantidad de agua significativa a los afluentes que abastecen los estanques de las granjas trutícolas.
- Se identificaron las comunidades rurales ubicadas dentro de la cuenca, las cuales llevan a cabo la actividad acuícola dentro de la cuenca.
- Se identificaron las comunidades vegetales dominantes, así como la densidad de cobertura de las mismas. Estas densidades fueron definidas por fotointerpretación comparada entre el periodo 1999-2008, donde se tipificaron 5 clases de cobertura: cerrada, semicerrada, abierta, semiabierta y deforestada; dichos valores se describen en la tabla siguiente:

<b>Tabla 1: Clasificación de la densidad de cobertura</b>	
<b>Clase</b>	<b>% de cobertura</b>
Cerrada	Mayor de 80
Semicerrada	59-79
Abierta	30-54
Semiabierta	10-29
Deforestada	Menor de 10

El análisis comparativo se realizó por medio de la observación de una de las fotografías del año 1999 con otra del 2008, en donde se identificaron las zonas en donde se observó un cambio en la cobertura forestal, ya sea por deforestación o por reforestación; estas zonas se delimitaron y se estableció alguno de los valores antes descritos.

- Se realizó una evaluación del estado de conservación de la cuenca utilizando las clases utilizadas para definir el grado de cobertura que, al unirse dos categorías dan el estado de conservación como se muestra en la tabla 2.

<b>Tabla 2: Clasificación del estado de conservación</b>	
<b>Clase</b>	<b>Estado de conservación</b>
Cerrada	Conservado
Semicerrada	
Abierta	Semialterado
Semiabierta	
Deforestada	Alterado

- Se recurrió al uso del Sistema de Información Geográfica denominado *ArcGis* con lo cual se pudo capturar, administrar, manipular, graficar, modelar y analizar los datos obtenidos en la literatura, en la cartografía y en el campo, logrando el objetivo de realizar la representación cartográfica de la cuenca y las características físicas y socioeconómicas de la región.

#### 4.3. Trabajo en campo

Con base en la información obtenida en gabinete se planearon las visitas y trabajos en campo. En la primera visita a la región en estudio, realizada en abril del 2008, se identificaron completamente las granjas trutícolas ya antes observadas en las fotografías aéreas y se realizaron conversaciones con algunos propietarios de las granjas en su ambiente de trabajo, con el objetivo de llevar a cabo un acercamiento y que en un futuro brindaran información más concreta de la actividad.

La información obtenida inicialmente fue elemental, como el número de granjas, el nombre de los propietarios, algunos aspectos históricos del inicio y desarrollo de la actividad; asimismo, se realizó el cálculo de las dimensiones de los estanques de algunas granjas. Sin embargo, no se pudieron visitar todas las granjas, por lo que quedaron pendientes para la segunda visita.

En agosto del 2008 se realizó la segunda visita a campo en la cual se planearon varios objetivos. El primer objetivo fue realizar entrevistas más dirigidas que proporcionaran información más concreta del establecimiento de la actividad trutícola; así como el estado actual del cultivo de truchas y la producción de las mismas. El segundo objetivo fue llevar a cabo una observación del panorama general de la cuenca para complementar información sobre algunos aspectos físicos y socioeconómicos inherentes a esta actividad. En el Anexo 2 se muestra el formato de esta encuesta realizada en el resto de las granjas.

Se realizó una caracterización física de los estanques de trucha más detallada en cuanto a su ubicación, dimensiones, capacidad, adecuaciones técnicas, entre otras, que ayudaron a evaluar el desarrollo y producción de los mismos.

El tercer objetivo principal para esta visita a campo fue conseguir información inherente a los análisis realizados para conocer la calidad del agua y saber cuales son los controles sanitarios que se realizan en cada una de las granjas. Cabe precisar que la respuesta de los truticultores fue limitada y sólo se logró obtener la información mencionada en una sola granja.

#### 4.4. Organización y análisis de la información obtenida en gabinete y en campo

Una vez obtenida la información generada en gabinete, se procedió a desarrollar el marco teórico del presente trabajo que sirvió para orientar sobre la forma de encarar el tema de la investigación; también permitió centrar los objetivos del estudio, evitando desviaciones del planteamiento original y proveyó de un marco de referencia para interpretar posteriormente los resultados del estudio.

Con los resultados obtenidos de igual forma en gabinete y en campo, se realizó la cartografía temática del área en estudio la cual, tras realizar un análisis y síntesis a partir de algunos mapas temáticos de INEGI a escala 1:250 000, sirvió para corroborar la información que se obtuvo en campo.

Para llevar a cabo la delimitación de la cuenca, la representación de la cartografía temática y de las características físicas de los estanques de trucha, se utilizaron las cartas topográficas digitales y las ortofotos E1436a y E1436d de INEGI, las cuales corresponden a la zona de estudio y son la base fundamental para poder realizar el trabajo digital requerido.

Posteriormente se realizó una unión de las cartas digitalmente y un cambio de proyección, debido a que las cartas y las ortofotos de INEGI traen la proyección ITRF92 y la requerida y más exacta para México es la NAD27.

Una vez que se efectuó la unión de las cartas digitales y con la proyección correcta se realizó una extracción sobre las fotografías aéreas de la cuenca que se delimitó anteriormente, con el objeto de tener exclusivamente a la cuenca en estudio y en la cual se plasmaran los mapas temáticos y la ubicación y caracterización de las granjas trutícolas, haciendo uso del programa *ArcGis*.

Finalmente, se llevó a cabo la elaboración de tablas que ayudaron a representar los datos obtenidos en gabinete y en campo, específicamente de las encuestas realizadas a los truticultores, las cuales facilitaron la descripción e interpretación de los datos.

## **5. Descripción del área en estudio**

### **5.1. Medio físico**

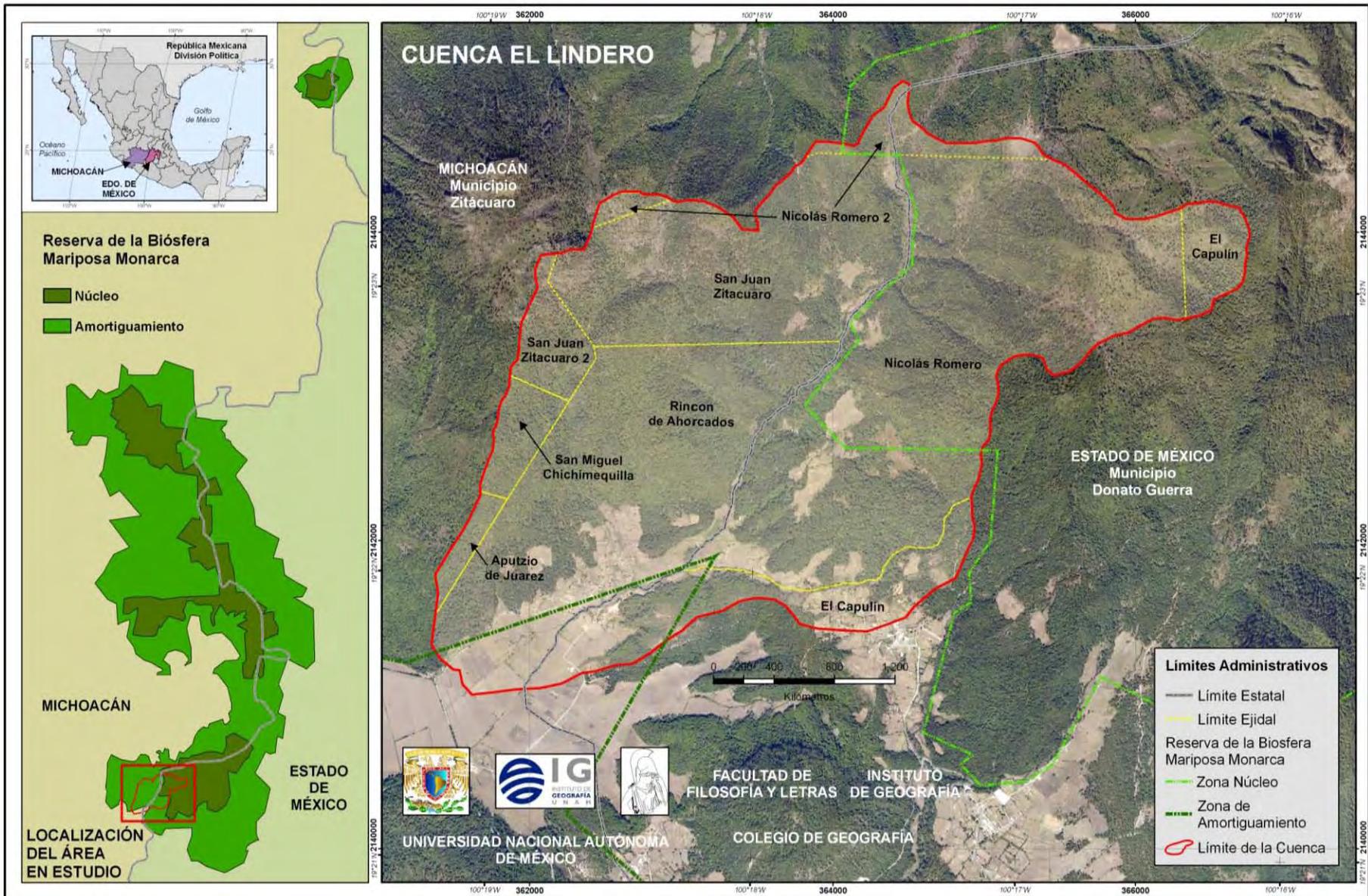
La cuenca del río El Lindero se localiza en el Eje Neovolcánico, entre los límites de los estados de México y Michoacán, corresponde a una parte de la porción suroeste de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, entre las coordenadas extremas 19°21'40", 19°23'47" de latitud norte y 100°15'44", 100°19'15" de longitud oeste de Greenwich.

Con base en la delimitación política estatal y municipal, la región en estudio se ubica en el este del estado de Michoacán y el oeste del Estado de México, ocupa una parte de las jurisdicciones municipales de Zitácuaro y Donato Guerra, respectivamente. En la primera, se incluye una porción de los ejidos Rincón de Ahorcados, Nicolás Romero 1 y 2, San Juan Zitácuaro 1 y 2, San Miguel Chichimequilla y Aputzio de Juárez. En el siguiente municipio se presenta una porción del ejido El Capulín.

Cubre una superficie aproximada de 1129 hectáreas, de las cuales 332 pertenecen a la zona núcleo y 729 a la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. El resto se encuentra fuera del polígono de la reserva que consta de 68 hectáreas. Tiene una longitud de la parte más alta a la más baja en línea recta, de 6 km y un perímetro de 17 km (Mapa 1).

#### **5.1.1. Geología y relieve**

Desde el punto de vista geológico, la cuenca está formada por rocas pliocuaternarias, ubicada dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, denominada también Cordillera Volcánica Transmexicana, la cual está formada por un relieve montañoso compuesto por volcanes andesíticos y basálticos.



Mapa 1

Presenta una forma alargada, con orientación noreste-suroeste, con las partes más altas en las laderas oeste del Cerro Pelón y este del Cerro El Cacique, donde la altitud máxima es de 3160 msnm, que desciende hasta los 2240 msnm, de lo que resulta una diferencia altitudinal de 920 metros.

Presenta nivelación de superficies por acumulación de productos piroclásticos, que suavizaron el relieve original, en la porción central y en dirección suroeste de la cuenca (Mapa 2).

Por sus características topográficas, se divide en tres regiones: la cuenca alta, que se extiende por arriba de los 2650 msnm, donde predomina un relieve de laderas con pendientes muy abruptas (mayor a  $60^\circ$ ), con presencia de mesas en las partes más altas de la zona montañosa y que dan origen al parteaguas de la cuenca del río El Lindero, la cual es considerada la zona de mayor recarga de acuíferos.

La cuenca media se extiende ente los 2400 a los 2650 msnm, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas hasta pendientes muy abruptas (de  $5^\circ$  a  $38^\circ$ ). En la cuenca baja, donde la altitud es inferior a 2400 msnm, predomina un relieve compuesto en su mayoría por planicies y que alcanzan una pendiente ligeramente inclinada con un valor un poco superior a  $5^\circ$ .

#### 5.1.2. Suelos

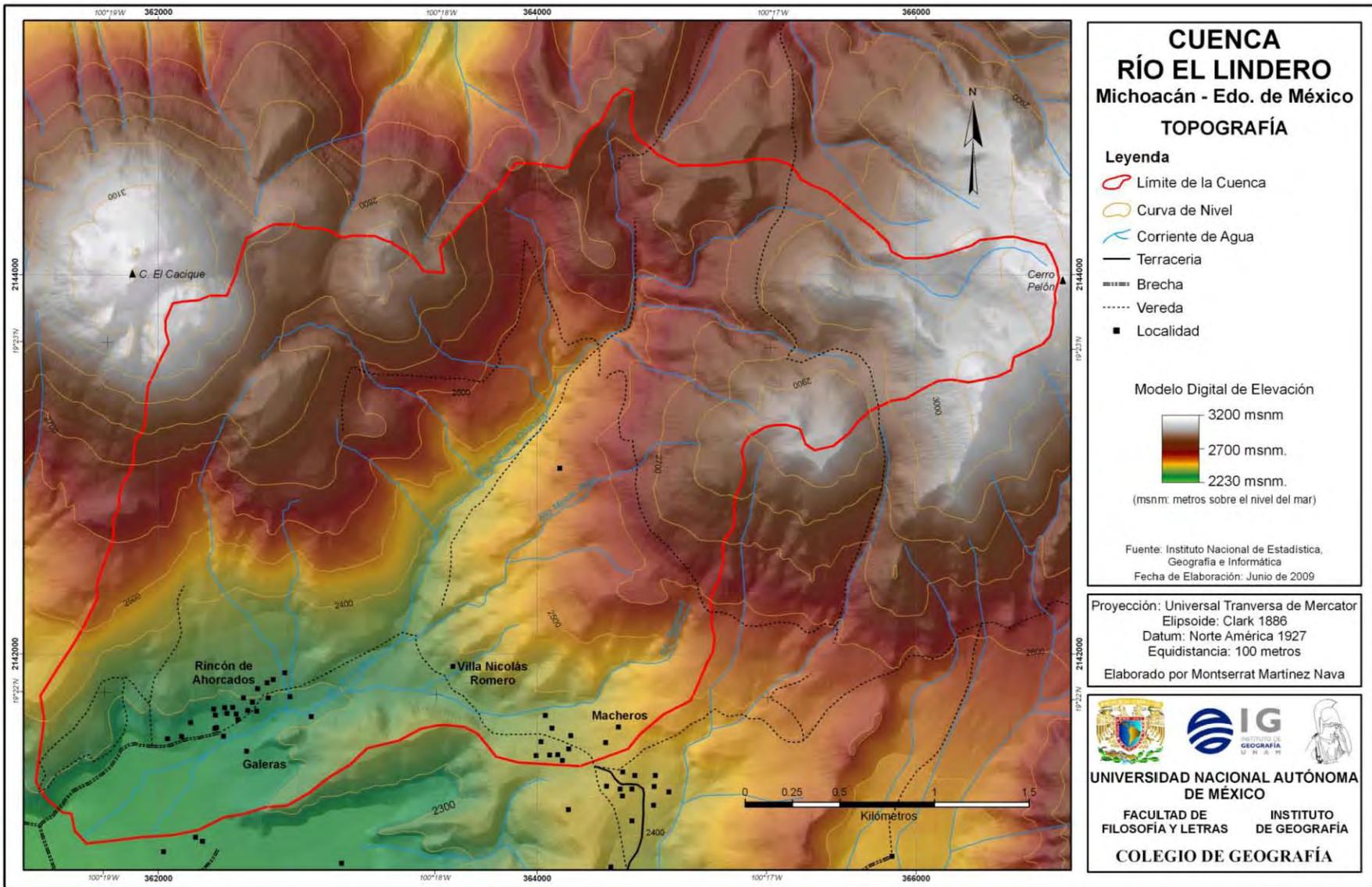
Las cenizas volcánicas al quedar al descubierto, sufren un proceso de desecación y cementación, dando origen a fragipanes conocidos comúnmente como tepetates. Estos materiales, en condiciones naturales se encuentran hidratados al estar bajo una vegetación de bosque de coníferas, que al ser deforestada, provoca que este suelo oscuro, rico en materia orgánica, es arrastrado a las partes bajas y se inicia un proceso de desecación, que paulatinamente convierte a estas superficies en misceláneos rocosos que posteriormente se deshidratan y, en consecuencia se inicia un proceso erosivo.

