

9



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA EXPLOTACION COMERCIAL DE RANA TORO (*Rana catesbeiana*) EN EL ESTADO DE VERACRUZ

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
LORELEI AMALIA BOJORQUEZ GALVAN

ASESORES: JUAN RAFAEL MELENDEZ GUZMAN  
MARCELA FRAGOSO CERVON



MEXICO, D. F.

2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

## DEDICATORIAS

A Rodrigo, la luz y la alegría de mi vida.

A Marcelino: amigo, amante, compañero y apoyo incondicional.

A mamá, mi mejor amiga y el ejemplo a seguir como mujer, profesionista y madre.

A papá, mi gran apoyo y el mejor ejemplo intelectual y académico.

A Carlitos Stras, un "ginge" con corazón de oro.

A los mejores hermanos: Annie y Cher.

A mi abuelita, te adoro Tina preciosa.

A mis hermanitas hermosas: Choyita y Patita.

## AGRADECIMIENTOS

A ti mi amor, gracias por creer en mí y tenerme tanta paciencia. Haces de nosotros el mejor equipo.

A mamá y Carlitos, gracias por su ejemplo de amor y por su apoyo (moral y económico). Sin ustedes no lo hubiera logrado nunca.

A papá y Francis, gracias por su apoyo, sé que cuento con ustedes.

A Tina, Manolo, Ara, Jorge, Charlie, primos y sobrinos  
¡Gracias familia!

A Ixchel, gracias por tu amistad y por hacer esto posible, sin ti no lo habría logrado. Va mi admiración para ti, amiga (y futura consuegra).

A Rosalva, por tu amistad incondicional, las divertidas aventuras que hemos pasado y el enorme apoyo que siempre me has brindado, gracias amiga.

A Olivia y Gaby, por su invaluable amistad y su apoyo incondicional. Gracias a ustedes la facultad resultó sumamente enriquecedora (y divertida). Siempre tendrán un lugar en mi corazón.

A mis asesores, gracias por su paciencia.

## CONTENIDO

	PAGINA
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. PROCEDIMIENTO	5
3.1. ESTUDIO DE MERCADO	5
3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	5
3.1.2. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO	8
3.1.3. OFERTA	10
3.1.4. DEMANDA	13
3.1.5. NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD	18
3.2. ESTUDIO TÉCNICO	19
3.2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	19
3.2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	22
3.2.3. TOPOGRAFÍA E HIDROLOGÍA	22
3.2.4. INSTALACIONES	24
3.2.5. PROGRAMA DE MANEJO	29
3.2.6. MANO DE OBRA	48
3.2.7. COMERCIALIZACIÓN	49
3.2.8. MARCO LEGAL DE LA EMPRESA	49

3.2.9.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DE LA EMPRESA	50
3.3.	ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO	61
3.4.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	82
4.	ANEXO 1	84
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	84
4.1.1	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	87
4.1.2	REPRODUCCIÓN	90
4.1.3	DESARROLLO EMBRIONARIO Y LARVARIO	92
4.1.4	METAMORFOSIS	93
4.1.5	ALIMENTACIÓN	97
4.1.6	ENFERMEDADES	101
4.1.7	DEPREDADORES	102
4.2.	ANTECEDENTES DE LA RANICULTURA	103
4.3.	LA RANICULTURA EN MEXICO	105
5.	ANEXO 2	123
5.1.	NORMAS INTERNACIONALES (FAO/OMS) PARA LA ELABORACIÓN, MANIPULACIÓN, ENVASADO, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ANCAS DE RANA	123
6.	LITERATURA CITADA	131
7.	RECETARIO	135

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Características productivas de Rana catesbeiana.	7
CUADRO 2. Producción nacional, exportaciones y consumo nacional aparente de rana en México.	14
CUADRO 3. Acciones proyectadas para el inicio de la empresa.	51
CUADRO 4. Actividades a realizar en cada sección del ranario.	53
CUADRO 5. Actividades a realizar en el moscario.	56
CUADRO 6. Población animal estimada para los primeros tres años.	59
CUADRO 7. Consumo de alimento estimado para los primeros tres años.	64
CUADRO 8. Producción de larvas necesaria para los primeros tres años.	68
CUADRO 9. Costo de producción por concepto de alimento balanceado.	69
CUADRO 10. Insumos necesarios para la producción del moscario.	71
CUADRO 11. Costos de producción del moscario.	72
CUADRO 12. Producción de ancas y subproductos de rana e ingresos brutos por su venta.	73
CUADRO 13. Inversión fija del proyecto y depreciación de activos.	74
CUADRO 14. Financiamiento de crédito refaccionario al 19% sin año de gracia.	75
CUADRO 15. Costos de producción (con financiamiento) y capital de trabajo para 16 meses.	76
CUADRO 16. Estado de resultados (con financiamiento).	77
CUADRO 17. Evaluación financiera (con financiamiento).	78
CUADRO 18. Costos de producción (sin financiamiento).	79
CUADRO 19. Estado de resultados (sin financiamiento).	80



CUADRO 20. Evaluación financiera (sin financiamiento).	81
CUADRO 21. Crecimiento promedio y respuesta alimenticia de larvas de rana toro cultivadas en el trópico.	99
CUADRO 22. Crecimiento promedio y respuesta alimenticia de ranas toro cultivadas en ranarios exteriores de concreto en el trópico.	100
CUADRO 23. Principales especies comerciales de ranas en México, su distribución y su pesquería.	107
CUADRO 24. Principales características de diseño y manejo de las granjas ranícolas mexicanas.	116

#### INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Macrolocalización del proyecto.	20
FIGURA 2. Microlocalización del proyecto.	21
FIGURA 3. Plano de un módulo de reproducción.	41
FIGURA 4. Plano de la sección de incubación y desarrollo.	42
FIGURA 5. Plano de estanque de metamorfosis.	43
FIGURA 6. Plano de la sección de engorda.	44
FIGURA 7. Moscario.	45
FIGURA 8. Ciclo de vida de la mosca.	46
FIGURA 9. Diagrama de flujo de la producción ranícola.	47
FIGURA 10. Desarrollo y metamorfosis de las ranas.	96
FIGURA 11. Integración de la ranicultura con la producción de abono orgánico y la producción agrícola.	120

## RESUMEN

Bojórquez Galván Lorelei Amalia. Desarrollo de un Proyecto para el Establecimiento de una Explotación comercial de Rana Toro (*Rana catesbeiana*) en el Estado de Veracruz (bajo la dirección de MVZ. J. Rafael Meléndez Guzmán y MVZ. Marcela Fragoso Cervón). La acuicultura es una actividad que ofrece un gran potencial gracias a la magnitud de los recursos hidrológicos del país. Entre las diversas especies comestibles que se pueden explotar se encuentra la rana toro (*Rana catesbeiana*), una especie adaptable a la crianza bajo confinamiento que es muy apreciada por su tamaño y la calidad y sabor de su carne. Por otro lado, la formulación y evaluación de proyectos es una función que corresponde al médico veterinario como promotor del desarrollo y asesor de empresas agropecuarias. En este contexto, se formula y evalúa a nivel de prefactibilidad un proyecto de inversión para establecer una granja ranícola en el municipio de Catemaco, Veracruz. Se concluye que el proyecto es económicamente viable, a un horizonte de 8 años, al generar una TIR del 20.56% y un VPN de \$ 664,863.75 (a una tasa de descuento del 8%) en el caso de que se recurra al financiamiento por el monto requerido para la inversión en activos fijos, o bien una TIR del 37.34% y un VPN de \$ 1,307,586.17 (a una tasa de descuento del 8%) cuando los socios aportan toda la inversión necesaria. Además, a manera de anexo se describe a la especie y se presentan los antecedentes de la ranicultura y la situación actual de esta actividad en México.

## 2. INTRODUCCIÓN

México es un país con un enorme potencial productivo para la acuicultura gracias a la magnitud de sus recursos hidrológicos. Entre las diversas especies que se pueden explotar en este ámbito se encuentran las ranas comestibles, para cuya producción comercial existen en México zonas biológicamente propicias, tales como las regiones tropicales y subtropicales.<sup>1,2,3,4,5</sup>

De todas las especies comestibles de rana el mejor prospecto para un cultivo controlado lo ofrece la rana toro o mugidora (*Rana catesbeiana* Shaw 1802), especie oriunda del sur de los Estados Unidos y del norte de México, pues es una especie de buen tamaño, rústica, prolífica, adaptable a la cautividad y de carne conocida y solicitada. México cuenta con la ventaja de que sus regiones tropicales favorecen grandemente el rápido desarrollo de este anfibio, además de que se elimina la tendencia a la hibernación, que en otros países es prolongada y entorpece la productividad.<sup>1,3,4,5,6,7,8</sup>

Para la explotación de esta especie existe una amplia gama de procedimientos que van desde la simple difusión por siembra de pies de cría en cuerpos de agua o corrientes lentas (charcas, acequias o canales de riego) donde hará vida natural para después cazarse, pasando por los sistemas extensivos y rústicos de producción, hasta su crianza controlada en sistemas intensivos que cuenten con instalaciones apropiadas y con un manejo que permita la producción redituable de ancas y piel industrializable. Dentro de estos sistemas de la cadena productiva existe una amplia variedad de tipos de explotación que podrían resultar

aconsejables de acuerdo con los recursos naturales de que el ranicultor disponga, de los requerimientos y retribución de los mercados con que cuente y de su capacidad económica.<sup>1,3,4,5,7,8,9</sup>

Para poder hacer un uso racional de estos recursos y obtener niveles óptimos de producción es imprescindible la planeación de los procesos productivos mediante la elaboración y evaluación de proyectos. El papel del Médico Veterinario Zootecnista es fundamental en este proceso, ya que actualmente su labor no debe limitarse a ser sólo un asesor en el establo o en una granja, sino que debe ser un profesional capacitado para contribuir en el desarrollo económico y social del país mediante la planeación del proceso productivo integral, contemplando desde la producción primaria hasta la comercialización de los diferentes productos de origen animal.<sup>10,11</sup>

Desafortunadamente, aún sucede que no se le otorga importancia a una buena planeación y menos aún a la elaboración y análisis de un proyecto de producción pecuaria, tratando siempre de enmendar los errores ya sobre la marcha, cuando si se hubiese estudiado con detenimiento el planteamiento del programa se hubieran eliminado en gran medida las fallas, generalmente causadas por la ignorancia o por la imitación. Es para evitar lo anterior que la metodología para la elaboración y evaluación de proyectos se ha desarrollado como una herramienta sumamente útil para todas aquellas personas relacionadas directamente con la producción agropecuaria.<sup>10</sup>

Un proyecto se define como una actividad de inversión en la que se destinan recursos de capital para crear un activo productivo del que se espera obtener un beneficio dentro de un determinado periodo y que pueda prolongarse por tiempo indefinido.<sup>2,10</sup> En un proyecto se presupuestan la necesidad de recursos y sus costos, así como las unidades que se pretende producir, los ingresos que se espera obtener y se programan las diferentes actividades a realizar antes de tomar la decisión de establecer una empresa.<sup>2</sup> En un proyecto es de vital importancia conocer las características del mercado en el que se pretende competir con el producto, contemplando la oferta y la demanda existentes, así como los aspectos institucionales de la comercialización del mismo.<sup>11,12</sup>

Es con base en estos antecedentes y en virtud de la crisis por la que atraviesa la ganadería convencional, que se propone iniciar una microempresa de rancicultura comercial en un rancho de ganado bovino existente en el municipio de Catemaco, en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, como una alternativa para diversificar su producción, haciendo uso de una fracción del terreno que presenta un enorme potencial para el uso acuícola.