Estos materiales litológicos en condiciones de clima templado-húmedo, generan suelos con propiedades ándicas como son la alta retención de agua, una densidad aparente baja y fijación de fósforo, entre estos suelos estan los andosoles húmicos, que presentan acumulación de materia orgánica y saturación de bases menor del 50%. Se localizan en áreas de pendiente moderada y con buen estado de conservación de la vegetación.

En pequeñas áreas se han desarrollado suelos oscuros, ricos en materia orgánica, saturación de bases mayor a 50%, lo que les confiere una riqueza en nutrientes, dando origen a los andosoles mólicos, los cuales se ubican en las áreas mejor conservadas y con menor pendiente, formando suelos profundos.

A partir del mismo material parental, se han desarrollado andosoles ócricos, de colores claros y pobres en materia orgánica; se ubican generalmente en depósitos gruesos de ceniza volcánica y en pendientes fuertes.

Los andosoles en general presentan un alto riesgo de erosión y una susceptibilidad alta de erodabilidad por su carácter de poco desarrollado, aunado a pendientes fuertes, originando procesos de erosión acelerada y movimientos en masa (López y Manzo, 1998).



Mapa 2

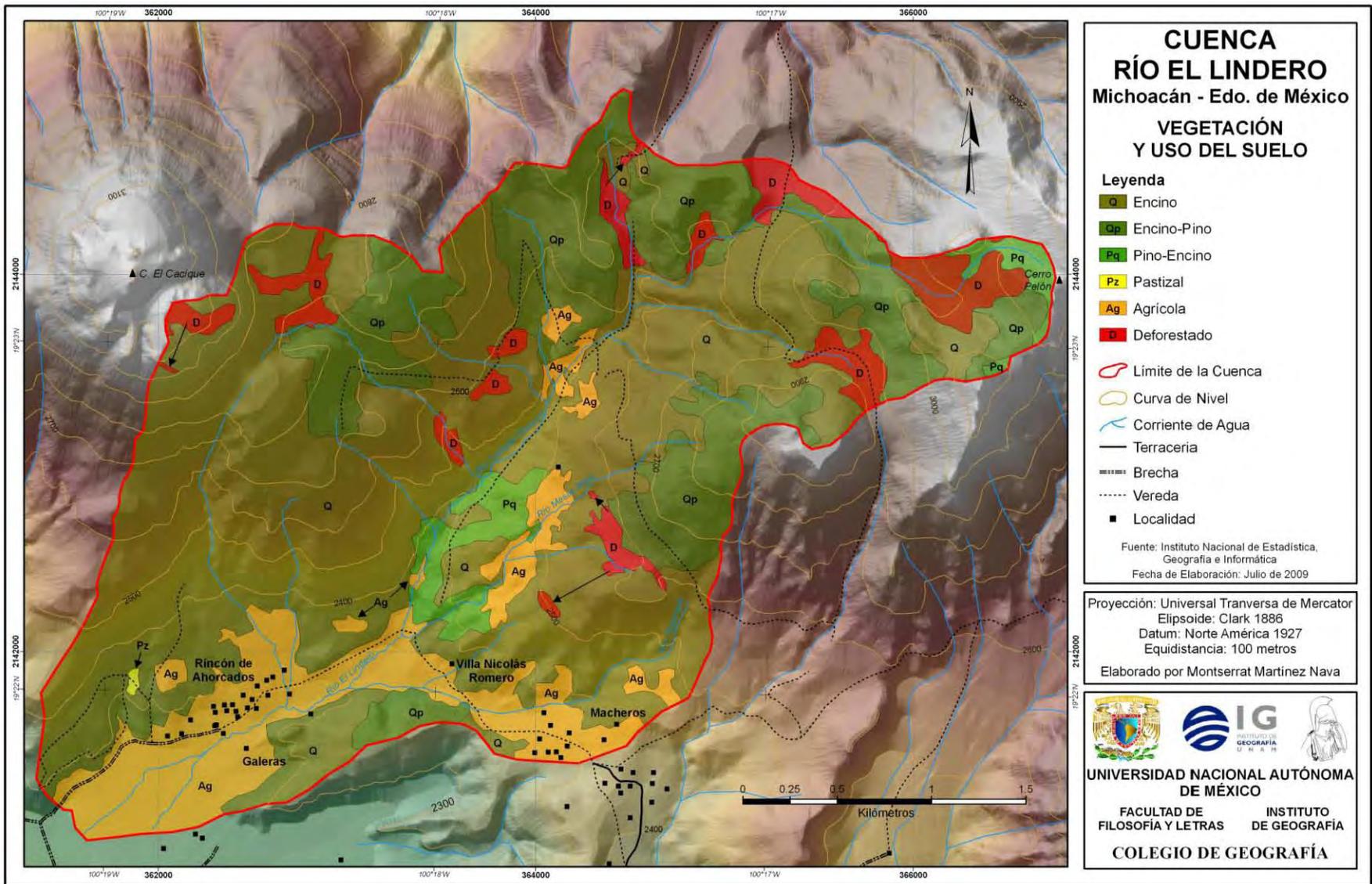
### 5.1.3. Vegetación y uso del suelo

Las condiciones altitudinales y climáticas en el área en estudio se favorecen la presencia de bosques templados, entre los que destacan el bosque de encino, el bosque de encino-pino y el bosque de pino-encino; también existen pequeñas áreas de pastizal, áreas deforestadas y terrenos dedicados al cultivo (Mapa 4).

El bosque de encino se localiza a lo largo de toda la cuenca, cubriendo un amplio intervalo altitudinal entre 2300 y 3100 msnm; debido a ello, se presenta en la parte media y grandes porciones de la parte alta y baja de la cuenca. Cubre una superficie de 656 hectáreas que representan 58% de la superficie total. Siguiendo el mismo orden en cuanto a la superficie ocupada, le sigue el bosque de encino-pino que se establece principalmente por arriba de los 2600 msnm. Cubre una superficie de 255 hectáreas equivalente a 23%, localizadas en su mayoría en la parte alta y en una muy mínima superficie en la parte media y baja de la cuenca. El bosque de pino-encino, con 53 hectáreas, que representa 5%, se localiza por arriba de los 3000 msnm de la cuenca y en una porción de la parte media alrededor de los 2400 msnm (Tabla 3).

El resto de la superficie corresponde a terrenos destinados al cultivo y pequeñas superficies deforestadas y con pastizal. Las áreas agrícolas ocupan 152 hectáreas, que equivale a 13%; se distribuyen principalmente por debajo de los 2500 msnm, donde también se localizan los asentamientos humanos que llevan a cabo la actividad acuícola al mismo tiempo. Las zonas deforestadas cubren una superficie de 12 hectáreas que, al sumarse el pastizal, hacen un total de 13 hectáreas, lo que equivale a 1%; éstas se presentan generalmente en los límites del bosque de encino y encino-pino, alrededor de los 2600 msnm entre la cuenca media y la alta. (Tabla 3 y Mapa 4).

<b>Tabla 3: Vegetación y uso del suelo en la cuenca El Lindero</b>		
Vegetación	Superficie en ha	% superficie de cuenca
Bosque de Encino	656	58
Bosque de Encino-Pino	255	23
Bosque de Pino-Encino	53	5
Deforestado y Pastizal	13	1
Agrícola	152	13
Total	1129	100



Mapa 4

#### 5.1.4. Clima

Dentro de la cuenca del río El Lindero, las partes más altas y con relieve accidentado son las zonas más importantes como cabeceras hídricas, permitiendo que las áreas boscosas sean las responsables de una importante zona de captación pluvial.

En la parte alta de la cuenca se presenta un régimen de temperatura semifrío, según el sistema de Köppen modificado por García, con un rango de temperatura que oscila entre los 8 y 12°C. En cuanto a la precipitación se tienen valores anuales de 800 a 2500 mm, dando una condición subhúmeda, con lluvias en verano (García, 1974).

Para las partes media y baja de la cuenca el régimen de temperatura se modifica a templado, se caracteriza por tener temperaturas entre los 16 y 20°C. En relación a la precipitación se conservan los valores anuales de 800 y 2500 mm, propio de condiciones subhúmedas con presencia de lluvias en verano (García, 1974).

#### VI.1.2. Hidrografía

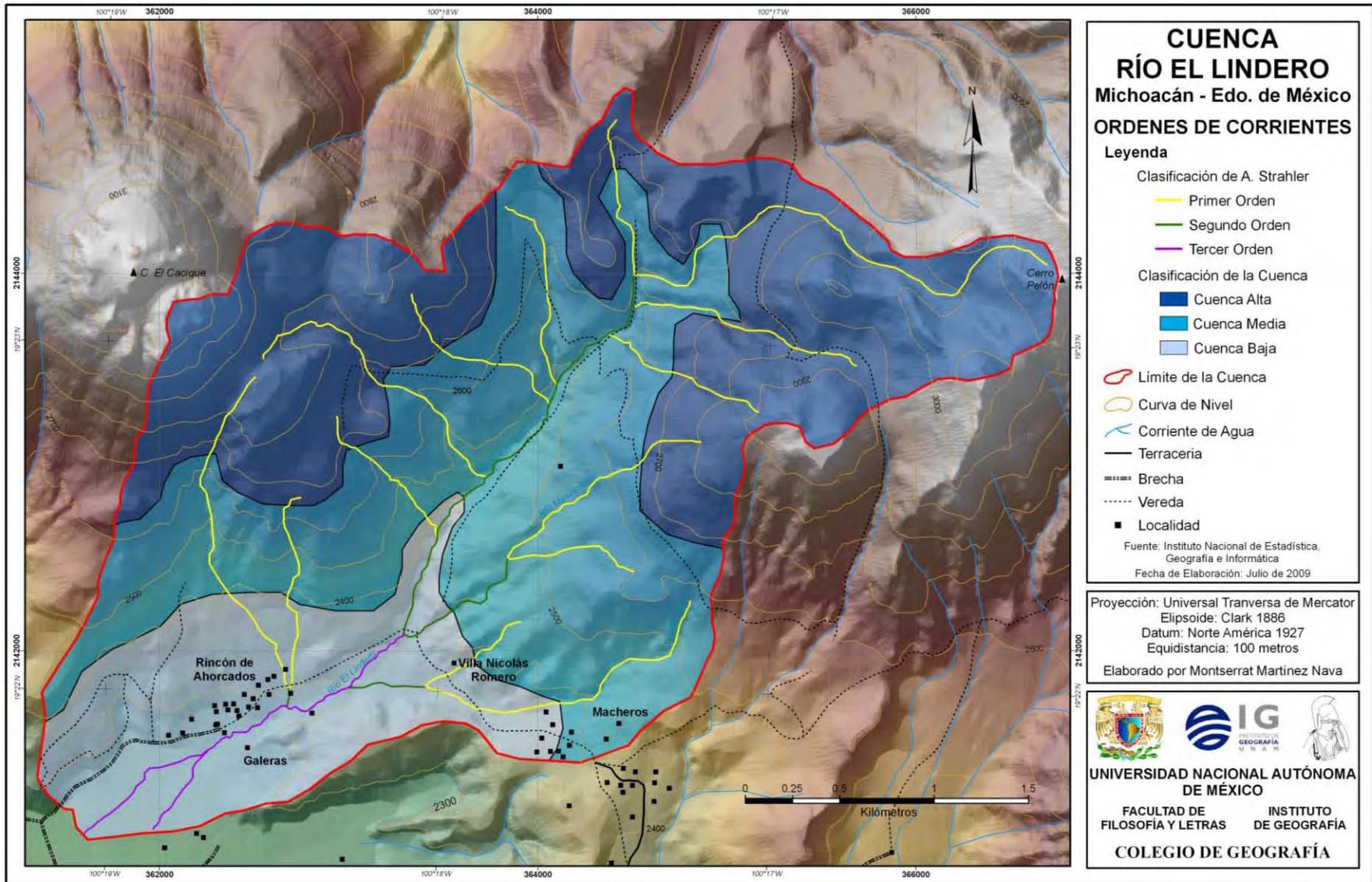
Dada la juventud del relieve y a su declive general muy inclinado, aún no se ha desarrollado un sistema de cauces para el drenaje superficial bien definido, sin embargo, sí existen escurrimientos temporales en los valles intramontanos. Debido a la alta permeabilidad de los depósitos volcánicos, se tiene alta retención de humedad y escurrimiento, lo que origina una intensa disección fluvial, con el consiguiente arrastre de materiales hacia las partes más bajas.

Con base en la clasificación de cauces por número de orden se determinó que el cauce principal de la cuenca en estudio, representado por el río El Lindero alcanza el tercer orden, al que confluyen 3 cauces de segundo orden y catorce de primer orden.

La mayoría de las corrientes de primer orden se constituyen en la parte alta de la cuenca y son de tipo intermitente, cabe indicar que esta porción de la cuenca es la de mayor recarga acuífera, lo que se confirma por la gran densidad de cobertura vegetal que existe ahí.

En la parte media de la cuenca se identifican de una manera definida los cauces de primer orden ubicados en lugares con pendientes abruptas, ubicados en ambas laderas de la cuenca. En este mismo espacio se localizan dos corrientes de segundo orden las cuales están ubicadas al centro de la cuenca conforme la pendiente comienza a descender conocidas como Cañada Obscura y Mesas Altas las cuales son de tipo perenne; también se puede identificar en esta parte de la cuenca un predominio de cobertura vegetal y muy pocos asentamientos humanos.

Finalmente, en la parte baja de la cuenca se localizan algunas corrientes de primer orden, tres de segundo de tipo perenne de las cuales destaca el arroyo El Tejamanil; la intersección de estos tres cauces forman la corriente principal denominada El Lindero. En esta parte se ubica un mayor número de asentamientos humanos correspondientes en parte a las comunidades de Galeras, Rincón de Ahorcados, Villa Nicolás Romero y Macheros. En esta área se localizan las granjas de trucha, las cuales aprovechan el agua que proviene desde la parte más alta de la cuenca (Mapa 3).



Mapa 3

## 5.2. Medio socioeconómico

### 5.2.1. Aspectos sociales.

Con base en los censos realizados por INEGI (2000), en la cuenca del río El Lindero viven 1134 personas distribuidas en cuatro comunidades: Villa Nicolás Romero, Rincón de Ahorcados, Galeras y Macheros. Las dos primeras comunidades forman parte de los ejidos del mismo nombre pertenecientes al estado de Michoacán y las dos últimas corresponden al ejido El Capulín en el Estado de México.

La mayor concentración de población se ubica en la parte baja de la cuenca, cercana al río El Lindero y Tejamanil (Mapa 2). Villa Nicolás Romero en el año 2000 contaba con 426 habitantes, 214 son hombres y 212 mujeres, seguida por Rincón de Ahorcados con 312 habitantes (168 y 144) en Macheros 293 habitantes (141 y 152) y Galeras con 101 habitantes (54 y 47). Estas localidades son las únicas con población eminentemente rural dentro de la cuenca (INEGI, 2000).

La población realiza desplazamientos a distintas áreas geográficas dentro y fuera de la cuenca, con el objeto de desarrollar actividades diversas, ya sean educacionales, ocupacionales o recreativas; sin embargo, la economía regional anteriormente basada en la explotación forestal, se caracteriza en la actualidad por una insuficiencia de empleos que tiene como consecuencia la migración temporal de sus habitantes. La media de la población es analfabeta ya que 3 de cada 10 habitantes mayores de 15 años no sabe leer ni escribir (INEGI, 2000).

### 5.2.1. Infraestructura

La demanda de los servicios públicos básicos en cuanto a agua potable, alumbrado público, servicio de electrificación y de caminos, son escasos. Igualmente los servicios de salud y asistencia social que presentan las

instituciones públicas son inexistentes, debido a ello la población recurre a remedios caseros con base en plantas medicinales recolectadas ahí mismo.

Actualmente, estas comunidades han sido apoyadas en la construcción de vías de comunicación, que les da un mejor acceso hacia Zitácuaro en Michoacán y Donato Guerra en el Estado de México; sin embargo, siguen predominando caminos de terracería, brechas y veredas para su interrelación (Mapa 2).

Analizando las carencias de la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la falta de servicios y la percepción de ingresos monetarios insuficientes, se ha podido determinar que las comunidades ubicadas dentro de la cuenca del río El Lindero cuentan con un grado de marginación alto (INEGI, 2000).

### 5.2.3. Actividades económicas

Las actividades económicas se relacionan en forma estrecha con los recursos naturales de la zona. La agricultura en la región es básicamente de temporal y sólo se da en la parte centro-sur de la cuenca; la cría de ganado es prácticamente nula; las actividades de transformación se relacionan con las artesanías que elabora la población de la cuenca, la actividad minera se reduce a la extracción a cielo abierto de materiales para la construcción como arena y grava. Finalmente la acuicultura de subsistencia a nivel semintensivo que recientemente toma vital relevancia como parte importante de las actividades económicas, donde el cultivo de trucha que se practica forma parte principal de la investigación y que a continuación se desarrollará.

## **6. El cultivo de trucha en la cuenca del río El Lindero**

### **6.1. Establecimiento del cultivo de trucha**

El cultivo de trucha se inició en 1992, como una iniciativa particular de un habitante de la comunidad de Galeras, quien estableció la primera granja trutícola denominada “El Recodito” con la construcción de tres estanques rústicos.

Al ver el potencial que podría dar esta actividad, y los ingresos económicos generados por la misma, la población de Galeras y las comunidades aledañas de Macheros, Rincón de Ahorcados y Nicolás Romero, comenzaron a informarse sobre programas, proyectos y permisos que el gobierno y diversas instituciones les pudieran brindar para el desarrollo formal de esta actividad. Como resultado de este proceso surge la segunda granja trutícola “La Regadera” en Galeras, con apoyo de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), constituida por ocho socios. Esta institución les proporcionó recursos económicos y material para la construcción de seis estanques de cemento. De manera paralela, en el estado de Michoacán, se conforma una segunda sociedad integrada por ocho mujeres llamada “Mujeres en Solidaridad”, la cual recibió el mismo tipo de apoyo para la construcción inicial de 3 estanques.

Durante los años siguientes, diversas instituciones gubernamentales, donde destacan la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Sedagro) y el Programa de Desarrollo Rural Sustentable (Proders), en ambos estados, han destinado fondos para la instalación de un mayor número de granjas alrededor de las establecidas inicialmente, ya sea a sociedades o a particulares. En complemento, otros habitantes decidieron establecer su granja con recursos propios y con base en créditos otorgados. En la tabla 4 se presenta un resumen del establecimiento de las granjas trutícolas dentro de la cuenca, así como sus propietarios.

<b>Tabla 4: Evolución del establecimiento de las granjas trutícolas en la cuenca del río El Lindero.</b>		
<b>Año</b>	<b>Nombre</b>	<b>Propietario</b>
1992	El Recodito	Sociedad (3)
1992	La Regadera	Sociedad (8)
1993	Mujeres en Solidaridad	Sociedad (8)
1997	El Rincón del Álamo	Helena Reyes
2000	El Tejocote	Cristina Hinojosa
2002	El Alcatraz	Luciano Velázquez
2002	El Terraplén (2)	Jaime Guzmán
2002	La Joyita	Rosa Juárez
2003	El Pozo (1)	Sociedad (3)
2004	La Escondida	Ma. Luisa Velázquez
2004	No Determinado	Placido Rodríguez
2004	El Fresno	Alejandro Malvárez
2005	El Terraplén (1)	Imelda Cruz
2006	Yurekua	Víctor Colín
No Determinado	Los Tepozanes	No Determinado
No Determinado	El Pozo	Sociedad (6)

## 6.2. Descripción física de las granjas trutícolas

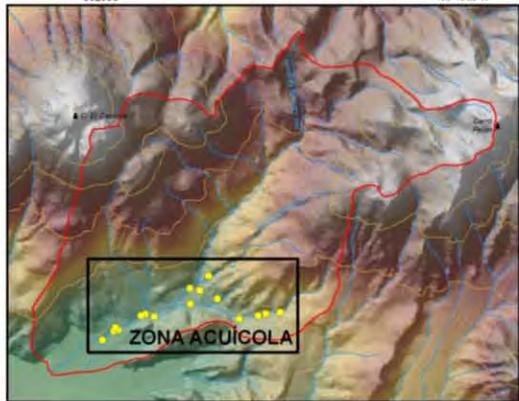
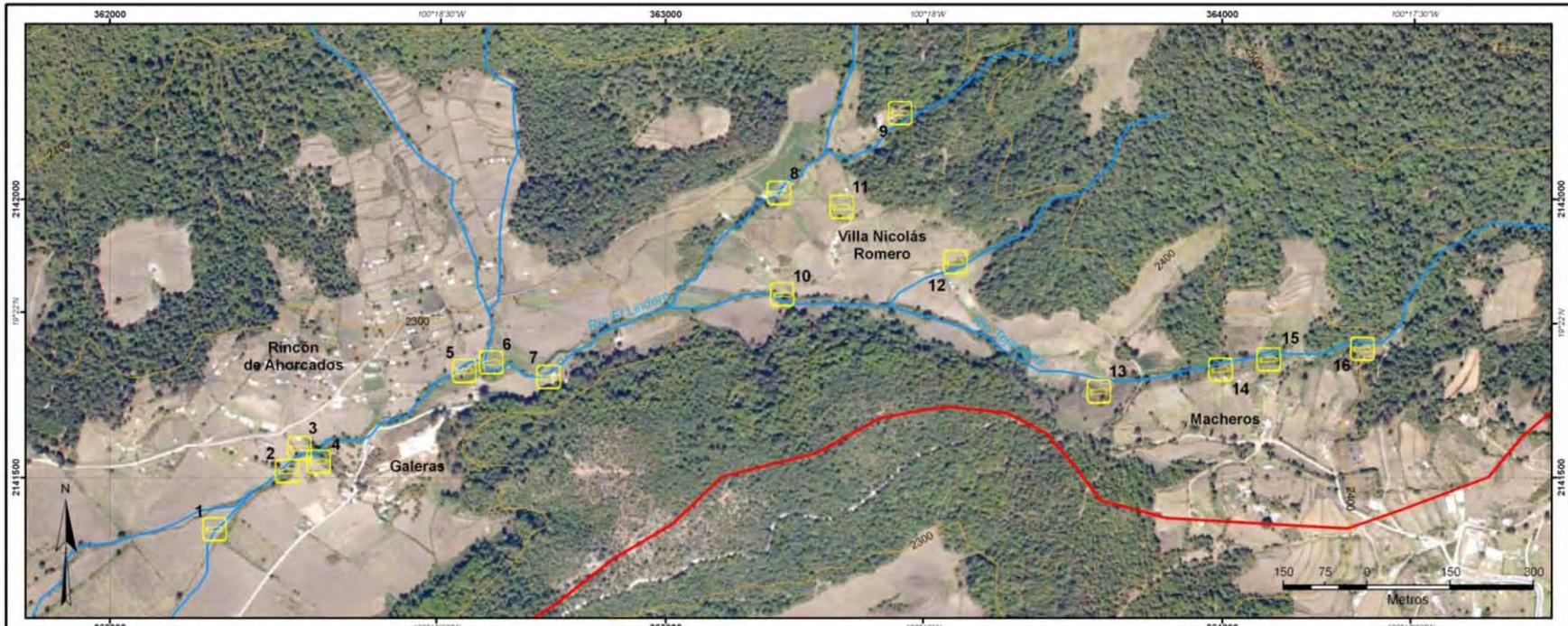
En la actualidad, la región trutícola cuenta con dieciseis granjas ubicadas en la porción SW de la cuenca del río El Lindero, las cuales, ocho pertenecen al estado de México (El Recodito, La Regadera, El Pozo, El Alcatraz, La Joyita, La Escondida, El Fresno y El Terraplén) y ocho al estado de Michoacán (Mujeres en Solidaridad, El Tejocote, El Rincón del Álamo, El Terraplén, El Pozo, Plácido, Los Tepozanes y Yurekua) (Mapa 8).

Del total de las granjas, ocho son abastecidas por el río El Lindero, mientras que las otras ocho reciben su aporte hídrico de corrientes secundarias perennes. El promedio de estanques por granja es de 8, los cuales en su mayoría son de forma rectangular. El total de estanques es de 109 y cubren una superficie aproximada de 2857 m<sup>2</sup> los cuales ocupan un volumen estimado de 2573 m<sup>3</sup>. En la tabla 5 se presentan las características principales de cada una de las granjas trutícolas y posteriormente se describen de manera particular cada una de éstas en el Anexo 2.

Tabla 5: Localización de granjas trutícolas, número de estanques que las forman y superficie.							
Numero de granja	Nombre	Estado	Comunidad	Corriente	Núm. de estanques	Superficie de estanques (m <sup>2</sup> )	Volumen de estanques (m <sup>3</sup> )
1	Yurekua	Michoacán	Rincón de Ahorcados	El Lindero	11	440	352
2	El Terraplén (1)	Estado de México	Galeras	El Lindero	5	90.85	91
3	El Terraplén (2)	Michoacán	Rincón de Ahorcados	El Lindero	8	216	173
4	El Fresno	Estado de México	Galeras	El Lindero	4	100	95
5	El Recodito	Estado de México	Galeras	El Lindero	4	Estimado 62.5	Estimado 65
6	El Pozo (1)	Michoacán	Rincón de Ahorcados	El Lindero	7	162.63	146

Tabla 5: Localización de granjas trutícolas, número de estanques que las forman y superficie (Continuación)							
7	La Regadera	Estado de México	Galeras	El Lindero	9	403.2	363
8	Mujeres en Solidaridad	Michoacán	Nicolás Romero	El Lindero	8	408	326
9	Los Tepozanes	Michoacán	Nicolás Romero	Cañada Oscura	8	Estimado 331.2	Estimado 331
10	El Tejocote	Michoacán	Nicolás Romero	Tejamanil	7	Estimado 355.43	Estimado 127
11	El Rincón del Álamo	Michoacán	Nicolás Romero	El Lindero	8	360	360
12	Placido	Michoacán	Nicolás Romero	Tejamanil	3	81	65
13	La Escondida	Estado de México	Macheros	Tejamanil	4	67.01	60
14	La Joyita	Estado de México	Macheros	Tejamanil	6	109.26	87
15	El Alcatraz	Estado de México	Macheros	Tejamanil	7	109.2	111
16	El Pozo (2)	Estado de México	Macheros	Tejamanil	10	310.21	279
TOTAL					109	2857	2573





### CUENCA RÍO EL LINDEIRO: ZONA ACUÍCOLA

**Leyenda**

- Límite de la Cuenca
- Curva de Nivel
- Corriente de Agua
- Mosaico Ortocorregido 2003
- Vegetación
- Agricultura

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.  
 Fecha de Elaboración: Junio de 2009

Granjas Acuicolas

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Yureka              | 9. Los Tepozanes        |
| 2. El Terraplen 1      | 10. El Tejocote         |
| 3. El Terraplen 2      | 11. El Rincon del Alamo |
| 4. El Fresno           | 12. Placido             |
| 5. El Recodito         | 13. La Escondida        |
| 6. El Pozo 1           | 14. La Joyita           |
| 7. La Regadera         | 15. El Alcatraz         |
| 8. Mujeres Solidaridad | 16. El Pozo 2           |

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS      INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

**COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

---

Proyección: Universal Transversa de Mercator  
 Elipsoide: Clark 1886  
 Datum: Norte América 1927  
 Equidistancia: 100 metros  
 Elaborado por Montserrat Martínez Nava

Mapa 8

### 6.3. Producción anual

La producción anual entre los diferentes productores es variable, la cual depende del número de estanques, la capacidad de los mismos, los recursos económicos disponibles para la adquisición de alevines, que determinan la frecuencia de la siembra y cosecha de éstos. Con base en entrevistas, se obtuvieron datos de producción de diez granjas de un total de dieciseis a través de las cuales se estimó una producción de 90 toneladas por año (Cuadro 5).

<b>Tabla 6: Producción anual de las granjas trutícolas.</b>	
Granja	Producción anual ton/año.
El Alcatraz	4
El Fresno	1.5
El Pozo 1	10-12
El Pozo 2	1
El Recodito	No Determinado
El Rincón del Álamo	12
El Tejocote	No Determinado
El Terraplén 1	1
El Terraplén 2	12
La Escondida	No saben
La Joyita	No saben
La Regadera	10
Los Tepozanes	ND
Mujeres en Solidaridad	12-14
Plácido	No Determinado
Yurekua	22
Total	90

#### 6.4. Adquisición y estacionalidad de la producción

Dentro de las granjas trutícolas, la actividad se inicia con la compra y la posterior crianza de un promedio de 6 000 alevines, con una frecuencia de siembra de dos veces al año, dependiendo de los recursos económicos y la capacidad de los estanques (Tabla 7). La mayor demanda de trucha es durante la presencia de la mariposa monarca, que abarca de noviembre al mes de marzo y en la semana santa que ocurre entre marzo y abril. Considerando que la talla comercial de la trucha se alcanza entre 7 a 12 meses, el mayor periodo de compra de alevines se efectúa entre enero y abril.