Así, el objetivo de este trabajo es determinar la viabilidad técnica y financiera del establecimiento de una microempresa productora de ancas y otros productos de rana toro (*Rana catesbeiana*) en el municipio de Catemaco, Veracruz, a nivel de estudio de prefactibilidad, con base en la metodología para la elaboración y evaluación de proyectos que propone Nacional Financiera, S.N.C. El estudio financiero contempla un horizonte del proyecto de 8 años.

### 3. PROCEDIMIENTO

#### 3.1. Estudio de Mercado.

##### 3.1.1. Descripción del Producto.

La carne de rana es blanca o cremosa clara, de textura firme, de excelente sabor y de fácil digestión. Se caracteriza por ser rica en proteínas y calorías, casi exenta de hidratos de carbono, pobre en grasas y baja en colesterol. Su composición química es la siguiente:<sup>7,13</sup>

Agua	80 %
Proteínas	16.5 - 18.6 %
Lípidos	0.3 %
Calorías	55.27 cal / 100 g
Azufre	152 mg / 100 g
Fósforo	147 mg / 100 g
Magnesio	23 mg / 100 g
Calcio	18 mg / 100 g
Hierro	1.1 mg / 100 g
Zinc	1.4 mg / 100 g
Yodo	0.017 mg / 100 g
Ác. ascórbico	5 mg / 100 g
Ác. nicotínico	1.2 mg / 100 g
Tiamina	0.14 mg / 100 g
Riboflavina	0.25 mg / 100 g

Además, contiene aminoácidos esenciales como valina, leucina, isoleucina, lisina, arginina, tironina, metionina, fenilalanina, histidina y triptofano.<sup>7,13</sup>

Es una carne de elevado valor nutricional, muy solicitada por los amantes de la buena mesa, los seguidores de dietas contra la obesidad y las personas que padecen problemas digestivos. Además, diversos estudios han demostrado que la carne de rana es el único alimento de origen animal 100% eficaz para el tratamiento de disturbios alérgicos alimentarios en los niños.<sup>2,7,14</sup>

Aunque en la mayoría de los países sólo se consumen las ancas de las ranas, el resto de su carne puede aprovecharse en forma de harina, la cual tiene una gran demanda por sus excepcionales características nutricionales. En los Estados Unidos el 40% de la harina de rana producida se consume en hospitales. La industria de la peletería, asimismo, hace uso de la hermosa piel de la rana toro para la confección de bolsas, calzado y otra serie de artículos altamente cotizados, pues es muy resistente, flexible, tersa y presenta diseños naturales atractivos. Además, se puede elaborar paté de hígado de rana y la grasa de este animal es muy solicitada por la industria cosmética para la elaboración de cremas. Por otro lado, los intestinos sirven como materia prima para filamentos especiales de alta resistencia y elasticidad, usados en cirugía plástica o microcirugía, por ser de fácil absorción para el organismo humano.<sup>1,2,7,8,13,14</sup>

La especie *Rana catesbeiana* se describe ampliamente en el Anexo 1 de este trabajo; sin embargo y a manera de introducción, en el Cuadro 1 se presenta un resumen de sus características productivas más importantes.

CUADRO 1.

Características productivas de *Rana catesbeiana*.

Clima	Tropical subhúmedo (BS1(h')hx y Aw''O(e))
Precipitación mensual	1 200 mm
Humedad relativa	60 a 80 %
Altitud	< 900 msnm
Talla adulta	20 cm.
Peso adulto	600 g
Madurez sexual	12 meses de edad
Eficiencia de desove	50 %
Relación macho:hembra	1:1 ó 1:2
Huevos / hembra	2 000 - 3 000
Mortalidad adultos	0.5 % anual
Mortalidad embrionaria	20 %
Mortalidad periodo larvario	10 %
Mortalidad ab metamorfosis	15 %
Mortalidad en engorda	30 %
Conversión alimenticia	1:1
Duración de la engorda	6 meses
Peso comercial	180 g
Porcentaje de P.V. en ancas	33 %



### 3.1.2. Presentación del Producto.

Hasta la fecha no existe información sobre las características que debe tener la presentación del producto para su venta dentro del país; sin embargo, la talla mínima comercial de las ranas finalizadas, medida desde la punta del morro hasta la cloaca, es de 12.7 cm. En el mercado internacional se utiliza la siguiente clasificación para las ancas procesadas:<sup>2,7</sup>

Clasificación	Pares de ancas / lb.
Tiny	13 - 16
Small	9 - 12
Medium	6 - 8
Large	4 - 5
Jumbo	2 - 3

Cuando se vende la rana entera, lo cual es común en Brasil, ésta debe ir desollada, eviscerada, con las manos y pies cortados para una mejor presentación del producto. En Norteamérica, lo más frecuente es que sólo se comercialicen las ancas, las cuales deben presentar un corte limpio tanto en el tobillo como en la articulación de la región pélvica.<sup>2,7</sup>

El tipo de presentación puede ser en corte "Yoga", el par doblado en posición de yoga, o el corte "Parisién", el par alargado; las preferencias varían de acuerdo al mercado donde se ofrece el producto. En México, el corte "parisién" en forma congelada es el de mayor aceptación.<sup>7,8</sup>

Una vez que las ancas se han clasificado de acuerdo a su tamaño se envuelven en bolsas de polietileno, se congelan y se almacenan en refrigeración a  $-18^{\circ}\text{C}$  antes de ser exportadas o introducidas a mercados locales. Las bolsas de 1, 5 y 10 kg. se destinan a la venta nacional en pescaderías y supermercados. Para exportación, los paquetes pueden ser de 5 a 16 kg. con bolsas de 500g a 1 kg. empacadas al alto vacío con plástico resistente y congeladas a  $-40^{\circ}\text{C}$ . Cada paquete deberá indicar el país de origen, el nombre del productor, la fecha de congelación y la fecha límite de venta; el intervalo entre estas dos fechas no debe ser mayor de 24 meses. Tanto para la comercialización nacional como internacional se debe realizar la inspección de laboratorio, principalmente para detectar *Salmonella spp.* y *Clostridium perfringens*; asimismo, se examinarán las características organolépticas del producto.<sup>2,7,8</sup>

### 3.1.3. Oferta.

Se ha reportado que, a nivel mundial, los principales países productores y exportadores son:<sup>7,13</sup>

PRODUCTORES	EXPORTADORES
Malasia	Rep. Popular China
Indonesia	Japón
Canadá	India
Corea	Indonesia
Estados Unidos	Bangladesh
Francia	Malasia
Rep. Popular China	Costa de Marfil
Brasil	Turquía
	Yugoslavia

En cuanto a nuestro país, es difícil calcular la producción real nacional debido a que muchos de los ranarios que existen son de tipo experimental o demostrativo y a que aún hay vendedores de ancas que sólo capturan ranas silvestres. Los estados que explotan artesanalmente las ranas (*R. catesbeiana* principalmente, pero no exclusivamente) son Michoacán, Jalisco, Sinaloa, Sonora y varias regiones del Valle de México. Hasta la fecha no existen asociaciones de ranicultores en el país.<sup>2,3,7,13</sup>

Los resultados de los primeros ensayos de ranicultura intensiva en el CINVESTAV-Mérida estimularon el interés del sector productivo regional, estableciéndose en 1992 la primera granja con sistema intensivo a escala piloto en el país, la cual se constituyó en un detonador de la actividad. En ese mismo año se tenía conocimiento de la existencia de una sola granja extensiva en el noreste del país.<sup>15</sup>

Para 1994 se tenían registradas un total de 9 unidades, de las cuales una era de tipo extensivo (en Sinaloa), 3 eran unidades de tipo experimental (en Yucatán, Edo. de México y Sinaloa) y las 5 restantes eran de tipo intensivo (4 en Yucatán y 1 en Nayarit). En 1995 Flores-Nava reporta que la ranicultura comercial intensiva tenía un crecimiento promedio superior al 40 %.<sup>15</sup>

Por su parte, el Departamento de Acuacultura de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en 1996 tenía registrados cuatro ranarios comerciales de tipo intensivo, de los cuales tres se localizan en Yucatán y uno en Michoacán, además de otras explotaciones de tipo semi-intensivo en Jalisco, Guanajuato y Puebla. La producción de ancas que dicha institución reportó para 1995 fue de:

Estado	Toneladas
Michoacán	13.96
Yucatán	13.60
Guanajuato	5.00
Puebla	2.53
Jalisco	0.23

La producción mexicana se destina casi en su totalidad al mercado internacional, siendo los Estados Unidos y Canadá los mercados principales, con más del 95 % de las exportaciones. El remanente es enviado de manera irregular a países de la Comunidad Económica Europea y a Japón.<sup>15</sup>

De lo anterior puede concluirse que la ranicultura en México es una realidad comercial y en franco proceso evolutivo, previéndose un importante crecimiento en el número de unidades de producción en los próximos años, incluidas alianzas estratégicas para la exportación.<sup>16</sup>

#### 3.1.4. Demanda.

Se estima que en México existe una demanda no satisfecha de 400 ton de ancas de rana por año (\*). En nuestro país el mercado para las ancas de rana está conformado casi exclusivamente por cadenas de hoteles y restaurantes de primera categoría. Sin embargo, las tiendas de autoservicio de la zona Metropolitana también comercializan este producto, aunque en pequeña escala. Además, los mercados de comunidades tradicionalmente consumidoras de rana (Cuencas de Lerma, Texcoco, Chapala y Pátzcuaro, por ejemplo) presentan una demanda constante y, hasta ahora, una oferta irregular.<sup>7,13</sup>

El consumo nacional aparente de rana (es decir, la diferencia entre lo producido y lo exportado) en México hasta 1993, estimado con base en información estadística de la Secretaría de Pesca, así como en investigaciones sobre el comportamiento de la exportación de rana, puede verse en el Cuadro 2.

---

• Com. pers. T.P.A. Alejandro Lili Muñoz  
Director del Centro Acuicola La Paz, Villa Gro. Edo. de México.

CUADRO 2.

Producción nacional, exportaciones y consumo nacional aparente de rana en México (Flores-Nava A. 1995).<sup>15</sup>

Año	Producción Nacional (toneladas)	Exportaciones (toneladas)	Consumo Nacional Aparente (toneladas)
1981	353	92	261
1982	253	34	219
1983	379	115	264
1984	290	91	199
1985	318	106	212
1986	373	101	272
1987	420	167	253
1988	457	50	407
1990	458	117	341
1991	450	60	390
1992	483	110	373
1993	513	120	383

En cuanto a la factibilidad de comercialización de ancas de rana en el estado de Veracruz, el Instituto Tecnológico de Mar (ITMAR) No.1 de Boca del Río, Ver., realizó un estudio de mercado local en 1996 <sup>16</sup> en la zona de Veracruz-Boca del Río, con el fin de determinar el conocimiento y aceptación del producto entre la población de ingresos medios y altos. Para ello aplicaron una encuesta en centros comerciales, centrales de abasto y supermercados a una muestra de 500 habitantes, obteniendo los siguientes resultados:

- Índice de conocimiento del producto: el 60% de los encuestados conoce el producto y su utilización como alimento humano, aunque desconocen su alto nivel de proteínas y su bajo contenido de grasas. El 40% restante desconoce totalmente el producto.
- Índice de consumo del producto: el 21% ha consumido el producto, mientras que el 79% no lo ha consumido.
- Índice de gustos y preferencias del producto: al 25% de la población muestreada no le gustaría probar ancas de rana, al 40% sí le gustaría probarlas y el 15% restante tal vez lo harían.