<b>Tabla 7: Adquisición y siembra de alevines</b>		
Granja	Alevines	Frecuencia de siembra
El Alcatraz	12000-15000	Cada 8 meses
El Fresno	5000	Cada 3 meses
El Pozo 1	1000	Cada 3 meses
El Pozo 2	5000	Cada año
El Recodito	No Determinado	No Determinado
El Rincón del Álamo	7000-10000	Cada 3 meses
El Tejocote	9000	Cada 2-3 meses
El Terraplén 1	6000	Cada 10 meses
El Terraplén 2	10000-12000	Cada 4 meses
La Escondida	6000	Cada 6 meses
La Joyita	4000	Una vez al año
La Regadera	10000	Cada 2-3 meses
Los Tepozanes	No Determinado	No Determinado
Mujeres en Solidaridad	15000-20000	Cada 2 meses
Plácido	7000	Cada 10 meses
Yurekua	7000-9000	Mes y medio
Promedio	6000	Dos veces al año

### 6.5. Tipo de personal

Para el cuidado, mantenimiento y control de los estanques de las granjas no se contrata personal, ya que los familiares de los productores son los encargados de realizar todas estas actividades, destacando las mujeres y niños. Dichas actividades se llevan a cabo de una manera rústica y con el conocimiento elemental adquirido a través de talleres, asesorías y recomendaciones dados por algunas instituciones, como Senasica, Cesamich y Sedagro. La procesadora y al mismo tiempo granja trutícola Yurekua, es la única que sí tiene las posibilidades de contratar personal, el cual son los mismos propietarios de las otras granjas de esta zona.

### 6.6. Seguridad e higiene

El control de seguridad e higiene en la región se ha desarrollado de manera gradual y atendiendo las sugerencias de los asesores técnicos de diferentes instituciones. De esta manera, se ha logrado calendarizar la limpieza de estanques en todas las granjas; en complemento, varias granjas ya están cercadas con malla ciclónica y se estableció un control de acceso restringido a los estanques; también se logró la adecuación y construcción de desarenadores para el agua antes de abastecer los estanques; así como la implementación de medidas de reducción de la erosión de suelo. Las granjas que carecen de algunas de estas acciones e instalaciones están en proceso de implementarlas, ya sea con recursos propios o con apoyo de instituciones mencionadas (Tabla 8).

**Tabla 8. Características de seguridad e higiene que realizan las granjas trutícolas de la cuenca del río El Lindero**

<b>Granja</b>	<b>Día de Limpieza</b>	<b>Malla</b>	<b>Desarenadores</b>	<b>Cobertura vegetal</b>
El Alcatraz	sábado	si	si	si
El Fresno	jueves	no	no	no
El Pozo 1	martes	si	no	no
El Pozo 2	jueves	si	no	no
El Recodito	ND	no	no	si
El Rincón del Álamo	domingo	si	no	no
El Tejocote	domingo	si	no	si
El Terraplén 1	jueves	si	no	no
El Terraplén 2	viernes	si	no	no
La Escondida	domingo	no	no	si
La Joyita	sábado	no	no	
La Regadera	lunes	si	no	si
Los Tepozanes	ND	si	no	no
Mujeres en Solidaridad	sábado	si	si	si
Plácido	sábado	no	no	no
Yurekua	Cualquier día	si	si	si

### 6.7. Sanidad

Para un buen resultado en la producción de las granjas trutícolas, los productores cuidan de tener una buena calidad del agua y el buen estado de salud de los peces. Para ello, se lleva a cabo periódicamente un análisis físicoquímico del agua, a fin de detectar algún contaminante en ella, y un análisis sanitario para detectar padecimientos internos en los organismos.

Estos análisis son realizados por lo menos una vez al año por técnicos especializados, particularmente por Cesamich, quienes a su vez les ayudan a identificar enfermedades y administrar tratamientos apropiados. En el anexo 3 se muestran fotocopias de los análisis físico-químico y sanitario efectuado el 13 de junio de 1997 y que fueron proporcionados por la granja trutícola “El Rincón del Álamo”

#### 6.8. Proveedores de insumos

Los insumos destinados a la producción de trucha consisten básicamente en el alimento; éste es adquirido en pequeñas bodegas de distribución ubicadas en la ciudad Zitácuaro, o por medio de proveedores que lo entregan directamente en la granja. La marca más utilizada es “Pedregal”, la cual maneja presentaciones para diferentes etapas de desarrollo (alevin, juvenil, adultos), además existe un alimento que viene medicado para controlar padecimientos en los peces. De manera particular dos granjas manejan las marcas “Cleyton” y “Purina”, las cuales mejoran la calidad y presentación de la trucha (Tabla 9).

<b>Tabla 9. Alimento utilizado en las granjas trutícolas.</b>	
<b>Granja</b>	<b>Alimento</b>
El Alcatraz	Pedregal y Purina
El Fresno	Pedregal
El Pozo 1	Pedregal
El Pozo 2	Pedregal
El Recodito	No Determinado
El Rincón del Álamo	Pedregal
El Tejocote	Pedregal
El Terraplén 1	Pedregal
El Terraplén 2	Pedregal
La Escondida	Pedregal
La Joyita	Pedregal
La Regadera	Pedregal
Los Tepozanes	No Determinado

<b>Tabla 9. Alimento utilizado en las granjas trutícolas (Continuación).</b>	
Mujeres en Solidaridad	Pedregal
Plácido	Pedregal
Yurekua	Pedregal, Purina y Cleyton

### 6.9. Comercialización y destino

El tamaño comercial de la trucha varía entre los 250 y 350 g, la cual debe tener buen aspecto y fresca. Los precios oscilan entre los \$45 y \$50 por kilogramo comprado por mayoreo.

Por otra parte, se ha observado que algunas granjas recurren a la venta de truchas juveniles a productores de esta misma región. Esto se debe a que las truchas, al aumentar de talla, requieren de mayor espacio en los estanques, el cual no siempre está disponible por dimensiones menores. Los compradores de estos peces obviamente disponen de mayor espacio; además, las truchas juveniles muestran mayor resistencia a cambios ambientales, las enfermedades disminuyen conforme crecen y no necesitan tantos cuidados. Todo esto representa un beneficio tanto para los que venden como para los que compran estos ejemplares.

La mayoría de los productores ya cuenta con un mercado, el cual es en fresco y es canalizado principalmente a las ciudades de Toluca, Cd. Hidalgo, Temoaya, Ixtapan, Zitácuaro y Amanalco (Tabla 10).

<b>Tabla 10. Venta y destino de la producción anual de las granjas trutícolas.</b>		
<b>Granja</b>	<b>Venta</b>	<b>Destino</b>
El Alcatraz	Mayoreo y menudeo	El busca mercado
El Fresno	Mayoreo y menudeo	Toluca
El Pozo 1	Mayoreo y menudeo	Estado de México

<b>Tabla 10. Venta y destino de la producción anual de las granjas trutícolas (Continuación).</b>		
El Pozo 2	Mayoreo y menudeo	No Determinado
El Recodito	Mayoreo y menudeo	No Determinado
El Rincón del Álamo	Mayoreo y menudeo	No Determinado
El Tejocote	Mayoreo y menudeo	Cd. Hidalgo
El Terraplén 1	Mayoreo y menudeo	Toluca
El Terraplén 2	Mayoreo y menudeo	Toluca, Zitácuaro, Cd. Hidalgo, Amanalco, Ixtapan
La Escondida	Mayoreo (juveniles) y menudeo	Granja Yurekua
La Joyita	Mayoreo (juveniles) y menudeo	Cd. Hidalgo y estanques en Macheros
La Regadera	Mayoreo y menudeo	Toluca
Los Tepozanes	Mayoreo y menudeo	No Determinado
Mujeres en Solidaridad	Mayoreo y menudeo	Temoaya, Cd. Hidalgo, Toluca
Plácido	Menudeo y consumo familiar	Sin datos
Yurekua	Mayoreo y menudeo	Toluca

#### 6.10. Organización de los productores

La organización entre los productores de las granjas situadas en la cuenca del río es limitada, tienen como principal acuerdo la calendarización de la limpieza de sus estanques. En menor medida, se han establecido otros acuerdos de comercialización de las truchas en estado juvenil antes mencionados.

#### 6.11. Apoyos

A partir del establecimiento de la primera granja trutícola en la cuenca, diversas instituciones gubernamentales, interesadas en apoyar a las comunidades a desarrollar actividades alternas, destinaron fondos que ayudaron a la construcción de un número mayor de granjas trutícolas, los cuales fueron de tipo económico y con material en ambos estados (Tabla 11).

Actualmente, estas instituciones continúan brindando material para la construcción de un mayor número de estanques y el mantenimiento adecuado; incluso dan asesorías y talleres que les den a los productores los conocimientos básicos en cuanto a sanidad acuícola.

<b>Tabla 11: Tipo de apoyos destinados a la construcción de las granjas truícolas en la cuenca del río El Lindero.</b>	
Nombre	Tipo de apoyo
El Recodito	Económico y material
La Regadera	Material
Mujeres en Solidaridad	Económico y material
El Rincón del Álamo	Material
El Tejocote	Material
El Alcatraz	Material
El Terraplén 2	Material
La Joyita	Ninguno
El Pozo 2	Ninguno
La Escondida	Material
ND	Material
El Fresno	Económico
El Terraplén 1	Ninguno
Yurekua	Económico y crédito
Los Tepozanes	No Determinado
El Pozo 1	Económico y material



## 7. Resultados

Dadas las condiciones de clima semifrío subhúmedo localizado en la parte alta de la cuenca a una altitud superior de los 2720 msnm y el clima templado subhúmedo que predomina, así como la presencia del río El Lindero y sus afluentes, los cuales se estima que aportan en conjunto 50 l/seg, ha sido posible el establecimiento y desarrollo de la actividad dedicada al cultivo de trucha, en la parte baja de la cuenca, la cual ha sido efectuada por más de una década por las comunidades de Galeras, Macheros, Rincón de Ahorcados y Villa Nicolás Romero, como una actividad alterna.

Los resultados de este diagnóstico se organizaron considerando en una primera parte los aspectos relacionados con la densidad de cobertura vegetal y los cambios que ésta ha presentado en los últimos diez años, como un elemento importante para la permanencia del cultivo de trucha. Posteriormente, se analizan las condiciones actuales del cultivo de trucha destacando sus aciertos y problemáticas que presentan al llevarla a cabo.

### 7.1. Diagnóstico ambiental de la cuenca

#### 7.1.1. Densidad de cobertura vegetal y uso de suelo.

La cobertura vegetal juega un papel importante en la hidrodinámica de la cuenca, ya que funciona como una pantalla de protección que evita la erosión y favorece la recarga de acuíferos. Esto depende de la cubierta arbórea, dentro de las cuales destaca el tipo y la densidad de los elementos vegetales. Asimismo, la cobertura vegetal en el área de estudio es un factor ambiental importante para mantener el agua de los ríos, manantiales y arroyos que abastecen los estanques de truchas; debido a ello, la cobertura arbórea constituye un indicador para evaluar el estado de conservación de la cuenca del río El Lindero.

La cobertura vegetal es la capa de vegetación natural o inducida que cubre la superficie terrestre; dentro de la cuenca del río El Lindero se pudieron identificar tres

tipos de cobertura, destacando el bosque de encino que cubre un poco más de la mitad de la superficie, donde alrededor de 400 hectáreas tienen una cobertura cerrada, localizada en la parte media de la cuenca. La cobertura siguiente es el bosque de encino-pino, que se localiza por encima de los 2400 msnm, abarca una superficie de 154 hectáreas aproximadamente de las cuales 150 de estas posee una densidad de cobertura semicerrada. Finalmente, la cobertura que ocupa una menor superficie es el bosque de pino-encino que se encuentra en la parte media y en la más alta de la cuenca; ocupa una superficie de 53 hectáreas y su densidad de cobertura dominante es cerrada ocupando 21 hectáreas.

Observando el mapa de densidad de cobertura vegetal (Mapa 5) se pueden identificar alrededor de 720 hectáreas con una densidad de cobertura entre cerrada y semicerrada; lo que indica un beneficio principalmente al ciclo hidrológico, que genera la infiltración de agua para la recarga de acuíferos.

Sin embargo, es importante identificar las áreas con una densidad de cobertura abierta que cubren una superficie de aproximadamente 53 hectárea, localizadas en puntos importantes, como son en la zona de mayor recarga de acuíferos y cercanas a los cauces de los afluentes de la parte alta y media de la cuenca, que deja al descubierto una superficie considerable de suelo que genera problemas, principalmente de erosión.