El estudio concluye que un alto porcentaje de la población desconoce el producto y sus características nutricionales, ya que no existe difusión del mismo, y que las personas de nivel socioeconómico bajo no tienen acceso a su consumo por su alto precio de venta. Además afirma que, si bien el conocimiento del producto es parcial, existe viabilidad para su comercialización, pues un importante porcentaje de la población estaría dispuesta a adquirirlo. Finalmente, recomienda realizar un esfuerzo comercial con mecanismos



publicitarios para lograr la penetración y aceptación del producto en el mercado local.<sup>16</sup>

A nivel internacional existe una gran demanda de ancas de rana. La demanda de los E.U.A. asciende a 10 000 ton / año, mientras que en Europa es de 5 000 ton / año (\*). Las agencias de comercio internacional indican que tan sólo en Francia hay una demanda promedio de 1200 toneladas al año. La demanda de Bélgica, Alemania y Japón también es considerable.<sup>1,6,22</sup>

A nivel mundial, los principales países importadores de ancas de rana son Argentina, Australia, Canadá, Estados Unidos de Norteamérica, Alemania, Hong Kong y Bélgica.<sup>16,22</sup>

Los europeos tienen preferencia por las ancas de rana toro por su gran tamaño, las cuales se clasifican como jumbo y muchas veces son mayores. Entre más grandes sean, su precio aumenta.<sup>6,22</sup>

En cuanto al precio, existe una enorme fluctuación del mismo, marcada por las demandas locales y la cantidad que se oferta, siendo los precios que dominan:<sup>16</sup>

- 7.50 - 7.80 dls. / libra de canal en los E.U.A.
- 22.0 - 24.0 dls. / Kg. de canal en Argentina.
- 18.0 dls. / Kg. de canal en Brasil.
- 40.0 dls. / Kg. de harina de rana en E.U.A.
- \$90.00 - \$120.00 / Kg. de canal fresca y congelada en diversas centrales de abasto de México (octubre 2001).

---

• Com. pers. T.P.A. Alejandro Lili Muñoz  
Director del Centro Acuicola La Paz. Villa Gro. Edo. de México.

También es posible la comercialización de productos de rana con un valor agregado; así, se pueden ahumar y enlatar las ancas, se puede elaborar paté con el hígado y harina con el resto de la carne y se pueden vender las pieles ya procesadas. Cabe destacar que la harina de rana es usada principalmente en hospitales de E.U.A. para la alimentación de pacientes convalecientes por su alta calidad en cuanto a digestibilidad y composición de nutrimentos esenciales, existiendo una demanda creciente para este tipo de producto.<sup>6,16,22</sup>

Además, a partir de la producción intensiva de ranas se pueden obtener otras materias primas comercializables, tales como la grasa de los batracios para la industria cosmética, los intestinos para la elaboración de filamentos especiales usados en cirugía plástica o microcirugía y los desperdicios (huesos, cabeza y vísceras) para ser procesados en la elaboración de alimentos para peces, renacuajos y otros animales. Por otro lado, el aprovechamiento de la fase sólida de los efluentes de los estanques del ranario para la obtención de abono orgánico (humus) puede constituir una fuente de ingresos extras al comercializar el fertilizante.<sup>2,6,16,22,23,26</sup>

Las ranas vivas constituyen un excelente material didáctico y de investigación. Los laboratorios del área académica y los institutos de investigación del área biomédica constituyen mercados especiales que pagan un alto precio por cada organismo, pero cuya demanda no es masiva.<sup>16,22</sup>

Finalmente, todos los autores consultados coinciden en señalar que la demanda de ancas y productos derivados de la

ranicultura nunca ha constituido un problema, sino que el "cuello de botella" para los productores lo constituye la necesidad de mantener una oferta estable, especialmente si lo que se pretende es ingresar al mercado internacional. .

### 3.1.5. Normas Técnicas de Calidad.

Las normas técnicas de calidad que la Secretaría de Salud exige para la comercialización del producto terminado son las mismas que para el manejo de pescados y mariscos. El producto debe estar libre de signos de descomposición, no debe tener manchas negras, la textura debe ser firme, no pegajosa y el color debe ser el característico del producto.<sup>6</sup>

Las normas internacionales recomendadas por la FAO/OMS<sup>7</sup> para la elaboración, manipulación, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de ancas de rana se presentan en el Anexo 2 de este trabajo.

### 3.2. Estudio técnico.

#### 3.2.1. Situación Geográfica.

El municipio de Catemaco se sitúa al sureste del Estado de Veracruz, a 18° 24' 58'' de latitud Norte, a 95° 06' 20'' de longitud Oeste y a una altitud de 340 m snm. Catemaco, la ciudad cabecera del municipio, se localiza en la margen occidental del lago de Catemaco, caldera volcánica de 11 km. de largo por 8 km. en su parte más ancha.'

El municipio de Catemaco, que forma parte de la Región de Los Tuxtlas (junto con San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla), tiene una extensión de 711 km<sup>2</sup>. Colinda al norte con el Golfo de México y con el municipio de San Andrés Tuxtla, al sur colinda con los municipios de Hueyapan de Ocampo y Soteapan, al este con los municipios de Mayacapan y Soteapan y al oeste con el municipio de San Andrés Tuxtla.

El terreno en el que se instalará la explotación ranícola se ubica en el km. 5.5 de la carretera Catemaco - Coyame, tiene una superficie de 1 Ha y forma parte de un rancho ganadero dedicado a la producción de bovinos de doble propósito (Figs. 1 y 2). Dicho terreno limita al norte con otro rancho ganadero, al este con la carretera Catemaco - Coyame, al oeste con la ribera del lago de Catemaco y al sur con otra propiedad en la que hay una manantial de aguas minerales (Arroyo Agrio) y una planta embotelladora.

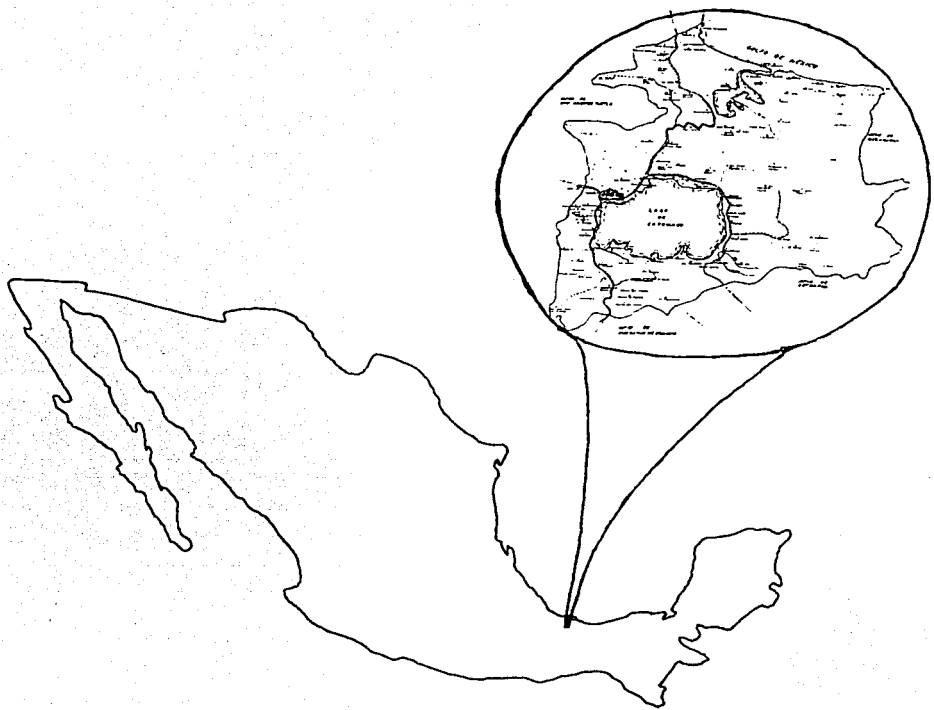


FIGURA 1

MACROLOCALIZACION DEL PROYECTO

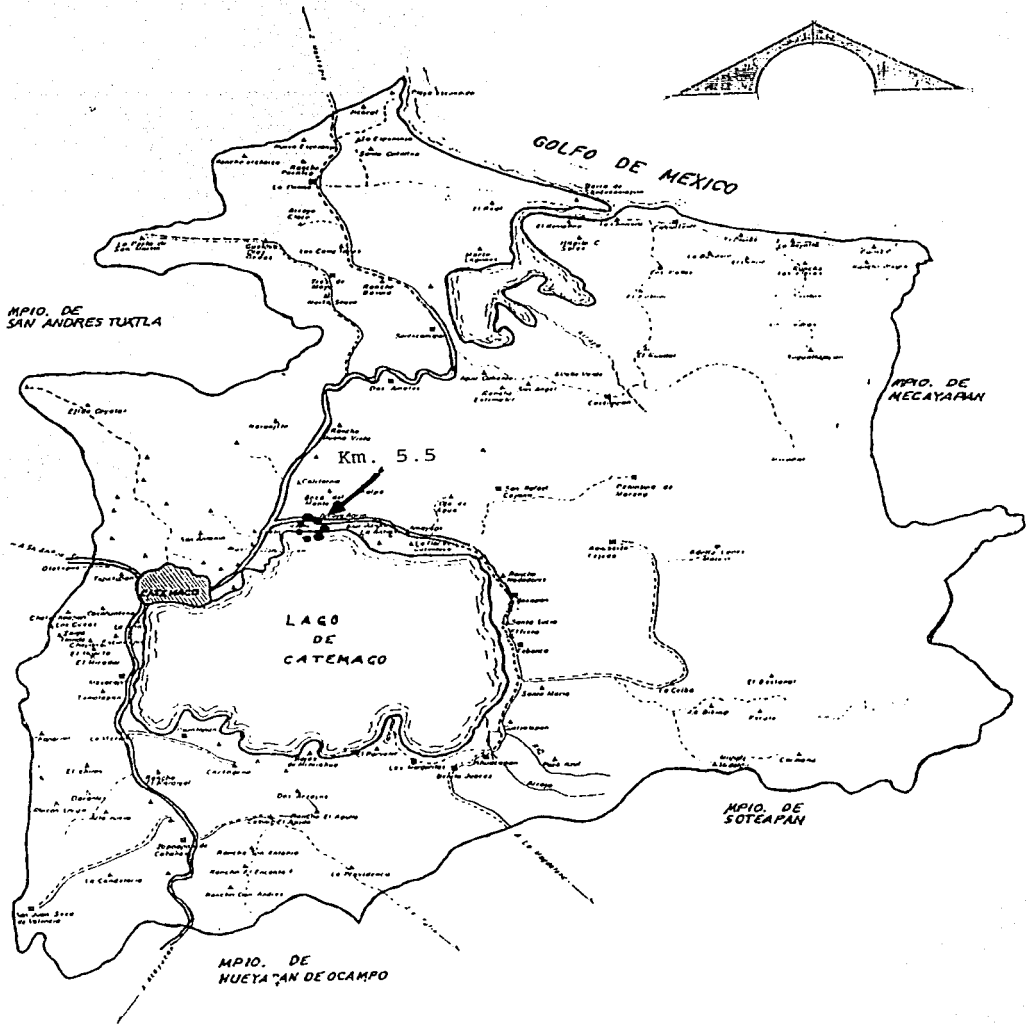


FIGURA 2

MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.2.2. Características climatológicas.