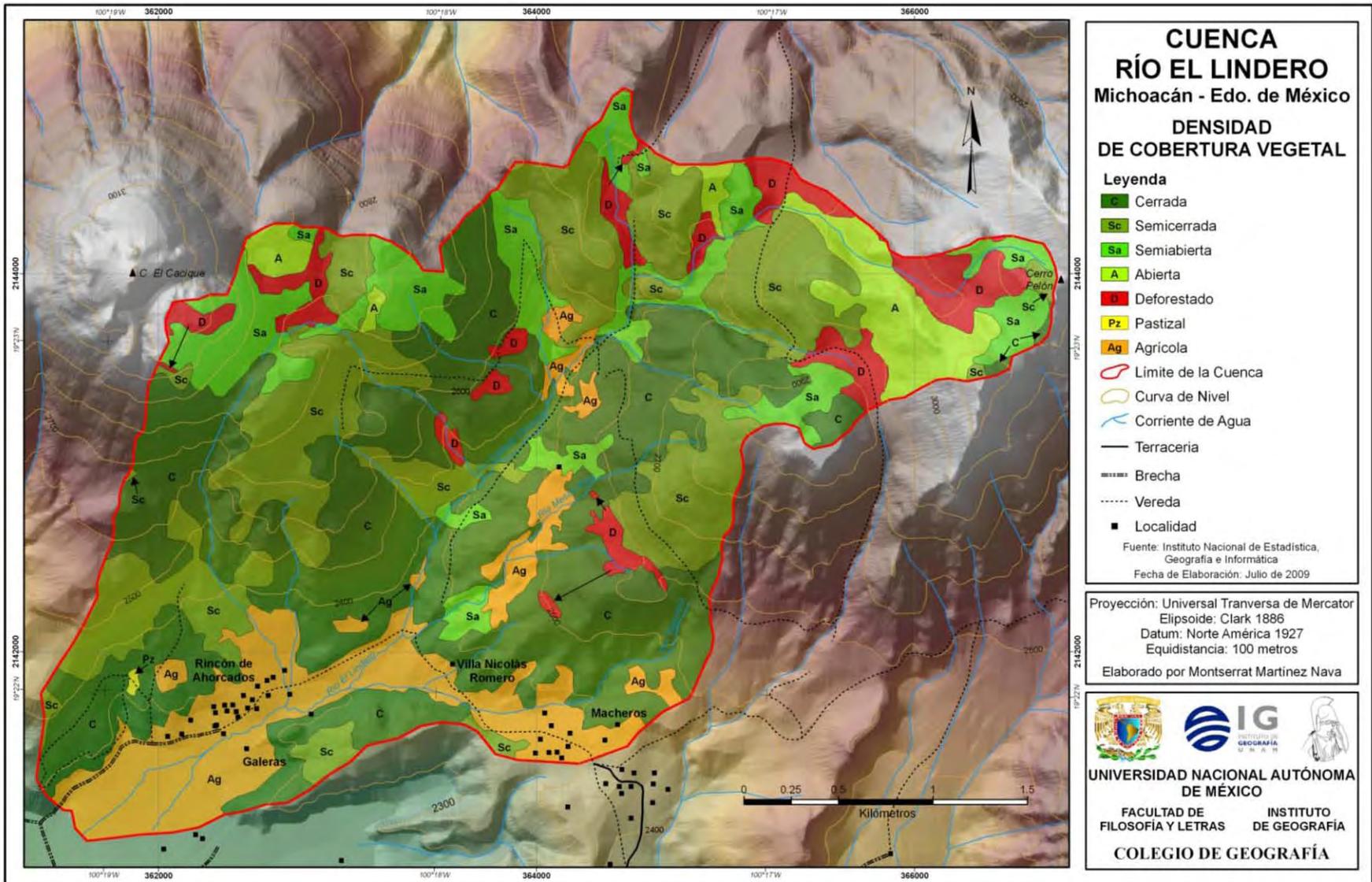
Las áreas deforestadas localizadas en la parte media y baja de la cuenca constituyen pequeños espacios junto con las áreas de cambio del uso del suelo, formadas por asentamientos humanos y campos de cultivo localizadas en la parte baja de la cuenca. Esto tiene como efecto que aproximadamente 220 hectáreas estén alteradas. Paradójicamente, la región acuícola se localiza en esta parte baja, donde existe gran cantidad de suelo y materia suelta que, en particular cuando llueve, va directamente a las granjas de trucha y provoca daños en la producción.

#### 7.1.2. Cambios en la densidad de cobertura vegetal 1999-2008

La densidad de cobertura vegetal se define como la variación del dosel, formada tanto de árboles, arbustos y herbáceas, el cual puede cubrir totalmente el suelo (densidad cerrada) o dejarlo totalmente descubierto (deforestada); se identificaron cinco clases de cobertura vegetal (cerrada, semicerrada, semiabierta y abierta y deforestado). Los bosques presentaron diversas categorías de densidad de cobertura, las cuales se pueden observar en la tabla 12.

<b>Tabla 12. Densidad de cobertura vegetal (hectáreas)</b>							
Clases	Cerrada	Semicerrada	Semiabierta	Abierta	Deforestado y pastizal	Agrícola	Total
Bosque de Encino	396.25	146.22	56.18	18.15			656.45
Bosque de Encino-Pino	10.32	145.76	63.31	35.59			254.97
Bosque de Pino-Encino	21.93	2.26	11.6				53.3
Total	428.49	294.24	131.09	53.74	70.21	151.6	1129.37

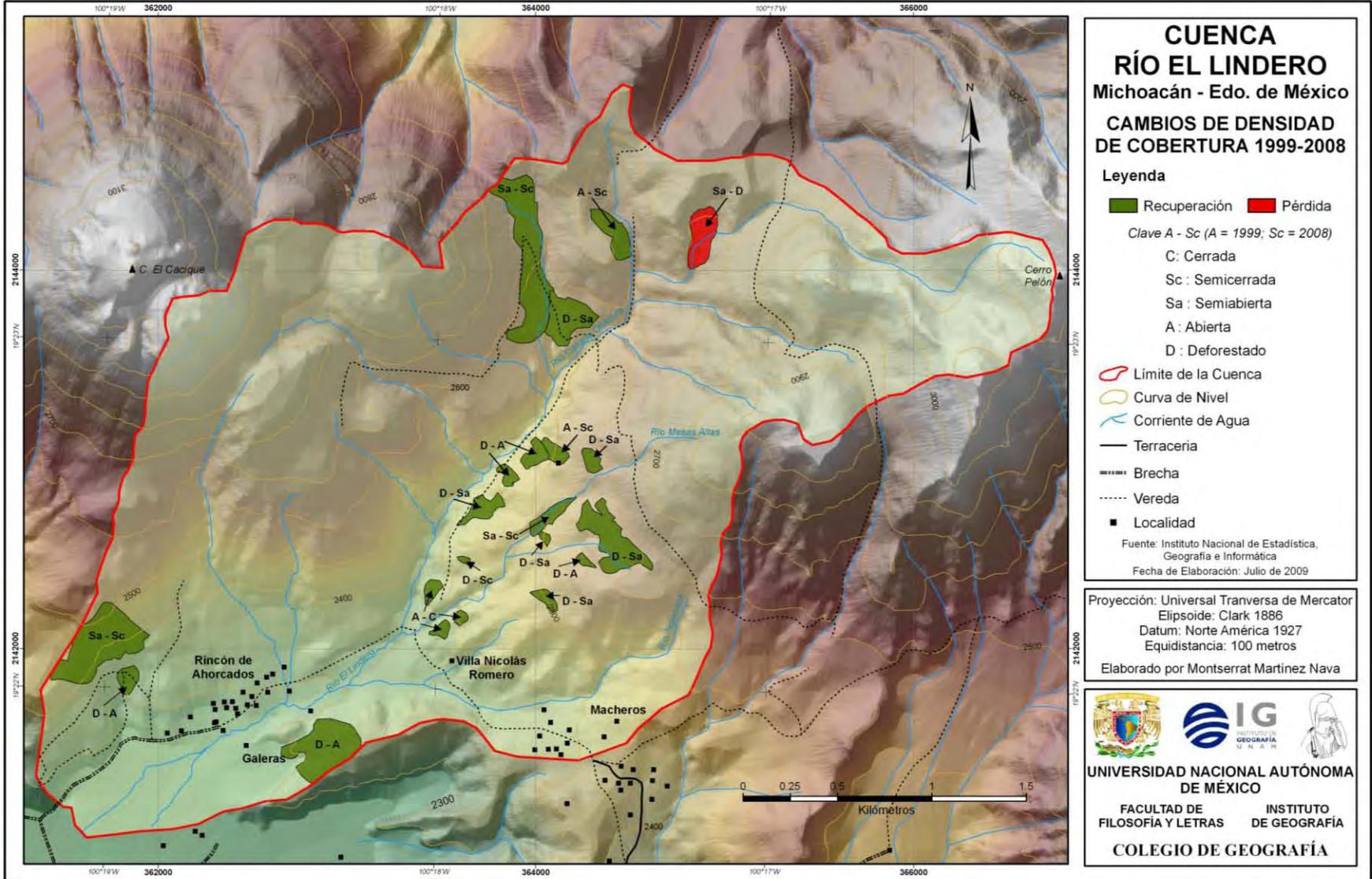
Con ayuda de las fotografías aéreas correspondientes a la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, específicamente en la cuenca del río El Lindero, se puede observar en general, una recuperación en la densidad de cobertura entre 1999 y 2008 en la zona de estudio. Este análisis comparativo arrojó datos de aproximadamente 37 hectáreas con indicios de un aumento en la densidad de cobertura en la parte central de la cuenca y en la parte centro norte.



Mapa 5

Los cambios más significativos ocurrieron principalmente en la parte media de la cuenca en las orillas de los cauces de los ríos Cañada Obscura, Mesas Altas y a lo largo de un afluente de la parte alta de la cuenca. Esta mejoría en la densidad se logró a base en programas de reforestación, realizada por los mismos habitantes de la región; aparentemente podría considerarse poco por el periodo tan corto, pero se puede considerar como el inicio de una cultura de conservación de los recursos forestales por parte de las comunidades y, principalmente, para la conservación del agua indispensable para las actividades acuícolas que aquí se desarrollan.

Aunque estos cambios son poco significativos, si denotan una tendencia a la recuperación gracias a los programas de conservación, a los estímulos económicos otorgados dentro del programa de pago por servicios ambientales y principalmente a la actividad trufícola realizada dentro de la cuenca, que brinda otra alternativa para elevar el nivel socioeconómico de la población evitando la tala (Mapa 6).



Mapa 6

### 7.1.3. Estado de conservación de la cuenca

Con base en las descripciones y observaciones precedentes se puede emitir una opinión y diagnóstico referente a las alteraciones, estado de conservación y recuperación de la cobertura vegetal en la cuenca del río El Lindero.

La conservación del bosque en la región de la Mariposa Monarca proporciona importantes beneficios económicos para las comunidades y propietarios de la región, además de ser crucial para muchas especies, especialmente para la preservación de la mariposa monarca; también lo es para mantener las relaciones entre los organismos y su medio, así como la calidad y cantidad de agua y la prevención de la erosión, entre otros beneficios. Estos servicios son utilizados diariamente por las poblaciones rurales de los alrededores y de las cuencas que tienen ahí su cabecera como ya se mencionó. Los bosques favorecen la captación hídrica que provee del preciado líquido a las poblaciones de la región.

El estado de conservación de la cuenca del río El Lindero se evaluó a partir de la agrupación de las cinco categorías de densidad de cobertura vegetal incluyendo las áreas agrícolas descritas en el apartado anterior. Se definieron tres estados de conservación: conservado, semialterado y alterado; el primero de éstos agrupa las coberturas cerrada y semicerrada; el siguiente, corresponde a las categorías semiabierta y abierta; el último de los estados de conservación incluye las áreas deforestadas y el uso de suelo agropecuario (Mapa 7).

#### Conservado

Este estado de conservación ostenta 64%, que equivale a 723 hectáreas; se localiza en gran parte de la cuenca; con esto, se puede ver que el valor de la superficie conservada es elevado, lo que permite una importante zona de captación en la recarga de acuíferos y condiciones apropiadas para la acuicultura (Mapa 7).

#### Semialterado

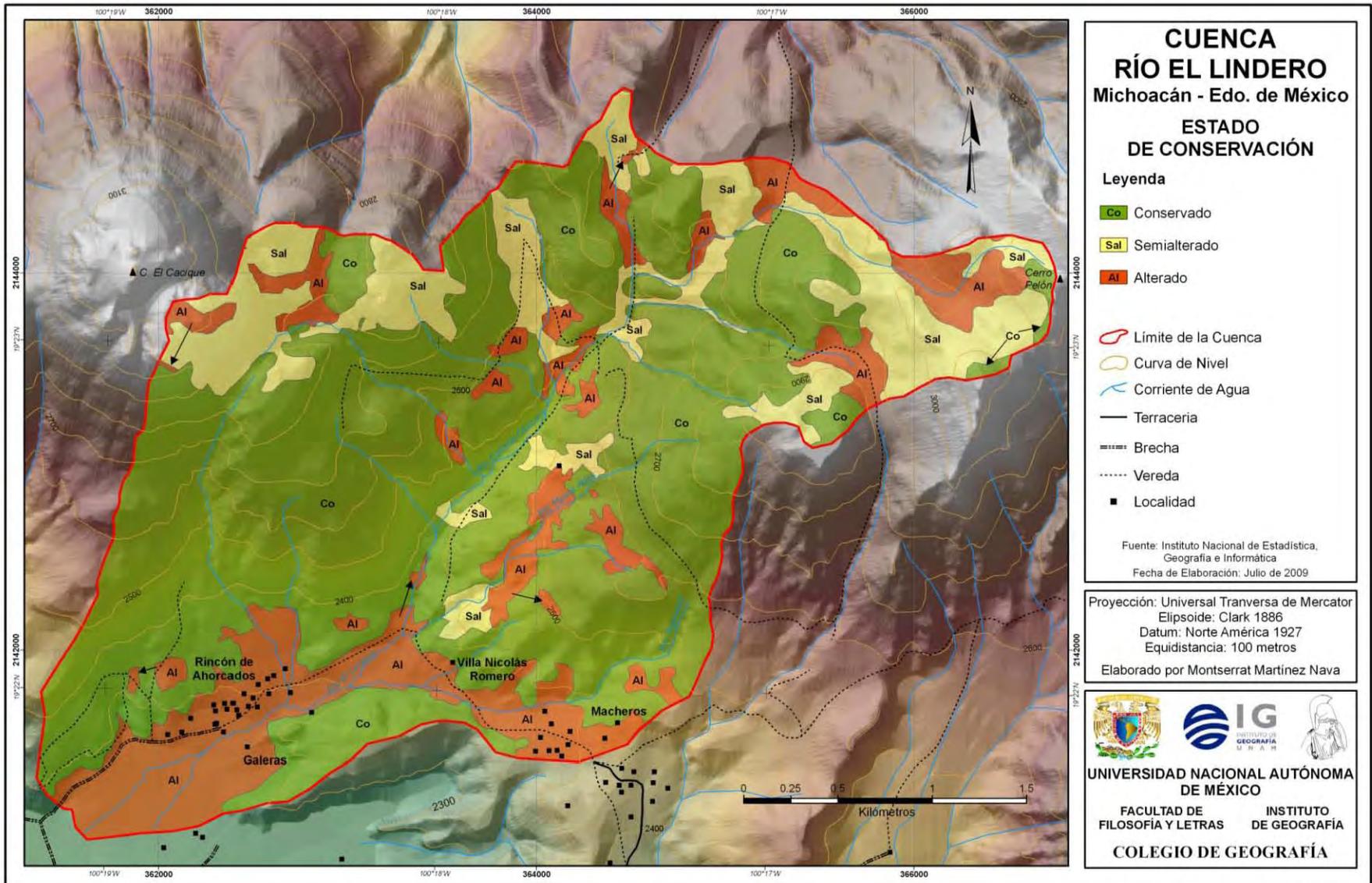
Ocupa una superficie de 185 hectáreas, que representan 16%; se localiza de manera dispersa, generalmente en las zonas de mayor altitud dentro de la cuenca (Mapa 7).

#### Alterado

Su superficie es de 222 hectáreas, las cuales se encuentran en gran parte de la cuenca, identificandolas en su mayoría a orillas de los cauces de los ríos. Las áreas de cultivo y asentamientos humanos se incluyen dentro de esta categoría al ser zonas de alteración desde tiempo atrás (Mapa 7).

El conocimiento de los diferentes estados de conservación en cuanto a la vegetación de la cuenca es una herramienta importante para implementar medidas de protección. Con ayuda del mapa de conservación, realizado a partir de las diferentes densidades de cobertura, fue posible detectar las áreas con un estado de conservación óptimo; de igual forma, las áreas con algún grado de alteración y las completamente alteradas.

Las áreas de mayor conservación ocupan un área muy extensa, de aproximadamente 723 hectáreas, lo cual indica que la cuenca en general tiene un estado de conservación adecuado especialmente para el desarrollo del cultivo de trucha; sin embargo, las zonas catalogadas como semialteradas (185 ha) y alteradas (222 ha) suman en total 407 hectáreas que se encuentran localizadas en pequeñas porciones de las partes altas y en la mayoría de la cuenca media y baja, donde se incluye la superficie destinada a la agricultura y las cuales son potenciales de problemas que podrían afectar de manera significativa la actividad acuícola.



Mapa 7

#### 7.1.4. Erosión

La presencia de los fenómenos erosivos en la cuenca del río El Lindero se deben a diversos factores que la propician, los principales son la baja densidad de cobertura vegetal, la deforestación y el cambio de uso del suelo, que acelera la degradación del suelo, lo cual, a su vez, provoca el acarreo de partículas que se dirigen a los estanques de trucha.

Las áreas detectadas con mayores problemas de erosión son las que se encuentran deforestadas o con una densidad de cobertura muy abierta. Las primeras están localizadas muy cercanas a algunos afluentes en la parte media de la cuenca y las de cobertura muy abierta se localizan en áreas pequeñas en la parte alta de la cuenca y de igual manera cerca de los cauces de los afluentes; esto ha provocado el arrastre de una cantidad significativa de partículas que van directamente a los cauces incrementando su turbidez, sobre todo en la temporada de lluvias.

Otro tipo de erosión es la derivada por el establecimiento e incremento de asentamientos humanos y de las actividades agrícolas y piscícolas en la cuenca baja. Las actividades en los campos agrícolas de temporal y las de la piscicultura que continúa en expansión, dejan al descubierto grandes áreas de suelo cuyos materiales son arrastrados y depositados, en su mayoría, en los estanques.

#### 7.1.5. Calidad del agua

La zona acuícola localizada en la parte más baja de la cuenca del río El Lindero, lugar donde confluyen en su totalidad los afluentes tanto intermitentes como perennes conformados en la zona de mayor altitud y de mayor recarga acuífera. Estudios realizados acerca de la calidad del agua, indican que la calidad de ésta se encuentra en los niveles óptimos y requeridos para llevar a cabo y de manera adecuada la actividad acuícola.

Sin embargo, las observaciones realizadas en campo, concernientes a la cantidad de materia suspendida en el agua, es cuestionable, sobre todo en las granjas ubicadas muy cercanas entre ellas y que coinciden con ser las ubicadas en las zonas más bajas.

Las partículas arrastradas desde las partes más altas producto de la erosión existente en las zonas con una densidad de cobertura baja o nula que van recorriendo el cauce de los ríos y que afectan directamente a los peces que se cultivan en los estanques. La problemática se incrementa aún más en particular durante la temporada de lluvias, provocando que se cierren las compuertas de entrada de agua a las granjas para evitar la entrada de materia suspendida que provoca severos daños en los peces.

La limpieza de los estanques que se realiza semanalmente y, en ocasiones, cada dos semanas en todas las granjas acuícolas, genera el movimiento de una gran cantidad de partículas suspendidas muchas de ellas sedimentadas en las granjas trutícolas, las cuales cuando se remueven provocan gran turbiedad del agua, que además se vierten al cauce del río y perjudican consecuentemente, a las granjas ubicadas aguas abajo.

Las granjas que logran tener una mejor calidad del agua son las ubicadas en las partes más altas y las primeras que logran abastecerse de agua, tal es el caso de El Pozo 2, El Alcatraz, Plácido, Los Tepozanes y El Rincón del Álamo. Por otro lado, se observó que la Procesadora Yurekua, El Terraplén 1 y 2, El Fresno, El Recodito y el Pozo 1 suelen ser las granjas de mayor problema en cuanto a materia suspendida en el agua.

## 7.2. Diagnóstico del cultivo de trucha

### 7.2.1. Distribución de las granjas y disponibilidad del agua

La cuenca del río El Lindero abastece dieciseis granjas trutícolas localizadas en la parte más baja. Las granjas El Tejocote, Plácido, La Escondida, La Joyita, El Alcatraz y El Pozo 2, se ubican sobre el cauce del río Tejamanil; la granja Los Tepozanes y El Rincón del Álamo, sobre el río Cañada Oscura; y Mujeres en Solidaridad, La Regadera, El Pozo 1, El Recodito, El Fresno, El Terraplén 1, El Terraplén 2 y la procesadora Yurekua se encuentran sobre el río El Lindero (Mapa 8).

Todas las granjas trutícolas se establecieron paulatinamente y sin ningún orden específico, mas bien, se construyeron cerca del afluente más cercano dentro de su propiedad, con el objetivo de tener un control permanente de las actividades y cuidados que requieren las granjas.

No hay datos precisos acerca de la distancia que debe existir entre cada una de las granjas, debido a factores diversos, tales como la cantidad de estanques, la capacidad de las granjas, las instalaciones y medidas de higiene y sanidad que deben existir; sin embargo, haciendo un estudio de estos factores que posteriormente se analizará, se puede decir que hay varias granjas que se encuentran muy cerca entre ellas, como es el caso de las granjas El Terraplén 1 y 2, El Fresno, El Recodito, El Pozo 1 y La Regadera, La Joyita y El Alcatraz.

Esta cercanía ha provocado serios conflictos entre truticultores, principalmente por los excesivos sedimentos en el agua a causa de la limpieza realizada en los estanques y los cuales son devueltos al cauce del río llegando directamente a la granja siguiente e impidiendo el asentamiento de partículas.

Por otro lado, se identificó que algunas granjas, debido a la falta o poca cantidad del recurso agua, se ven en la necesidad de desviar el agua para abastecer sus granjas que no se encuentran sobre el cauce, dentro de las cuales se pueden mencionar El Tejocote y El Rincón del Álamo; ésta última es una de las granjas de mayores dimensiones, pero carece directamente del recurso agua. En las entrevistas realizadas en campo, los truticultores manifestaron el descontento por esta situación, debido a que el volumen y velocidad del agua ha disminuido afectando considerablemente sus granjas.

### 7.2.2. Prácticas de sanidad acuícola

Las buenas prácticas de sanidad acuícola consisten en aplicar, durante el proceso de cultivo, el conjunto de recomendaciones, normas y actividades relacionadas entre sí, las cuales están destinadas a garantizar que los productos piscícolas tengan las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad requeridas para el consumo humano y conservación del ambiente.

Dentro de las granjas trutícolas de la cuenca El Lindero, se llevan a cabo algunas medidas sanitarias, las cuales, a su vez, se efectúan de manera elemental, por ejemplo, la limpieza adecuada de los estanques, evitar la entrada de personas ajenas a la actividad, impedir el acceso de animales, promover el cercado de las granjas, construir desarenadores e instalar filtros.

Sin embargo, durante la visita de campo se pudo observar que no siempre y no en todas las granjas cumplen con el reglamento tal cual y es común observar granjas que aún carecen de un cercado, como es el caso de El Terraplén 2, El Fresno y La Escondida; ahí el ingreso es muy accesible tanto para personas como para animales lo que puede favorecer la presencia y desarrollo de varios focos de infección.

La limpieza de las granjas no siempre se realiza en las fechas preestablecidas debido a la falta de tiempo o de personal que lo realice, ya que en su gran mayoría las granjas son empresas de tipo familiar. Por otra parte, la falta de filtros y desarenadores favorecen la presencia de detritus y sólidos en suspensión, los cuales se incrementan al realizar la limpieza y que generan problemas en la calidad de la producción. Cabe indicar que en el trabajo en campo se observó que únicamente las granjas El Alcatraz, Mujeres en Solidaridad y La procesadora Yurekua son las únicas que cuentan con desarenadores.

Dentro del contexto de la sanidad acuícola, un elemento importante a destacar es la presencia de enfermedades y parásitos en los peces que, en ocasiones representan grandes pérdidas. Diversas instituciones llevan a cabo análisis de calidad del agua y de detección de posible presencia de enfermedades en peces; sin embargo, son elementales. Cabe indicar que en el caso de encontrar algún tipo de enfermedad, los productores no cuentan con los recursos económicos suficientes para aplicar el tratamiento adecuado y recurren a alternativas naturales, destacando los baños con agua ligeramente salada.

### 7.2.3. Alimentación

El tipo de alimentación para los peces que se utiliza en las dieciseis granjas trutícolas es exclusivamente a base de alimentos granulados, los cuales son recomendados por las instituciones que orientan y llevan a cabo los análisis de agua y de enfermedades en peces; los tipos de alimentos y cantidades varían de acuerdo con el periodo de desarrollo de las truchas.

La marca de mayor consumo por la mayoría de las granjas es *Pedregal*, debido a que es la que más se promueve y se ofrece en cada una de las granjas. La ventaja de esto es la compra directa sin tener que desplazarse a las ciudades más cercanas para adquirir el producto; sin embargo, los productores han manifestado

que el alimento es muy caro y en ocasiones resulta incosteable, sin contar que el alimento medicado duplica su precio en bulto normal.

Las granjas El Alcatraz y Yurekua son las únicas que además de utilizar el alimento *Pedregal*, también incluyen las marcas *Cleyton* y *Purina*, manifestando que les resulta de mejor calidad y en ocasiones ayuda a que la carne adquiera un color rosado, importante para la procesadora para mejorar el aspecto y la presentación de la trucha.

#### 7.2.4. Alevinaje

La actividad acuícola desarrollada en la cuenca del río El Lindero se inició en el año 1992. En lo referente a la etapa de incubación y alevinaje recurrieron desde un principio a la compra de alevines, ya que por incapacidad económica, técnica y desconocimiento de diversos procesos piscícolas no lo podían efectuar sus dueños; además se carecía de personal capacitado. Por lo que los riesgos para los truticultores eran notables.

Fue hasta el año 2008 cuando dos granjas, El Alcatraz y el Pozo 2, inician su producción trutícola a partir de la incubación y el logro de alevines. Las granjas restantes continúan con la compra de alevines a la incubadora ubicada dentro de la misma región y algunas otras de otras procesadoras, lo cual trae consigo el gasto extra por la compra de los alevines y la expectativa de la calidad de los mismos para sobrevivir.

Es importante destacar que en la mayoría de las granjas al hacer la compra de alevines no lo hacen de acuerdo a la capacidad de las granjas sino a la disponibilidad económica, lo cual repercute en el desarrollo de las truchas, que se prolonga más tiempo, provoca mortandad de ejemplares y enfermedad en las mismas.

### 7.2.5. Producción

La piscicultura específica en las granjas de trucha es variable. De acuerdo con las encuestas realizadas, se pudo obtener información de la variabilidad de la misma, dependiendo en su mayoría de la disponibilidad de dinero que tengan para comprar alevines e iniciar el proceso de engorda, del cual se espera tener las tallas o pesos más altos para su cosecha en los meses de mayor demanda que son marzo, abril y diciembre.

La producción de trucha en la cuenca ha aumentado significativamente, precisando que esto se debe al incremento del número de estanques por granja y al sobrecupo en los estanques de cada una de ellas. Se puede destacar que granjas como El Rincón del Álamo, Los Tepozanes, Mujeres en Solidaridad y el Terraplén 2 incrementaron su capacidad de manera rápida, lo cual representa para la cuenca un grado mayor de explotación del recurso. En contraparte los otros productores de la cuenca manifiestan una baja en la densidad de peces respecto al volumen ( $m^3$ ) de estanques con agua y una contaminación mayor de la misma.

### 7.2.6. Limpieza

A pesar de lograr acuerdos entre productores, específicamente en lo referente a la limpieza de las granjas, con las encuestas realizadas, se pudo identificar que la higiene está siendo realizada de una manera inadecuada, ya que la mayoría no lo lleva a cabo el día especificado ni cumplen con las normas reglamentarias, destacando que la mayoría de ellos regresa los desechos al cauce del río sin ningún tipo de filtro.

### 7.2.7. Apoyos

El río El Lindero mantiene dieciséis granjas trutícolas ubicadas en dos entidades federativas: Estado de México y el de Michoacán. Es necesario indicar que esta división política ha marcado varias diferencias con respecto a los apoyos y asesorías proporcionadas a los truticultores, sin embargo, se puede observar que es variable la iniciativa que tiene cada productor o sociedad para atender las asesorías y elaboración de solicitudes de apoyo. Por ejemplo, los truticultores de la granja “La Regadera” asisten con frecuencia a las pláticas y talleres impartidos por Sedagro en Toluca concernientes a temas relacionados con la piscicultura, truticultura, acuicultura entre otros.

Las granjas ubicadas en el territorio de Michoacán cuentan con asesoría técnica por parte de Senasica y Cesamich, las cuales, a su vez, promueven alternativas de financiamiento, adquisición de alevines, recomendaciones para mejorar instalaciones y colecta de muestras para análisis físico-químico del agua y de inocuidad; de esta manera, se puede observar que los truticultores de Michoacán reciben un mayor apoyo con respecto a los del Estado de México.



## **8. Conclusiones**

En la cuenca del río El Lindero, que forma parte de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, la acuicultura es una actividad que ha fomentado la conservación del bosque, lo cual constituye un factor de importancia económica, ecológica y cultural. Sin embargo, para los acuicultores que aquí radican esta actividad no les ha generado los recursos económicos suficientes y adecuados para subsistir solamente de ella, por lo que muchos de ellos mantienen una actividad económica alterna, como la agricultura.

La truticultura que se ha desarrollado en la cuenca ha traído consigo tanto beneficios como aspectos problemáticos. Dentro de los beneficios logrados para los habitantes es que han obtenido un modo de autoempleo o incluso trabajo para toda la familia, les ha proporcionado pago por mantener conservado el bosque por parte de las autoridades, el turismo se ha incrementado de tal modo que los paseantes contribuyen con sus gastos en el lugar, lo cual proporciona un complemento a los ingresos familiares de los truticultores y han desarrollado una educación ambiental tendiente a la conservación del medio en general.

La problemática detectada desde el inicio de la investigación y trabajo en campo es el incremento desmedido de granjas trutícolas y que no está siendo controlado por las autoridades pertinentes, También se detectaron problemas de erosión, se carece de un control efectivo de los desechos, no hay filtros ni desarenadores suficientes, hay desvío de agua y se han detectado diferencias en los apoyos destinados en ambas entidades entre muchas otras situaciones adversas.

En este estudio se integró un diagnóstico que permitió evaluar el proceso de esta actividad, en donde se consideraron los aspectos físicos y socioeconómicos, se logró identificar su problemática y con base en ello se formularon varias sugerencias para mejorar esta actividad productiva que se realiza en la Reserva

de la Biosfera Mariposa Monarca y contribuir a la conservación del medio en general y del bosque en particular.

Es necesario fortalecer y desarrollar las capacidades de los productores de trucha en el ámbito geográfico. Este desarrollo solo se podrá lograr si se apuesta por generar conocimientos del medio físico y socioeconómico del área; así como concretar e introducir nuevas tecnologías que ayuden en la conservación del bosque, la sustentabilidad de la actividad acuícola, y que al mismo tiempo asegure la permanencia del fenómeno migratorio de la Mariposa Monarca que proporciona beneficios al ambiente y a las comunidades locales.