El clima de la región se clasifica como cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am). La temperatura media anual es de 24°C, siendo los meses más calurosos marzo, abril y mayo. La temperatura máxima es de 27.2°C y la mínima de 19.8°C, durante el mes de enero. La temporada de lluvias comprende los meses de junio a septiembre, con una precipitación pluvial media anual de 3500 mm. Los vientos predominantes son los "nortes", que al finalizar traen consigo lluvias abundantes, y los que soplan de sur a norte o "sures", que son muy secos.'

### 3.2.3. Topografía e hidrología.

El municipio de Catemaco está rodeado por la Sierra de Los Tuxtlas y la Sierra de Santa Marta; ambas forman parte de la Sierra Madre Oriental. En el municipio se encuentran varios lagos, ríos y manantiales, siendo el lago de Catemaco el de mayor extensión e importancia. Además, los manantiales de aguas minerales sostienen dos empresas embotelladoras (Coyame y Arroyo Agrio).

La infraestructura de apoyo a la actividad pesquera con que cuenta el municipio está constituida tan sólo por un embarcadero y 5 fábricas de hielo. Sin embargo, en el cercano municipio de Alvarado existen 30 plantas congeladoras y una enlatadora, además de que es un importante centro de acopio y distribución de productos pesqueros.'

El suelo del terreno en el que se instalará el ranario es predominantemente arcilloso y tiene una pendiente del 3 %.

Hay un pozo en desuso y dos nacimientos de agua. Se determinó que el agua es fisicoquímicamente apta para ser utilizada en la crianza de ranas, como lo demuestran los resultados que se exponen a continuación:

#### Análisis Fisicoquímico

pH	6.06
Dureza total	57.3 ppm $\text{CaCO}_3$
$\text{CaCO}_3$	50.0 ppm
$\text{MgCO}_3$	8.0 ppm
$\text{PO}_4$	No detectables
$\text{NO}_2$	No detectables
$\text{NO}_3$	No detectables
Cl	10.0 ppm
$\text{SO}_4$	5.0 ppm
$\text{SiO}_3$	No detectables

Antes de usar el agua en las unidades de producción, ésta pasará por una unidad de filtración mecánica por medio de arena con capacidad para retener partículas hasta de  $1\mu$ . Para un óptimo funcionamiento, cada unidad contará con un sistema de retrolavado.

El agua de desecho de las instalaciones del ranario será utilizada para el riego de árboles frutales y hortalizas.



### 3.2.4. Instalaciones.

La granja estará comprendida por las siguientes secciones:

- \* Reproducción.
- \* Incubación y desarrollo larvario.
- \* Metamorfosis.
- \* Engorda.
- \* Producción de alimento vivo (moscario).
- \* Sacrificio y procesamiento.
- \* Anexos: Oficina administrativa, almacén y habitación.

#### *Sección de Reproducción:*

Consistirá en dos módulos de tipo isla, cada uno de 75 m<sup>2</sup> (7.5 x 10 m) con una relación del 60% de zona seca (45 m<sup>2</sup>) y 40% de agua (30 m<sup>2</sup>), en el que se procurará recrear un ambiente lo más natural posible. La zona acuática consistirá en un estanque de 40 cm de profundidad, revestido de polietileno de alta densidad, en cuyo centro habrá una isla techada con una palapa de palma. En la isla se colocarán refugios, también de palma, y los alimentadores (platos o comederos de PVC, a la altura de la boca de las ranas). Además del estanque principal se construirán pequeñas piletas de desove de 1.75 x 0.75 m, con una profundidad de 15 cm, también revestidas de polietileno de alta densidad. Las orillas de todos los estanques tendrán una ligera pendiente. La zona seca consistirá en un área rústica con césped, suficiente vegetación terrestre y abundante floración (p.ej. plantas ornamentales) que provean sombra a los animales y se

colocarán refugios hechos de palma. Además, se colocarán aspersores para simular lluvia durante la temporada de estiaje.

Las paredes de los ranarios estarán revestidas de concreto, con una altura de 1.5 m. y estarán pintados de blanco. Sobre el concreto se colocará una reja de tela ciclónica de 1 m de altura, recubierta por malla anti-pájaros. Toda el área estará cubierta por malla sombra tenax 60 %. También se contará con la facilidad de cubrir las paredes con polietileno en caso de descensos bruscos de temperatura (p. ej. en "nortes") y poder mantener un mayor control del microclima (Fig. 3).

Cada ranario tendrá un aporte individual de agua. El sistema contará con un filtro mecánico de arena de 100 $\mu$  y una bomba sumergible de 1/8 HP que proporcionará un flujo de 2.03 l/min. para lograr un recambio total de agua cada 48 horas.

#### ***Sección de incubación y desarrollo larvario:***

Para su construcción se hará uso de una bodega de 10 x 9 m (90 m<sup>2</sup>) existente en el predio, en la que se hará la instalación eléctrica e hidráulica necesaria. Además, se le renovarán las ventanas y el techo con lámina de zinc y paneles traslúcidos cada 2 ó 3 m para proveer la luz necesaria para el crecimiento de microalgas (Fig. 4).

Para la incubación habrá 24 tinas de polietileno de baja densidad (LDPE) de 0.8 x 0.6 m, con una profundidad del agua de 40 cm. Cada tina contará con un sistema de aireación por difusores y un suministro individual de agua con un flujo que

proporcione un recambio total cada 12 horas, sin formación de corrientes.

Además habrá 6 piletas de las usadas comúnmente para alevinaje en piscicultura (con una capacidad de 0.5 m<sup>3</sup> cada una) para retardar el desarrollo de lotes de renacuajos. Cada una de estas piletas también contará con un sistema de aireación y un suministro individual de agua.

#### ***Sección de metamorfosis:***

Esta sección estará a la intemperie y consistirá en seis estanques, cada uno de 9.5 x 4 x 0.5 m y provistos de una rampa y un pequeño tanque para la recolección de las ranitas metamorfoseadas. El estanque principal tendrá un espejo de agua de 40 cm de profundidad, mientras que el tanque de recolección sólo tendrá 5 cm de agua y una pequeña área seca, además de que estará cubierta por una red para impedir que las ranitas escapen. Además, toda el área estará cubierta por una red para proveerles protección contra posibles depredadores (Fig. 5).

El suministro de agua será individual y tendrá un flujo que proporcione un recambio diario de agua para evitar la acumulación de las sustancias inhibidoras de crecimiento que secretan los renacuajos de crecimiento más rápido.

#### ***Sección de engorda:***

Consistirá en cuatro naves de 300 m<sup>2</sup>, cada una de las cuales tendrá 12 ranarios de 20 m<sup>2</sup> (5 x 4 m) cada uno. Cada ranario

tendrá un 30 % de agua y un 70 % de zona seca. La zona acuática estará comprendida por dos canaletas con un ligero declive en las orillas y con un espejo de agua de 15 cm de profundidad. La zona seca tendrá refugios de palma distribuidos de manera que abarquen el 25 % de su área. Los muros de separación entre los ranarios serán móviles (de polietileno montado en bastidores de 1 m de altura), lo que facilitará controlar la densidad de población y la retotificación constante de los animales por tallas. Los muros exteriores serán de concreto de 1 m de altura y tendrán, además, una malla de alambre de 1.5 m de altura, sobre la que se colocarán cortinas de polietileno para lograr un mayor control del microambiente de las unidades de engorda (Fig. 6).

El techo de las naves será de lámina de zinc, con un 30 % de su superficie ocupada por paneles de techo traslúcido. Cada ranario tendrá un sistema individual de abastecimiento y drenaje de agua, con un flujo que proporcione un recambio cada 48 horas.

#### ***Sección de producción de alimento vivo (moscario):***

Se adaptará una construcción de 40 m<sup>2</sup> existente en el predio para hacer el moscario, en cuyo interior se deberá mantener un ambiente con circulación de aire, luz natural o artificial, una humedad relativa del 50 - 70 % y una temperatura de 26 - 35 °C. La entrada estará compuesta por una doble puerta de tela mosquitero y las ventanas también estarán protegidas para evitar la entrada de moscas u otros insectos del exterior.

Las unidades de reproducción para las moscas consistirán en cajas o jaulas de malla de mosquitero, con capacidad de 1 m<sup>3</sup> cada una, provistas de una cortina para introducir alimento y una manga para el manejo interior. Las unidades de incubación serán tinas o charolas de plástico que se colocarán en estantes (Fig. 7).

#### ***Sección de sacrificio y procesamiento:***

Esta sección estará constituida por un estanque de espera de 25 m<sup>2</sup> provisto de un falso fondo de malla de alambre, en el que permanecerán las ranas durante 24 horas antes del sacrificio. La entrada de agua y el drenaje estarán ubicados en lados opuestos. Toda el agua que se use en esta sección provendrá de una cisterna, será potable y estará clorada a 10 ppm.

Para la construcción de la sala de sacrificio se adaptará una bodega de 40 m<sup>2</sup> que ya existe en el predio. Las paredes interiores se revestirán con azulejos de color blanco y se instalará una mesa de mampostería, también revestida de azulejos, con 2 tarjas de acero inoxidable. Además, se contará con un sistema de refrigeración y congelación.

La construcción de la sala de sacrificio se ajustará a las normas internacionales recomendadas por la FAO/OMS para la elaboración, manipulación, envasado y almacenamiento de ancas de rana (Anexo 2).

#### **Anexos:**

Dentro del predio también hay una casa habitación de 80 m<sup>2</sup> en la que se adaptarán los espacios para una oficina, una bodega y una habitación con cocina y baño para un velador.

#### **3.2.5. Programa de Manejo.**

##### **Sección de Reproducción:**

El éxito de la explotación dependerá en gran medida del manejo de la sección de reproductores, por lo que se deberá procurar que el ambiente en que se desarrolle el pié de cría sea tranquilo y que sólo el personal encargado tenga acceso a esta área. Es muy importante que las actividades a realizar en los ranarios se lleven a cabo a la misma hora todos los días y de preferencia por la misma persona, ya que las ranas son muy susceptibles a condiciones de estrés.

Cada módulo de 75 m<sup>2</sup> albergará a 50 machos y 100 hembras, estableciéndose así una densidad poblacional de 2 organismos / m<sup>2</sup>. La granja se poblará con animales adultos mayores a 250 g. de P.V. (> 9 meses de edad) en la época de otoño del año anterior al año en que se pretenda iniciar el ciclo de producción.

Diariamente se revisará a los animales, se recolectarán las frezas para trasladarlas a la sección de incubación y se llevará a cabo la limpieza de los ranarios, eliminando a los organismos muertos y el desperdicio de alimento. Una vez al

mes los estanques se vaciarán, limpiarán y desinfectarán con una solución de cloro (5 mg / litro).

La temporada de reproducción de las ranas es de abril a septiembre, cuando aumentan las horas luz, la temperatura ambiental es mayor a 27 °C y la humedad relativa mayor al 70%. En algunos lugares con estas condiciones climatológicas se ha reportado ovoposición durante todo el año. La recolección de las ovas o frezas se realizará con sumo cuidado, transfiriéndolas a una cubeta o tina amplia en la que se transportarán a la sección de incubación.

La alimentación de las ranas reproductoras consistirá en una mezcla del 3% de larvas de mosca y un 97% de pellets de alimento balanceado para peces (alimento para tilapia), a razón del 1% de su biomasa, dividiendo la ración en dos administraciones por día.

Parámetros productivos esperados:

- ✓ Eficiencia de desove: 50 %
- ✓ No. de huevos/freza: 2000 a 4000, con un promedio de 2500
- ✓ Mortalidad de reproductores: 0.5 % anual
- ✓ Vida productiva: 4 años

*Sección de Incubación y desarrollo larvario:*

Esta sección deberá contar con condiciones microambientales controladas, lo cual permitirá planear la producción de renacuajos de acuerdo con la demanda del producto y del número de estanques de engorda disponibles.

Las frezas se colocarán en bastidores flotantes que contengan de 3 a 4 cm de agua y que se colocarán en las piletas de incubación. La eclosión sucede en 3 a 4 días a un temperatura de 20 a 23 °C y la etapa larvaria se considera desde inmediatamente después de la eclosión y durante los primeros 10 días de vida. Este periodo se considera crítico y requiere de un manejo cuidadoso para que se obtenga el mayor número de renacuajos y que éstos se desarrollen adecuadamente.

Una vez que las larvas eclosionan se retirará el bastidor, sumergiéndolo y liberando a los organismos. Las larvas entonces se adhieren a las orillas de la tina y se alimentan de su saco vitelino durante los primeros 10 días. Las larvas son planctófagas durante las primeras etapas de su desarrollo, por lo que se procurará establecer el crecimiento de microalgas en las tinas antes de colocar las frezas. Para ello, a cada tina se le adicionan 5 g de fertilizante comercial 8-8-8 / 100 litros de agua y de 3 a 4 litros de agua con fitoplancton.

Después de tres a cinco días es evidente el crecimiento de algas en las paredes y el piso; entonces la tina se vacía, se enjuaga ligeramente y se rellena nuevamente con agua, quedando lista para la incubación de la freza. También se pueden utilizar fertilizantes orgánicos, como el estiércol de animales domésticos, para fertilizar los tanques. Es importante cuidar que no haya un crecimiento excesivo de microalgas, lo que podría ocasionar una sobresaturación de oxígeno y la muerte de las larvas.



Cuando las larvas empiecen a nadar se les empezará a suplementar con alimento de iniciación para tilapia, a razón del 12 al 20 % de la biomasa al día, dividiendo la ración en dos administraciones. En esta etapa es muy importante cuidar de que no se subalimente ni se sobrealimente a los organismos, pues ambas situaciones pueden provocar una elevada mortalidad. La cantidad de alimento se debe ajustar de manera que quede un poco del mismo después de 12 horas. Si hay evidencias de exceso de alimento, entonces la siguiente ración se reduce o no se proporciona.

Diariamente se revisarán las tinas y las piletas y se eliminarán los huevos no viables, así como los organismos muertos. Además, el flujo y la calidad del agua serán controlados y monitoreados continuamente, cuidando los siguientes parámetros: temperatura: 25 a 28 °C; oxígeno disuelto: 5 a 9 mg / litro; sólidos en suspensión: < 60 mg / litro; pH: 6 - 8; cloro: < 0.2 mg / litro; amonio: < 0.2 mg / litro.

A los 21 días a partir de que se incubaron las frezas los renacuajos medirán de 1.5 a 2.0 cm y podrán ser trasladados a la sección de crecimiento y metamorfosis. Los organismos de esta talla son lo suficientemente grandes para prevenir su depredación por insectos acuáticos.

Para tener una producción continua durante todo el año será necesario retardar el desarrollo de algunos renacuajos, los cuales se colocarán en piletas y se mantendrán a una temperatura de 16 a 18 °C, racionándoseles el alimento (0.5 % de su biomasa / día) y con una densidad de hasta 30 renacuajos / litro.

Las tinas y piletas deberán lavarse, desinfectarse con una solución de cloro y permanecer secas por lo menos 48 horas antes de ser utilizadas, para prevenir el desarrollo de microorganismos patógenos. Además, todo el equipo que se utilice deberá permanecer en agua con cloro (10 mg / litro) al finalizar el día.

Parámetros productivos esperados:

- ✓ Índice de eclosión: 80 %
- ✓ No. promedio de huevos / freza: 2 500
- ✓ Mortalidad de larvas: 10 %

#### *Sección de metamorfosis:*

La densidad en esta etapa será de 1 organismo / litro y el espejo de agua no tendrá una profundidad mayor a 40 cm. La temperatura del agua deberá estar entre 21 y 27 °C, con un flujo continuo que proporcione un recambio total cada 24 horas.

Antes de colocar a los renacuajos se establecerá el desarrollo de una comunidad planctónica en el estanque. Para ello, una vez lavado el estanque, se llena de agua y se le agrega agua con fitoplancton (agua verde) a razón de 4 litros /m<sup>3</sup>, o bien, se fertiliza el estanque con sustratos orgánicos, como estiércol de bovinos, aves o cerdos. Es importante que la fuente de alimento natural se establezca rápidamente (3 días) y se siembre inmediatamente a los renacuajos. De no ser así, el estanque se vacía, se enjuaga ligeramente y se rellena nuevamente con agua. Esto es para

eliminar a las larvas de insectos acuáticos que se hubieran desarrollado y que pueden depredar a los renacuajos.

Otro método consiste en llenar el estanque 15 días antes de la siembra de renacuajos y fertilizarlo mediante la aplicación de nitrato de amonio (32.5-0-0), a razón de 100 a 150 kg. / Ha y superfosfato triple (0-46-0), a razón de 50 a 100 kg. / Ha. Además, se aplica triclorfón hasta obtener una concentración de 0.5 a 1.5 ppm. El día que se siembren los renacuajos se aplica otra dosis de triclorfón y se vuelve a fertilizar con la mitad de la dosis utilizada inicialmente (\*).

En esta etapa también se suplementará a los renacuajos con concentrado de iniciación para tilapia, a razón del 2 % de su biomasa, dividido en 2 administraciones al día. La cantidad de alimento se ajustará de acuerdo con la demanda de los organismos. Bajo condiciones adecuadas los renacuajos completan la metamorfosis en un periodo de 5 a 7 semanas. Diariamente se revisarán los estanques, se retirará a los organismos muertos y se recolectará de las piletas a las ranitas metamorfoseadas para trasladarlas a los estanques de engorda.

Es importante monitorear continuamente la calidad del agua. Si ésta adquiere una apariencia verdosa y no es posible ver el fondo del estanque, entonces se reducirá la ración de alimento y se incrementará el flujo del agua. Además, no se utilizará un estanque por más de 50 días consecutivos para prevenir el desarrollo de microorganismos patógenos. Antes de

---

• Com. pers. T.P.A. Alejandro Lili Muñoz  
Director del Centro Acuícola La Paz, Villa Gro. Edo. de México.

usarse de nuevo, el estanque se vaciará, limpiará y desinfectará y se dejará secar al sol por lo menos durante 24 horas.

Cada 14 días se realizarán biometrías y se calculará la biomasa existente en cada estanque, de manera que se lleve un registro del crecimiento de los organismos y se calcule la cantidad de alimento a suministrar.

Parámetros productivos esperados:

- ✓ Mortalidad: 15 %
- ✓ Duración del periodo: 5 a 7 semanas.

#### *Sección de engorda:*

Una vez metamorfoseadas, las ranas requieren de 5 a 6 meses para alcanzar la talla comercial (180 g.) bajo condiciones ambientales adecuadas. Durante este periodo se considerarán las siguientes etapas y densidades poblacionales, de acuerdo al peso de los organismos:

- I. 10 a 30 g.: 100 ranas / m<sup>2</sup>
- II. 30 a 60 g.: 75 ranas / m<sup>2</sup>
- III. 60 a 120 g.: 50 ranas / m<sup>2</sup>
- IV. 120 a 180 g.: 50 ranas / m<sup>2</sup>

En los sistemas comerciales intensivos la relotificación por tallas debe ser una actividad continua, ya que se ha observado que el índice de canibalismo durante los primeros 60 días puede ir desde un 10 hasta un 30 %, después de los cuales este índice disminuye considerablemente. Sin embargo, es conveniente reconocer que una tasa mínima de canibalismo

contribuye a una autodepuración de la población al eliminarse los organismos defectuosos y/o de lento crecimiento.

La alimentación en esta etapa consistirá en una mezcla de alimento vivo (larvas de mosca) y alimento balanceado (pellets) para tilpia. Las ranitas recién metamorfoseadas recibirán en un principio 20 % de alimento vivo y paulatinamente se irá aumentando la cantidad de alimento, hasta llegar a 97 % de pellets y 3 % de larvas de mosca. La ración se calculará de acuerdo al peso de los animales, suministrando el 3 % de la biomasa para las ranitas pequeñas y en crecimiento y el 2 % de la biomasa en la etapa final. La ración diaria se dividirá en dos administraciones y se proporcionará en platos o comederos de PVC que estén a la altura de la boca de las ranas.

El agua de los ranarios deberá mantenerse a una temperatura de 20 a 25 °C y con un flujo que proporcione un recambio cada 48 horas. Diariamente se limpiarán los ranarios y se eliminarán los organismos muertos, así como el desperdicio de alimento. Además, los animales serán revisados visualmente para facilitar la detección oportuna de problemas, procurando molestarlos lo menos posible.

Otras actividades importantes a realizar en esta sección serán el monitoreo de la temperatura ambiente, la humedad relativa y la temperatura del agua, midiendo dichos parámetros 3 veces por semana. También se realizarán biometrías cada 14 días, de manera que se pueda llevar un control de la tasa de crecimiento de los animales y se determine la composición de la ración para cada unidad de engorda.

Al finalizar el ciclo de engorda se cosechará a los animales drenando los ranarios y retirando los refugios para recolectarlos a mano. Se colocarán en sacos y se trasladarán al estanque de espera para su posterior sacrificio y procesamiento.

Parámetros productivos esperados:

- ✓ Mortalidad: 30 %
- ✓ Duración del ciclo: 6 meses.

#### **Sección de producción de alimento vivo (moscario):**

Para iniciar el moscario se colectarán ovas silvestres de mosca doméstica (*Musca domestica*), mosca panteonera (*Phonecia sericata*) o de mosca estercolera (*Muscina* spp.) y se empezarán a usar las larvas para la alimentación del ranario a partir de la tercera generación (F3) de las moscas producidas bajo condiciones artificiales para garantizar una mejor calidad sanitaria. Se procurará cultivar las especies *Phonecia sericata* o *Muscina* spp., ya que sus larvas son de mayor tamaño que las de la mosca doméstica, resultando más atractivas para las ranas.