## **9. Recomendaciones**

### **9.1. Ambientales**

- Continuar realizando los análisis físico-químicos del agua, pues son de extrema necesidad; por lo menos dos veces al año y de manera ideal a la entrada y salida de cada una de las granjas. En complemento, sería deseable realizar análisis físico-químico en la parte alta, media y baja del cauce del río, con el propósito de confirmar cuan adecuada es la calidad del agua para la producción trutícola.
- Es necesario poner límites y restricciones en cuanto al incremento de estanques por parte de las instituciones y de los mismos productores, ya que de no ser así se puede sobreexplotar, modificar la dinámica hídrica, disminuir su caudal y poner en riesgo la preservación de la actividad trutícola.
- Los productores tienen que cumplir y respetar los acuerdos establecidos en relación con la limpieza de los estanques en cuanto al día seleccionado y aplicar las técnicas apropiadas para tener una producción de buena calidad.
- Construir fosas de sedimentación para disminuir los sólidos en suspensión generados después de la limpieza de los estanques. El material contenido en estas fosas puede ser utilizado posteriormente como fertilizante.

### **9.2. Técnicas**

- Es sumamente importante la instalación de filtros a la entrada de todas las granjas, para disminuir la entrada de sólidos en suspensión. De igual importancia son los sedimentadores a la entrada y salida de las granjas, con el fin de disminuir en parte la acumulación de los desechos de los estanques.

- Cada truticultor debe ser capaz de calcular la capacidad de carga de cada uno de los estanques, debido a que el llevar a un nivel excesivo de carga no sólo afecta a los demás productores por la gran cantidad de desechos que produce, sino también a su producción, misma que se traduce en un periodo de crecimiento de mayor duración, enfermedades, muerte de una gran cantidad de peces y pérdidas económicas para el productor.

- Es conveniente realizar las actividades sanitarias de manera adecuada y tal como son recomendadas, para tratar de prevenir enfermedades y no recurrir al alimento medicado cuyo precio resulta aún mas elevado.

- En cuestión de enfermedades y parásitos en los peces, es necesario dar énfasis a programas de prevención de enfermedades, además de conformar instituciones que reúnan personas especializadas, con el equipo adecuado que lleve a cabo un mejor diagnóstico de enfermedades, ya que los realizados en la actualidad son deficientes; esta medida tiene la finalidad de proporcionar a los truticultores la información necesaria para mantener el buen estado de su producción.

- Es necesario aplicar durante el proceso de cultivo el conjunto de recomendaciones, normas y actividades relacionadas entre sí que están destinadas a garantizar que los productos mantengan las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad requeridas para el consumo humano y conservación del ambiente.

- La producción de alevines se puede realizar en cada granja. Esto exige un estricto control sanitario e instalaciones adecuadas, por lo que los interesados en realizar esta actividad deben recurrir a un asesor especializado; de lo contrario, la producción puede mantenerse como insuficiente o deficiente.

- La libreta de registro debe ser elaborada y actualizada constantemente para llevar un control de todas las actividades realizadas dentro de la granja: alimentación, limpieza, detección de enfermedades, mortandad, compra de alevines, compra de medicamento, persona responsable y guardias, entre varias otras. Todas estas anotaciones van a permitir evaluar la calidad de la producción y la rentabilidad del cultivo, así como identificar los problemas y errores cometidos en el desarrollo de la actividad.

### VIII.3. Económicas

- Las instituciones de ambas entidades deben destinar apoyos más equilibrados para lograr una igualdad de circunstancias entre productores, favoreciendo una mayor participación a las asesorías técnicas y capacidad de respuesta a las recomendaciones. De esta manera, se puede tener el mismo volumen y calidad de producción, donde ambos grupos de productores entren equitativamente al mercado, y reducir los conflictos sociales.

- El aumento del número de estanques debe ser justificado y organizado para tratar de evitar una sobreexplotación del recurso hídrico. Además, antes de iniciar cualquier construcción es conveniente contar con la evaluación de la capacidad de carga de los estanques existentes. De esta manera, se contribuirá a mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de las granjas.

- Crear asesorías básicas sobre la administración del cultivo de trucha, donde los productores estén concientes de cuál es el mejor momento para invertir en la compra de alevines, insumos y mejoramiento de instalaciones. Esta recomendación surge porque es frecuente escuchar que la compra de alevines se realiza en función de los recursos económicos disponibles dejando en segundo plano la capacidad de la granja.

## 12. Referencias bibliográficas

- Aguilera, P., Noriega, P. y Guzmán, J., 1986. La trucha y su cultivo. Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. Secretaría de Pesca. México. 60p.
- Álvarez, A., Avilés, A. y Ramírez, M., 2006. "Cultivo de Peces Marinos: Otro enfoque". Industria acuícola, Volumen 2, Numero 5. México. 32-37p.
- Álvarez, T. P., 1999. "Acuicultura de repoblamiento en embalses". Memorias del taller-curso: Evaluación de poblaciones y repoblamiento en embalses. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Investigación en Acuicultura, Subsecretaria de Pesca, Dirección General de Acuicultura, Dirección General y Administración de Pesquerías. México.18p.
- Amaya, R. y Anzola, E., 1988. Generalidades sobre el cultivo de la trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*). Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (Inderena) y Subgerencia de Pesca y Fauna Terrestre. Colombia. 61p.
- Arredondo, J.L. y Lozano, S.D., 2003. La acuicultura en México. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Hidrobiología, Planta Experimental de Producción Acuícola y Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa. México. 266p.
- Basterrechea, M., Dourojeanni, A., García, L.E., Novara, J. y Rodríguez, R., 1996. Lineamientos para la evaluación ambiental de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Departamento de Programas Sociales de Desarrollo y Medio Ambiente y División de Medio Ambiente. Washington. D.C. 89p.

- Cárdenas, A. y Noriega, L., 2003. Manual De Buenas Prácticas de Manufactura en el Procesamiento Primario de Productos Acuícolas. 2003. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, (Senasica). México. 91p.
- Charney, J.G., 2006. "Dynamics of deserts and drought in the Sehel". The Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, National Science Foundation. Volume 101, Issue 428. Massachusetts. 193-202p.
- Cifuentes, J.L., Torres, M. del P., Frías, M., 1990. El Océano y sus recursos XI. Acuicultura. Fondo de Cultura Económica. México. 161p.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2006. Programa Maestro del Sistema Producto Trucha en el Estado de México 2006.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2008. Programa de Capacitación y Asistencia Técnica 2008. México.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, (Conapesca) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2002-2006. Programa Nacional de Apoyo a la Acuicultura Rural (Pronar) 2002-2006. México.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, (Conapesca). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2008. Programa Rector Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentable: Resumen Ejecutivo del Diagnostico y Planificación Regional. 2008. México.

- Committee on Opportunities in the Hydrologic Sciences., 1991. "Opportunities in the Hydrologic Sciences". The hidrologic sciences. National Academy Press. Washington, D.C. 32-61p.
- Corral, R., 2007. Programa Nacional de Ordenamiento Acuicola. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, (Conapesca). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). México. 11p.
- Elkaduwa W., K.B. y Sakthivadivel R., 1998. Use of historical data as a decision support tool in watershed management: a case study of the Upper Nilwala basin in Sri Lanka. Research Report 26. International Water Management Institute (IWMI). Colombo, Sri Lanka. 31p.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2004. "Informe de la consulta de expertos sobre la aplicación de cuestiones asociadas con la inclusión de especies acuáticas explotadas comercialmente en los apéndices de la citas". Informe de Pesca numero 741. Departamento de Pesca. Italia. 21p.
- García, A. y Calvaro, O.,2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuicola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria. 2003. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). México. 52p.
- García, E., 1974. Modificaciones al sistema de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México. Instituto de Geografía. 90p.
- Lehmann, G., 1977. Fotogrametría.. Editores técnicos asociados, S.A. Barcelona. 412p.

- Gobierno del Estado de México, Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa)., 2006. Manual de Buenas Prácticas de Producción y su Aplicación en Granjas Acuícolas (BPPA). 2006. México.
- Goel, S. y Norman, M., 1992. "Biospheric models, measurements and remote sensing of vegetation". Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Volume 47, Number 2-3. New York. 167-188p.
- Gómez, C. y Sarmiento, M., 1999. "De truchas y trucheros". México desconocido No. 272. México 16-18p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2000. XII Censo general de población y vivienda 2000. México.
- Jessé, J. y Casey, A., 2006. "Study of the chronological dates in world aquaculture (Water Farming) History from 2800 B.C." World of Water. Number 28. U.K. 103-129p.
- Juárez, J.D. y Palomo, G.G., 1985. Acuicultura; bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos. CECOSA. 94p.
- Klontz, G., 1991. Producción de trucha arcoiris en granjas familiares. Universidad de Idaho, USA. 88p.
- López, J. y Manzo, L de L., 1998. Caso de estudio: Evaluación de la capacidad de carga como una alternativa de desarrollo sustentable en un sendero ecoturístico del santuario Cerro Pelón, de la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca. México: Versión preliminar.

- Maidment, D.R., 1993. Handbook of hydrology. Part I. Mc. Graw Hill, New York. 1250p.
- Martínez H., J.R., 1998. "Ordenamiento sanitario de una cuenca hidrológica". Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (Semarnap). Año 1, Volumen 1, Número 2. México. 9-10p.
- Martínez C., L. R., 1998. Ecología de los sistemas acuícolas: bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT Editor. México. 227p.
- Meyers, S., 1994. "Developments in world aquaculture, feed formulation, and role of carotenoids". Journal Pure and Applied Chemistry Volumen 66. Number 5. Chemistry. International Union of Pure and Applied Chemistry (UIPAC). Great Britain. 1069-1076p.
- Ortega, C., 1998. "Algunos factores que Influyen en la presentación de enfermedades en peces de cultivo". Boletín de sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Año 1, Volúmen 1, Número 2. México. 7-9p.
- Palomo, G.M. y Arriaga, R.B., 1993. "Atlas de ubicación de productos agropecuarios utilizables". La planificación de la acuicultura en México. Apoyo a las actividades regionales de acuicultura en América Latina y el Caribe. Secretaría de Pesca y Dirección General de Acuicultura. México 20p.
- Pérez, J. A., 1998. "Situación actual del cultivo de la trucha en México y factores que afectan la producción (1ª parte)". Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Secretaria del

Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). Año 1, Volúmen 1, Número 2. México. 5-7p.

- Ramírez, C. y Sánchez V., 1997. La acuacultura y el sector social. Subsecretaría de Pesca. Dirección General de Acuacultura. México. 10-15p.
- Ramírez, C. y Sánchez. V., 1998. Una propuesta de diversificación productiva en el uso del agua a través de la acuacultura. Subsecretaría de Pesca. Dirección General de Acuacultura. México.
- Rodríguez, M. y Cruz, J.A., 1998. “Las enfermedades certificables en peces y su importancia en la sanidad acuícola”. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). Volumen 1, Número. 2. México. 3-4p.
- Rodríguez, M. y Maldonado, J., 1996. La acuicultura en México, Bases conceptuales y principios. Oceanología I. 7-26p.
- Sahagian, D., 2000. “Global physical effects of anthropogenic hydrological alterations, sea level and water redistribution”. Global an Planetary Change. Volume 25, Number 1. University of New Hampshire, USA. 39-48p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa)., 2007 Ley general de pesca y acuicultura sustentables. 2007. Diario Oficial de la Federación. México. 36p.
- Sehmi, S. y Kunzewicz, W., 1997. “Water, drought an desertification in Africa”. Sustaintability of Water Resources under Increasing Uncertainty. IAHS publication. Number 240. 57- p.

- Vergara, V., Gómez, C. Y Flores F., 1998. "Alimentación de truchas arco iris (oncorhynchus mykiss) en las etapas de crecimiento y acabado". Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. 1-5p.
- Villanueva, J., 2002. Microcuencas. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 222p.

## Anexos

### Anexo 1: Formato de encuestas realizadas en campo

<b>Granjas trutícolas de la cuenca del río El Lindero dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca</b>	
<b>Nombre de la granja</b>	
Propietario	
Estado	
Municipio	
Comunidad	
Fecha de inicio	
Río o afluente	
Apoyos recibidos	
Tipo de apoyo	
<b>Estanques</b>	
Iniciales	
Número total	
Forma	
<b>Dimensiones:</b>	
Diámetro	
Largo	
Ancho	
Profundidad	
Nivel del agua	
<b>Alevines</b>	
Adquisición	
Cantidad	
Frecuencia	
<b>Organización Regional</b>	
Limpieza semanal	
Asesoría sanitaria	
Análisis FQ de agua	
Libreta de Registro	
Alimentación	
<b>Producción</b>	
Presentación	
Venta	
Destino	
Precio kg	

<b>Granjas trutícolas de la cuenca del río El Lindero dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (Continuación)</b>	
---	--

<b>Problemáticas</b>	
Apoyos	
Agua	
Alimento	
Alevines	
Enfermedades	

## Anexo 2: Imágenes y descripción de los estanques

Granja El Alcatraz

Número de estanques: 7

Dimensiones

(1) Diámetro: 6 m.

(6) Largo: 8 m.

Ancho: 2.5 m.

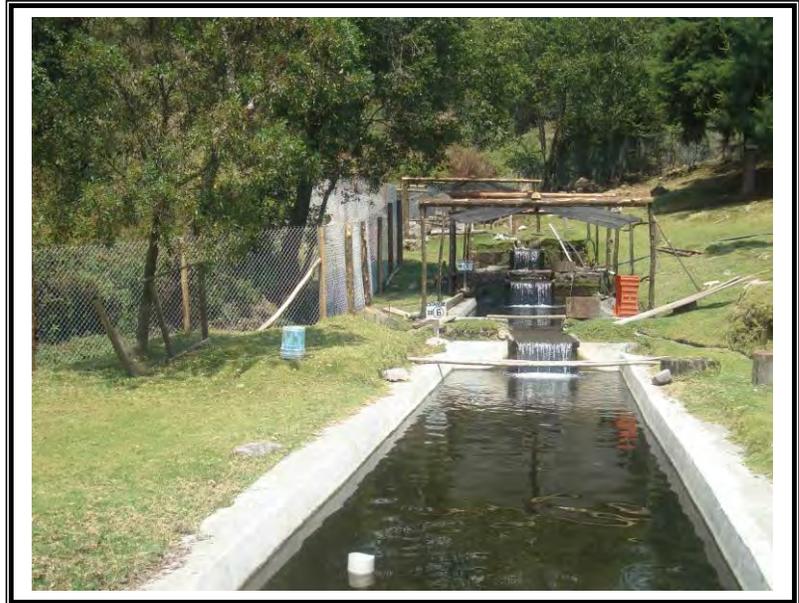
Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

Superficie de estanques:

148.27 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 118 m<sup>3</sup>.



Granja El Fresno

Número de estanques: 4

Dimensiones

Largo: 10 m.

Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1.2 m.

Nivel del agua: 0.9 m.

Superficie de estanques: 100  
m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 90 m<sup>3</sup>.

### Granja El Pozo (1)

Número de estanques: 7

Dimensiones

(2) Diámetro: 4 m.