El ciclo de vida de las moscas varía de 14 días a una temperatura de 35 °C y hasta 28 a 35 días con 27 °C. La incubación dura de 8 horas a 2 días, el estado de larva de 4 a 8 días y el estado de pupa de 6 a 8 días. Una vez que la mosca adulta emerge, se empieza a alimentar a las 24 horas y las hembras ovopositan a los 3 a 5 días después de ser fertilizadas una única vez por el macho. Las hembras depositan huevos cada tercer día durante 15 días en promedio,

llegando a ovopositar hasta 1 400 huevos durante ese tiempo (Fig. 8).

Cada jaula se deberá lavar y desinfectar antes de ser activada. Para activarla se coloca una cantidad de pupas tal que, considerando una tasa de emergencia del 65 al 80 %, se obtenga una densidad poblacional de 10 000 a 15 000 moscas adultas por m<sup>3</sup> de moscario. Las pupas se colocan en un recipiente tapado, con sustrato de desove (desperdicio de alimento balanceado, humedecido al 50 %), el cual se revisará diariamente y se mantendrá siempre húmedo.

Una vez que hayan emergido las moscas, en cada jaula se colocarán diariamente dos recipientes con 250 ml de agua azucarada al 10% cada uno y un recipiente con 250 ml de leche diluida al 50%, que servirán de alimento para el estado adulto. A los 5 días se agregará un recipiente con sustrato de desove, el cual estará compuesto por el desperdicio de alimento balanceado de las secciones de reproducción y engorda, previamente humedecido (Fig. 7).

Diariamente se retirarán los recipientes con las ovas, sustituyéndolos por recipientes con sustrato de postura nuevo, y se pasarán a las charolas o tinas de incubación, en donde eclosionarán las larvas. Es muy importante mantener siempre húmedo el sustrato durante el periodo de incubación. Después de completar tres fases de crecimiento (48 horas en promedio) las larvas alcanzan la talla de 1 cm y son entonces recolectadas, separándolas del sustrato de desove mediante tamices. Antes de ser suministradas a las ranas, las larvas cosechadas se enjuagan en agua clorada (5 mg / litro) durante 5 minutos y se colocan en recipientes que contengan una fina

capa de salvado de trigo en polvo, el cual sirve para absorber el agua y evitar que las larvas escapen.

Aproximadamente un 25 % de las larvas que se cosechen diariamente deben conservarse para reemplazos, seleccionando las más grandes. Las unidades de producción se desactivarán a los 25 días en promedio, para lo cual simplemente se suspende la alimentación de las moscas, para que éstas mueran. Antes de utilizarse de nuevo, las jaulas serán lavadas y desinfectadas.

#### ***Sala de sacrificio y empaque:***

La captura de las ranas se llevará a cabo en el estanque de engorda durante la noche y valiéndose de una lámpara, ya que al alumbrarlas se inmovilizan y se atrapan fácilmente. Se trasladarán al estanque de espera, en donde permanecerán durante 24 horas sin alimento para eliminar el contenido intestinal y facilitar las siguientes maniobras.

Durante este tiempo se someterán a un flujo constante de agua clorada a 10 ppm. para eliminar cualquier rastro de heces y suciedad. Después de este tiempo se secará el estanque de espera para atrapar a las ranas aglomeradas en el fondo y meterlas en sacos de tela, que se colgarán para lavar a las ranas con agua limpia. Se colocarán en tinas de plástico con agua helada y hielo y se adicionará cloro en una proporción de 20 ppm y 10% de sal de cocina. Dicha solución funciona como anestésico y la rana anestesiada se mantiene rígida y estática.



Las maniobras siguientes se harán bajo el chorro de agua clorada. Primero se desnuda a la rana de un sólo golpe, o bien se realiza un corte rápido separando la cabeza del resto del cuerpo, se cortan las manos y los pies y se corta la piel longitudinalmente por la parte ventral. La piel se jala de la cabeza hacia la cola, resultando fácil de quitar. Acto seguido, se hace un corte longitudinal en el abdomen y se retiran las vísceras en sentido caudocraneal, evitando así la contaminación de la carne comestible. Las ancas se cortan a la altura de las articulaciones en la región pélvica y se lavan repetidas veces con agua fría clorada, eliminando cualquier rastro de sangre y mucosidad y dando consistencia a la carne. Entonces se introducen en un recipiente con agua helada clorada con 5% de sal de cocina, se pesan y se empaacan.

El producto se destinará al mercado local y regional y su presentación será en corte "parisién", congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  y empacado en bolsas de 1, 5 y 10 kg. Continuamente se realizarán monitoreos bacteriológicos para determinar la calidad sanitaria del producto final.

En cuanto a las pieles, éstas se seleccionarán por tamaños y se conservarán en una solución de salmuera o se congelarán para comercializarlas posteriormente.

El resto de las canales también se congelará para comercializarlas a una empresa productora de harinas y alimentos para animales.

A manera de resumen, en la Fig. 9 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de rana.

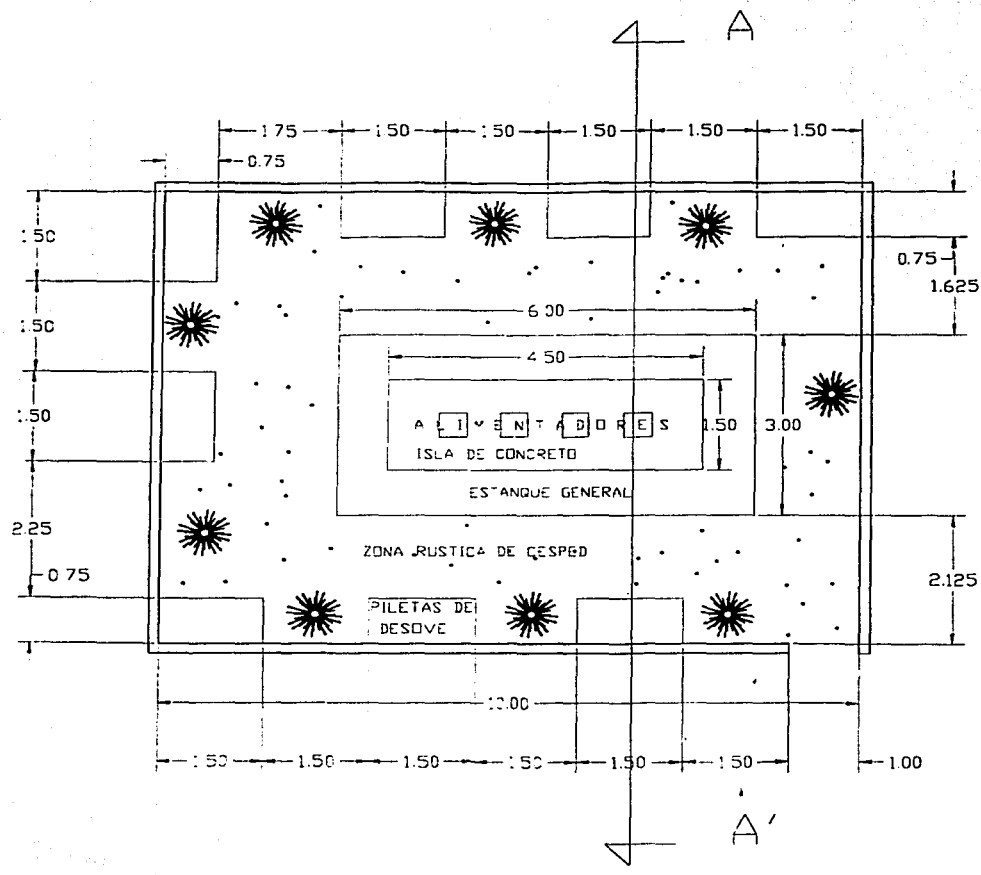
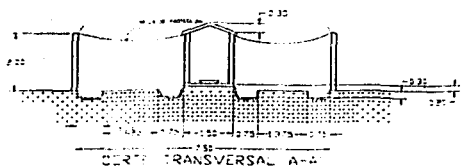
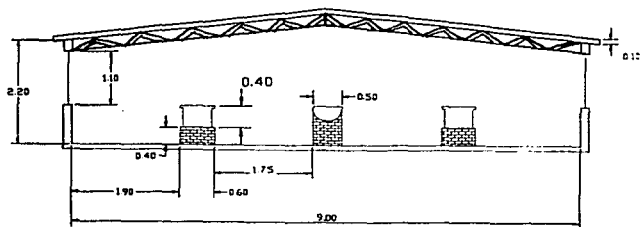
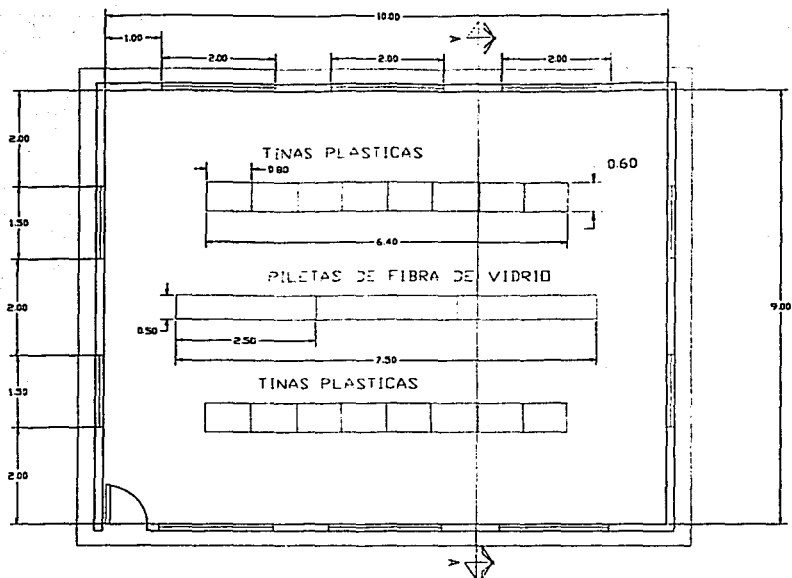


FIGURA 3

PLANO DE UN MODULO DE REPRODUCCION



CORTE TRANSVERSAL A-A

FIGURA 4

PLANO DE LA SECCION DE INCUBACION Y DESARROLLO

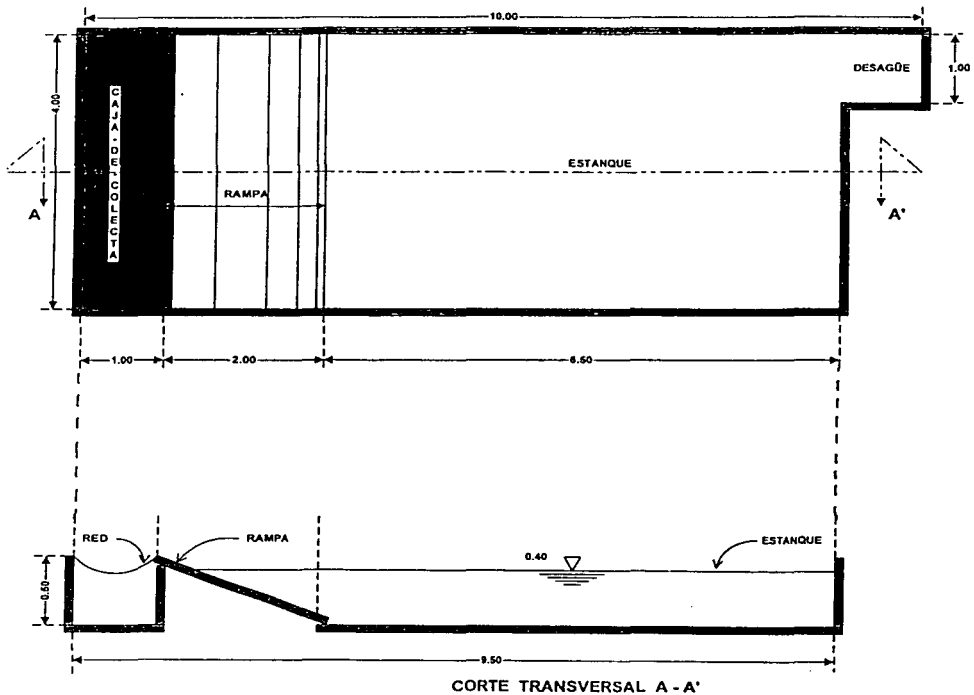


FIGURA 5

PLANO DE ESTANQUE DE METAMORFOSIS

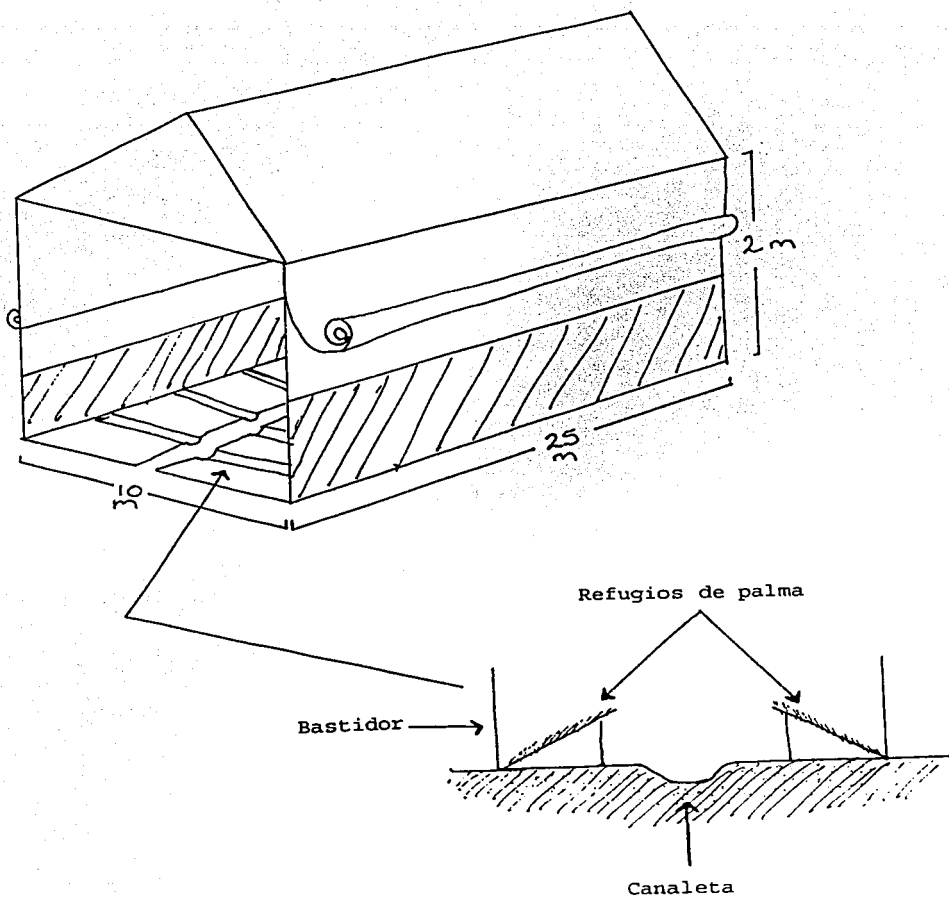
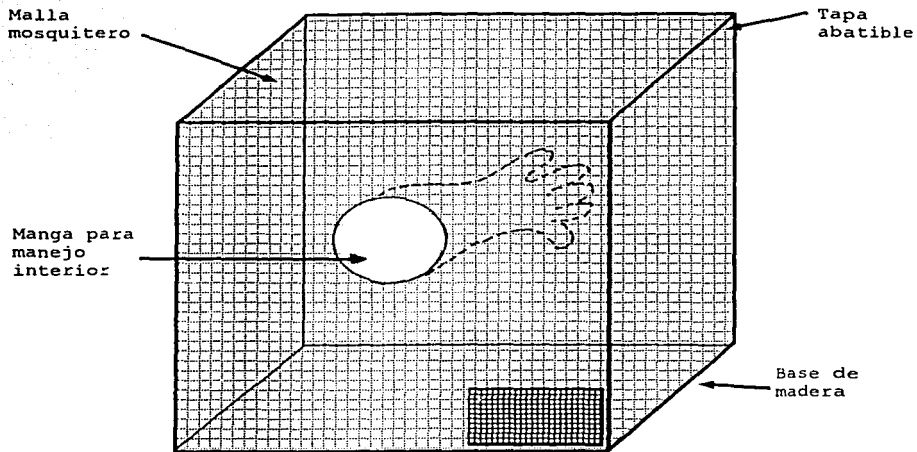


FIGURA 6

PLANO DE SECCION DE ENGORDA



Volumen: 0.5 m<sup>3</sup>

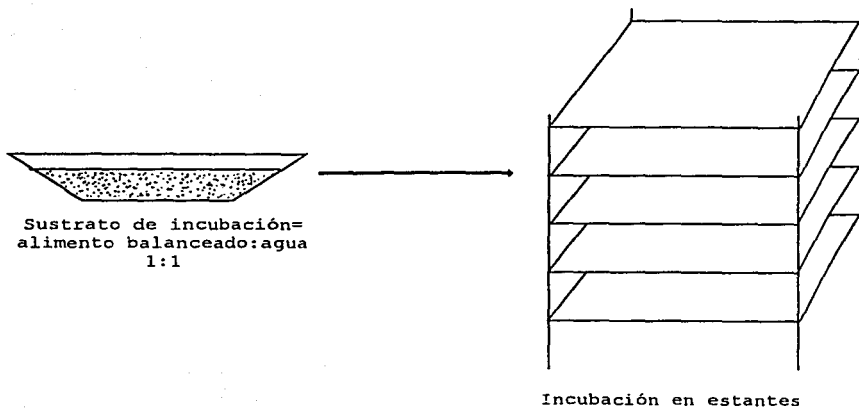


FIGURA 7  
M O S C A R I O

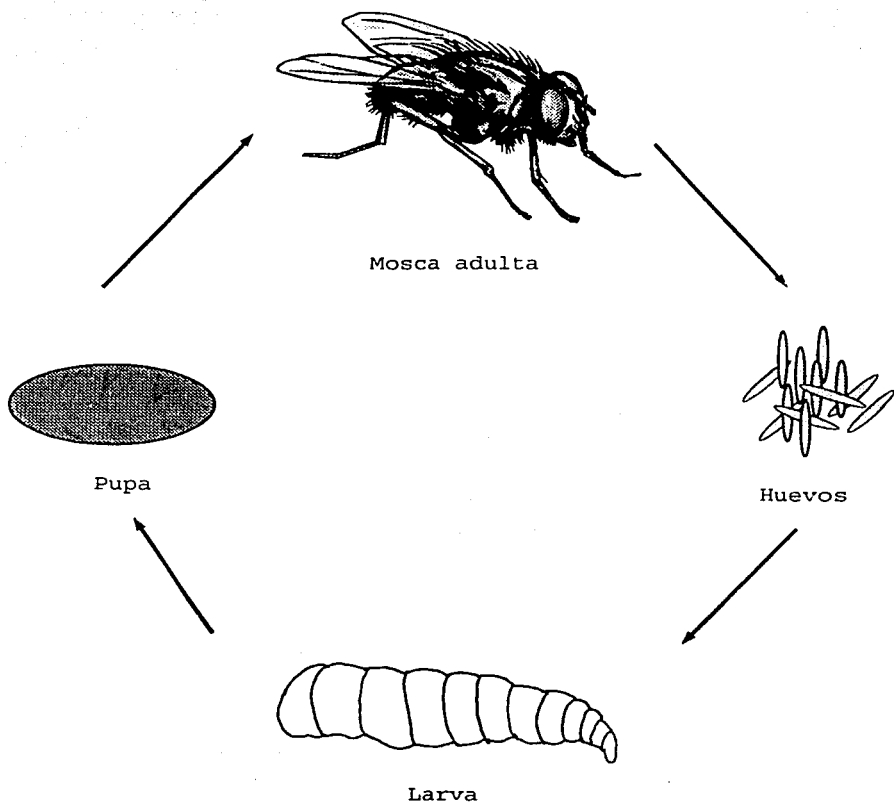


FIGURA 8

CICLO DE VIDA DE LAS MOSCAS

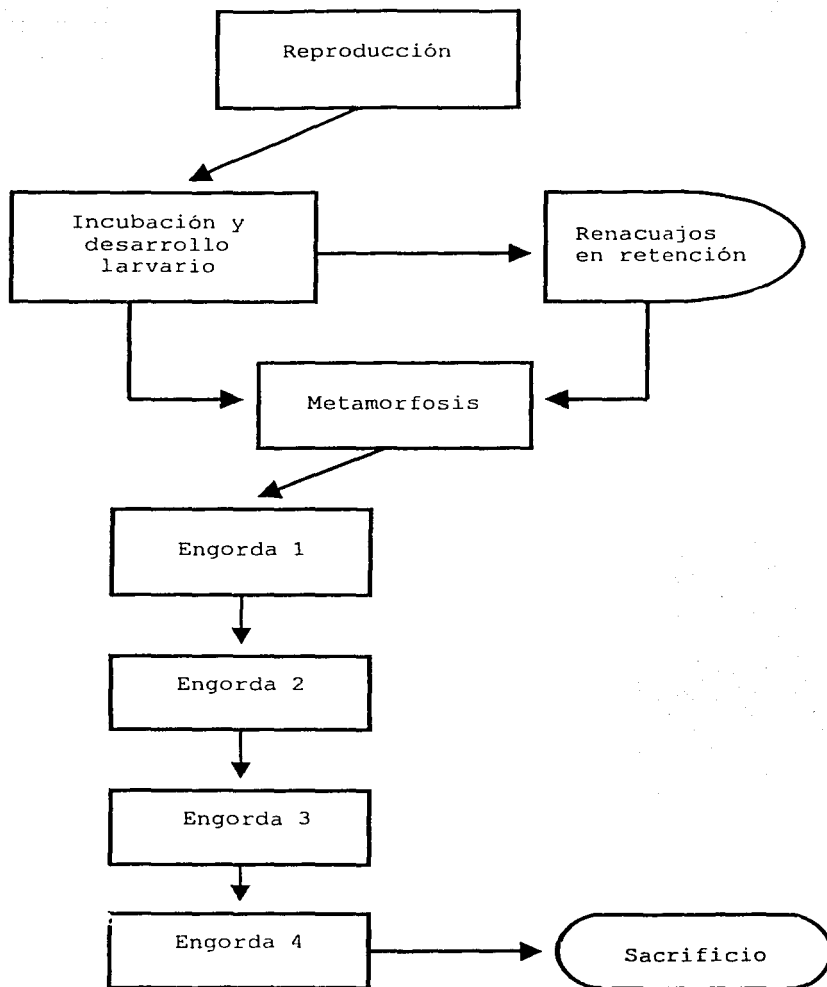


FIGURA 9  
 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN RANICOLA



### 3.2.6. Mano de Obra (Factor Humano).

El municipio de Catemaco cuenta con una población de 40 585 habitantes y la población económicamente activa la constituye el 30% de la población total. La población dedicada a la actividad pesquera es la siguiente:<sup>3</sup>

Tipo de organización	Población (*)
Cooperativas	1 252
Uniones de Pescadores	2 927
Particulares	329

(\*) comprende pescadores, técnicos pesqueros prácticos, calificados e industriales, obreros, empleados administrativos, personal académico e investigadores.