(5) Largo: 11 m.

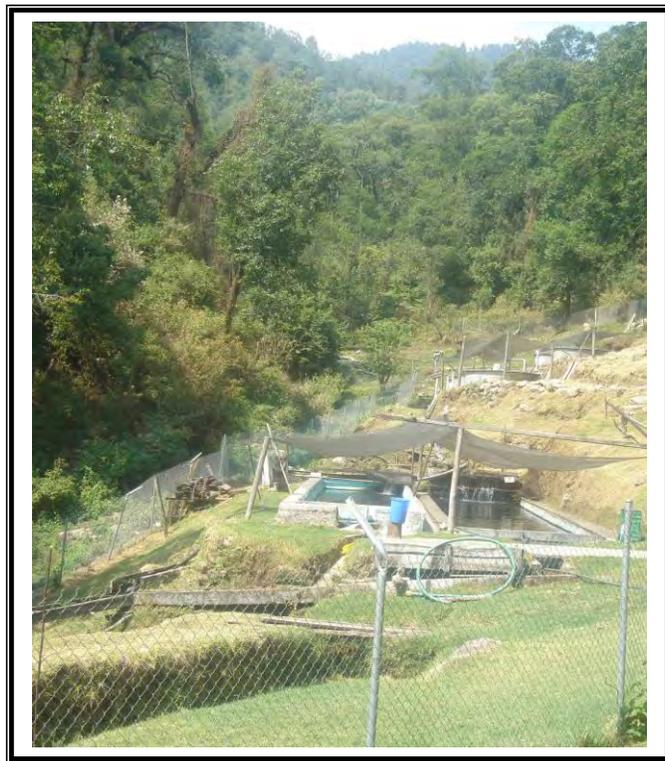
Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1 m.

Nivel del agua: 0.9 m.

Superficie de estanques: 162.63 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 146 m<sup>3</sup>.



### Granja El Pozo (2)

Número de estanques: 6

Dimensiones

(5) Diámetro: 5 m.

(5) Largo: 15 m.

Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.9 m.

Superficie de estanques: 310.21 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 279 m<sup>3</sup>.

## Granja El Recodito

Número de estanques: 3

### Dimensiones

(2) Largo: 5 m.

Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1.0 m.

Nivel del agua: 0.9 m.

(1) Largo: 15 m.

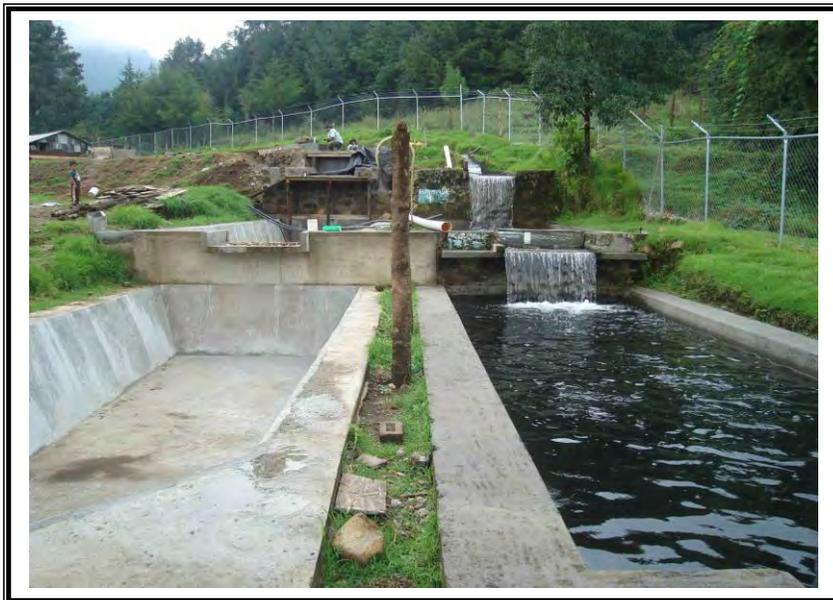
Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1.0 m.

Nivel del agua: 0.9 m

Superficie de estanques: 62.5 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 56 m<sup>3</sup>.



## Granja El Rincón del Álamo

Número de estanques: 8

### Dimensiones

Largo: 15 m.

Ancho: 3 m.

Profundidad: 1.2 m.

Nivel del agua: 1 m.

Superficie de estanques:  
360 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 360 m<sup>3</sup>

## Granja El Tejocote

Número de estanques: 7

### Dimensiones

(2) Diámetro: 5 m.

(5) Largo: 11 m.

Ancho: 2 m.

Profundidad: 1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

Superficie de estanques: 355.43 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 127 m<sup>3</sup>.



## Granja El Terraplén (1)

Número de estanques: 5

### Dimensiones

(2) Largo: 11 m.

Ancho: 2.3 m.

Profundidad: 1.2 m.

Nivel del agua: 1 m.

(1) Largo: 9.7 m.

Ancho: 2.3 m.

Profundidad: 1.2 m.

Nivel del agua: 1 m

(1) Largo: 7.8 m.

Ancho: 2.3 m.

Profundidad: 1.2 m.

Nivel del agua: 1 m

Superficie de estanques:  
90.85 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 91 m<sup>3</sup>.



## Granja El Terraplén (2)

Número de estanques: 8

### Dimensiones

(3) Largo: 12 m.

Ancho: 2 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

(2) Largo: 13 m.

Ancho: 2 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

(2) Largo: 15 m.

Ancho: 2 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

(1) Largo: 16 m.

Ancho: 2 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.



Superficie de estanques: 216 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 173 m<sup>3</sup>.



## Granja La Escondida

Número de estanques: 4

### Dimensiones

(1) Diámetro: 4.2 m.

(1) Diámetro: 4.4 m.

(1) Diámetro: 4.7 m.

(1) Largo: 8.7 m.

Ancho: 2.7 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.9 m.

Superficie de estanques: 67.01 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 60 m<sup>3</sup>.

## Granja La Joyita

Número de estanques: 6

### Dimensiones

(2) Diámetro: 5 m.

(4) Largo: 7 m.

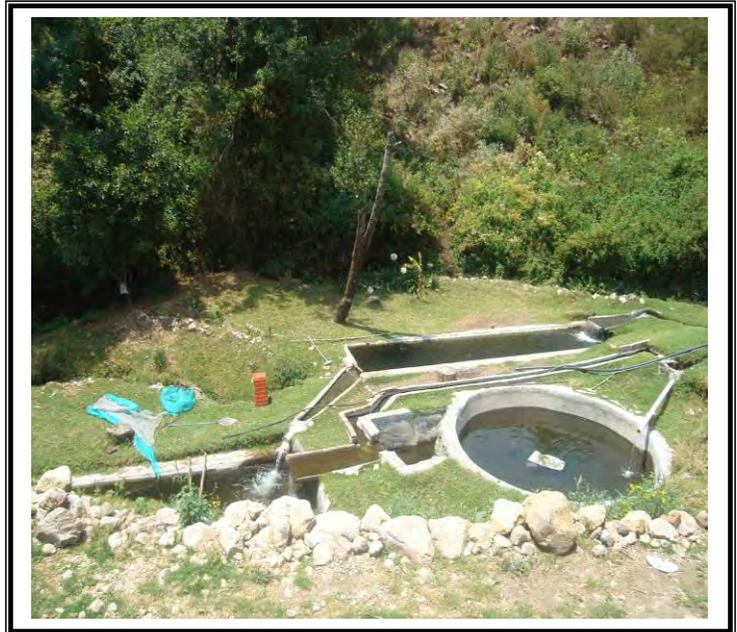
Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

Superficie de estanques: 109.26 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 87 m<sup>3</sup>.



## Granja La Regadera

Número de estanques: 9

### Dimensiones

Largo: 16 m.

Ancho: 2.8 m.

Profundidad: 1.3 m.

Nivel del agua: 0.9 m.

Superficie de estanques:  
403 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua:  
363 m<sup>3</sup>.

## Granja Los Tepozanes

Número de estanques: 8

### Dimensiones

(8) Largo: 18 m.

Ancho: 2.3 m.

Profundidad: 1.2 m.

Nivel del agua: 1 m.

Superficie de estanques:

331.2 m<sup>2</sup>.

Volumen del agua: 331 m<sup>3</sup>.



## Granja Mujeres en Solidaridad

Número de estanques: 8

### Dimensiones

Largo: 17 m.

Ancho: 3 m.

Profundidad: 1.1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

Superficie de estanques:

408 m<sup>2</sup>.

Volumen del agua: 326 m<sup>3</sup>.

## Granja Yurekua

Numero de estanques: 11

### Dimensiones

Largo: 16 m.

Ancho: 2.5 m.

Profundidad: 1 m.

Nivel del agua: 0.8 m

Superficie de estanques: 440 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 352 m<sup>3</sup>.



## Granja de Placido Rodríguez

Número de estanques: 3

### Dimensiones

Largo: 9 m.

Ancho: 3 m.

Profundidad: 1 m.

Nivel del agua: 0.8 m.

Superficie de estanques: 81 m<sup>2</sup>.

Volumen de agua: 65 m<sup>3</sup>.

Sin imagen

Anexo 3: Resultados de los análisis de laboratorio (fotocopias proporcionadas por la granja El Rincón del Álamo).



Comité Estatal de Sanidad Acuicola del estado de Michoacán, A.C.  
Laboratorio de Microbiología

DOCUMENTO:	INFORME DE RESULTADOS			
UNIDAD RESPONSABLE:	Comité Estatal de Sanidad Acuicola del estado de Michoacán; Laboratorio de Microbiología		No. de Expediente	LM-15-08

**DATOS GENERALES**

Nombre del remitente: C. Elena Reyes Cruz  
 Nombre de la Granja: "Rincón del Álamo"  
 Localidad: Rincon de ahorcados Municipio: Zitacuaro  
 Fecha de Muestreo: 23/01/08 Fecha de Análisis: 23/01/08  
 Fecha de entrega de resultados: 29/ Enero/2008

**MUESTRAS RECIBIDAS EN EL LABORATORIO**

Estradio	Cantidad	Estado	Parámetros Físicoquímicos	
			T°C	O.D.
Crias				
Juveniles	7	Normal	13	79
Adultos	4	Normal		
Reproductores				

**HISTORIAL CLINICO**

Fue recibida una muestra de 7 Juveniles y 4 Adultos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de 15.5cm y 22.16 cm de promedio; 57g y 136 g de peso en promedio respectivamente. Dicha muestra fue colectada por el Ing. Pesq. Anahi Pelcastre Solache técnico de la región Oriente Zitacuaro y transportada inmediatamente para su análisis al Laboratorio de Bacteriología y Parasitología del CESAMICH, A.C. en bolsas de plástico saturadas con oxígeno.

**RESULTADO DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS**

JUVENILES	ADULTOS
<p><b>ESTUDIO MACROSCÓPICO</b></p> <p><b>Observación externa</b></p> <p>Comportamiento: Normal                      Apariencia corporal: Normal                      Piel: Normal                      Aletas: hemorrágicas a causa de parásitos.</p> <p>3/7</p> <p>Ojos: Normales                      Branquias: irritadas 7/7</p> <p><b>Observación interna</b></p> <p>Cavidad abdominal: Normal                      Estómago: Normal                      Intestino: Normal                      Hígado: Pálido 3/7                      Riñón: Normal                      Vesícula biliar: Normal                      Músculo: Normal.</p> <p><b>MICROSCÓPICO</b></p> <p>Piel: Libre de parásitos.                      Branquias: +</p>	<p><b>ESTUDIO MACROSCÓPICO</b></p> <p><b>Observación externa</b></p> <p>Comportamiento: Normal                      Apariencia corporal: Normal                      Piel: Normal                      Aletas: hemorrágicas a causa de parásitos.                      Ojos: Normales                      Branquias: petequias</p> <p><b>Observación interna</b></p> <p>Cavidad abdominal: Normal                      Estómago: Normal                      Intestino: Normal                      Hígado: Normal                      Riñón: Normal                      Vesícula biliar: Normal                      Músculo: Normal</p> <p><b>MICROSCÓPICO</b></p> <p>Piel: Libre de parásitos.                      Branquias: Libre de parásitos.                      Aletas: ++</p>

CESAMICH A.C. Batalla de Cuevitas #91. Col. Reforma; Tel/Fax: 01(443) 334 45 66. Morelia Mich.  
e-mail: cesamich\_2004@yahoo.com.mx

Análisis de inocuidad de los peces en la granja El Rincón del Álamo, 2008

CESAMICH, A.C.

### REPORTE DE RESULTADOS DE ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

NOMBRE DE LA GRANJA: Rincon del Álamo NUM. REG: REG-247  
 LOCALIDAD Y MUNICIPIO: Rincon del Álamo, Mpio. Zitacuaro FECHA: 23-Ene-08  
 LUGAR DE MUESTREO 1: Entrada LUGAR DE MUESTREO 2: Salida de la granja  
 HORA DE COLECTA: 10:00 COLECTOR: Anahí NUM. CASO: CA085-08

PRUEBA	Muestra Entrada	Muestra Salida	ESPECIFICACIONES PARA TRUCHA	
BARIO	NR	NR	5.00	50
NIERRO	0.013	0.013	0	1
MANGANESO	NR	NR	0.05	0.2
NITRATOS	1.5	1.5	0.2	10
NITRITOS	NR	NR	0	0.55
SULFATOS	1	1	5	100
ZINC	NR	NR	0.05	0.5
ACIDEZ	89	91	60	120
ALCALINIDAD	65	69	20	200
DUREZA	49	50	50	300
O.D.	7.0	7.9	6	8
pH	7	7	6.5	8
T	12	12	10	15
SOLIDOS DIS.	55	102	0	400
SOLIDOS TOTALES	70	132	0	480
SOLIDOS SUSPEND	15	30	0	80
COBRE	0.01	0.01	0.005	0.01

Análisis de la calidad del agua en la granja El Rincón del Álamo, 2008.

SULFATOS	1	1	5	100
ZINC	NR	NR	0.05	0.5
ACIDEZ	89	91	60	120
ALCALINIDAD	65	69	20	200
DUREZA	49	50	50	300
O.D.	7.9	7.9	6	8
pH	7	7	6.5	8
T	12	12	10	15
SOLIDOS DIS.	55	102	0	400
SOLIDOS TOTALES	70	132	0	480
SOLIDOS SUSPEND	15	30	0	80
COBRE	0.01	0.01	0.005	0.01
CONDUCTIVIDAD	NR	NR	45	1000
AMONIO	NR	NR	0	0.1
CO2	NR	NR	0	7

(1) Fuente: 1981. "Manual for rainbow trout production on the temperate zone. Shroder y Bromage, 1980. Intensiva fish farming

**OBSERVACIONES:** No se presentó ningún problema para la toma de la muestra, por lo que según los resultados la concentración de todos los parámetros se encuentran dentro del factor de condición de la especie

LABORATORISTA: Biol. Jimmy Urieta Espino

GERENTE DEL CESAMICH: Biol. Alfonso Gutiérrez Urbina

Análisis de la calidad del agua en la granja El Rincón del Álamo, 2008