El personal que requerirá la granja ranícola será un administrador (uno de los socios), una persona encargada de las secciones de reproducción, incubación, desarrollo larvario y metamorfosis y dos personas encargadas de la sección de engorda y el moscario. Será necesario capacitar previamente al personal en las actividades a realizar en el ranario, en virtud de que la ranicultura no es una actividad que se practique en la zona.

Como requisitos para su contratación, los candidatos deberán ser mayores de 18 años y deberán saber leer y escribir.

### 3.2.7. Comercialización de la producción.

Los productos y subproductos que se obtengan se destinarán al mercado local y regional.

La producción de 530.15 kg mensuales de ancas se distribuirá en forma directa del productor a los centros de consumo local (hoteles, restaurantes y mercados de Catemaco, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla) y a un distribuidor de la cercana ciudad de Alvarado, con un precio de venta de \$75.00 / kg.

La producción de pieles (5,355 piezas mensuales) se venderá a razón de \$6.00 / pieza. Dichas pieles se comercializarán dentro del mismo estado en lugares de tradición talabartera, como Naolinco, Ver., o bien, se enviarán a talleres talabarteros de Villahermosa, Tab., o a la Cd. de León, Gto., lugares en donde ya se ha contactado a posibles compradores.

Además, el resto de la canal (883.58 Kg mensuales) se venderá a razón de \$1.60 / Kg a una empresa de la ciudad de Minatitlán, para que sea procesada en forma de harina para la elaboración de alimentos balanceados para peces u otros animales.

### 3.2.8. Marco legal de la empresa.

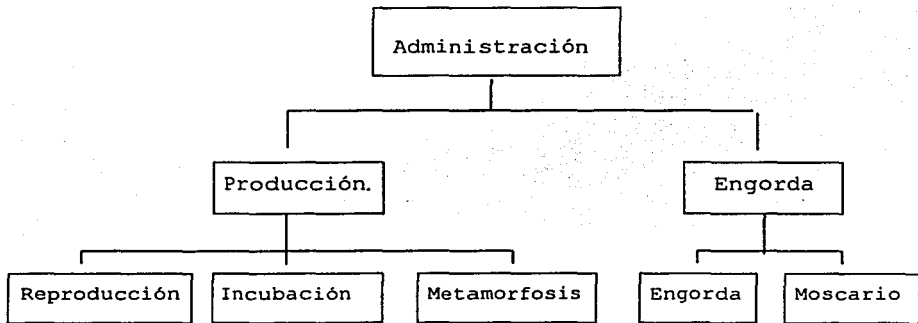
La empresa estará integrada por tres socios y la figura jurídica será la de una Sociedad de Producción Rural.

En cuanto a su situación fiscal, la empresa estará exenta del pago del impuesto sobre la renta, en virtud de que el

artículo 10 B de la ley de impuesto sobre la renta establece que las personas morales que se dediquen exclusivamente a las actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas o pesqueras no pagarán impuesto sobre la renta por los ingresos provenientes de esas actividades, siempre y cuando no excedan en el ejercicio de 20 veces el salario mínimo general correspondiente al área geográfica del contribuyente elevado al año, por cada uno de sus socios o asociados.

### 3.2.9. Aspectos administrativos de la empresa.

El organigrama de la empresa será el siguiente:



Las acciones proyectadas para el inicio de la empresa se exponen en el cuadro 3, mientras que las actividades o funciones a realizar en cada área del ranario se ilustran en el cuadro 4. Las actividades a realizar en el moscario se exponen en el cuadro 5.

CUADRO 3.

Acciones proyectadas para el inicio de la empresa.

Año 1

ACTIVIDAD	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Construcción reproducción	X											
Construcción moscario	X											
Construcción oficina, almacén y habitación	X											
Adquisición equipo con motor	X											
Adquisición equipo sin motor	X											
Adquisición reproductores		X										
Contratación de personal		X								X		
Construcción Incubación						X	X	X				
Construcción Metamorfosis							X	X	X			
Construcción Engorda								X	X	X		

CUADRO 3. Continuación...

Acciones proyectadas para el inicio de la empresa.

Año 2

ACTIVIDAD	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Construcción área sacrificio			X									

CUADRO 4.

Actividades a realizar en cada área del ranario.

En todas las secciones:

Actividad	Diaria	Semanal	Catorcena	Mensual
Alimentar a los organismos.	X			
Revisar visualmente a los organismos.	X			
Retirar organismos muertos.	X			
Monitorear la temperatura ambiente y del agua.	X			
Monitorear el flujo del agua en cada sección.	X			
Lavar y desinfectar el equipo utilizado al finalizar el día.	X			
Monitorear parámetros fisicoquímicos del agua.		X		

CUADRO 4. Continuación...

Actividades a realizar en cada área del ranario.

a) Sección de reproducción:

Actividad	Diaria	Semanal	Catorcenal	Mensual
Eliminar desperdicio de alimento.	X			
Recolectar frezas puestas y transferirlas a las tinas de incubación.	X			
Vaciar, limpiar y desinfectar estanques.				X

b) Sección de incubación y desarrollo larvario:

Actividad	Diaria	Semanal	Catorcenal	Mensual
Preparación de tinas de incubación (establecimiento de población de microalgas).	X			
Lavar y desinfectar tinas y piletas de incubación.		X		
Trasladar renacuajos a estanques de metamorfosis.		X		

CUADRO 4. Continuación...

Actividades a realizar en cada área del ranario.

c) Sección de metamorfosis:

Actividad	Diaria	Semanal	Catorcenal	Mensual
Preparación y fertilización de estanques de metamorfosis.		X		
Realizar biometrías.			X	
Recolectar ranitas metamorfoseadas y trasladarlas a la sección de engorda.	X			

d) Sección de engorda:

Actividad	Diaria	Semanal	Catorcenal	Mensual
Eliminar desperdicio de alimento.	X			
Limpiar y lavar los ranarios.	X			
Relotificar a los organismos por tallas.		X		
Realizar biometrías.			X	
Cosecha y sacrificio de organismos de talla comercial.				X



CUADRO 5.

Actividades a realizar en el moscario.

Actividad	Diaria	Semanal	Catorcenal	Mensual
Suministrar alimento.	X			
Recolectar recipientes con ovas y colocar nuevos recipientes con sustrato de desove en las jaulas.	X			
Humedecer sustrato de ovas en incubación.	X			
Cosechar larvas.	X			
Seleccionar larvas de reemplazo.	X			
Lavar y desinfectar jaulas.		X		
Activación y desactivación de jaulas.		X		

También se llevará un sistema de registros de producción para cada una de las secciones del ranario, sobre una base semanal. En ellos se incluirá la siguiente información básica (\*):

- ✓ Existencia inicial de organismos.
- ✓ Existencia final de organismos.
- ✓ Mortalidad en el periodo.
- ✓ Talla y biomasa inicial y final en el periodo.
- ✓ Alimentación de los organismos (% de biomasa suministrado, composición de la ración, desperdicio de alimento).
- ✓ Movimientos en el periodo (traslado de organismos de una sección a otra, etc.).
- ✓ Administración de tratamientos.
- ✓ Al finalizar el ciclo de engorda: número de animales sacrificados, talla y peso promedio de los mismos, rendimiento en ancas, rendimiento en pieles.
- ✓ En el moscario: activación y desactivación de jaulas, número de ovas producidas por jaula, cantidad de larvas producidas por jaula, etc.
- ✓ Promedios de temperatura ambiente, temperatura del agua y humedad relativa en cada sección.
- ✓ Monitoreo periódico de la calidad del agua.

Además, se llevarán registros contables en los que se asentarán los egresos y los ingresos y al finalizar cada ciclo de engorda se calculará el costo de producción / kg. de ancas, el punto de equilibrio y las utilidades producidas.

---

• Com. pers. T.P.A. Alejandro Lili Muñoz  
Director del Centro Acuicola La Paz, Villa Gro. Edo. de México.

En cuanto a la población de la granja, en el cuadro 6 se presenta el inventario animal estimado para los primeros tres años. Se puede observar que la población se mantiene constante a partir del quinto mes del segundo año de operaciones y que, gracias a que se controla el número de renacuajos que entran a metamorfosis, se obtiene una producción constante de 8,925 ranas por mes durante todo el año, con un peso promedio de mercado de 180 gramos/organismo, lo que equivale a producir 530.15 Kg de ancas mensuales (6,361.74 Kg anuales).

Cuadro 6. Población animal estimada para los primeros tres años

## PARÁMETROS:

Eficiencia de des	50%
Fecundidad promed	2,500 huevos /freza
% eclosión	80%
Mortalidad incuba	10%
Mortalidad metamo	15%
Mortalidad engord	30%

	%												
	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.							
	10%	20%	20%	20%	20%	10%							
	M E S E S												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Año 1	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	
ÁREAS													
Reproducción: Mac	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Hem	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
Frezas puestas									10	20	20	20	
Incubación y Desarrollo									20,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Larvas en retención											3,000	24,000	45,000
Metamorfosis											15,000	15,000	15,000
Engorda I													12,750
Engorda II													8,925
Engorda III													
Engorda IV													
Al mercado													

	M E S E S											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Año 2	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
ÁREAS												
Reproducción: Mac	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hem	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Frezas puestas	20	10	0	0	0	0	0	0	10	20	20	20
Incubación y Desa	40,000	20,000	0	0	0	0	0	0	20,000	40,000	40,000	40,000
Larvas en retención	66,000	87,000	90,000	75,000	60,000	45,000	30,000	15,000	0	3,000	24,000	45,000
Metamorfosis	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Engorda I	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750
Engorda II	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925
Engorda III	8,925	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850
Engorda IV			8,925	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850
Al mercado					8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925

Cuadro 6 (continuación). Población animal estimada para los primeros tres años

Año 3	M E S E S											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ÁREAS	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Díc.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Reproducción: Mac	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hem	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Frezas puestas	20	10	0	0	0	0	0	0	10	20	20	20
Incubación y Desa	40,000	20,000	0	0	0	0	0	0	20,000	40,000	40,000	40,000
Larvas en retenci	66,000	87,000	90,000	75,000	60,000	45,000	30,000	15,000	0	3,000	24,000	45,000
Metamorfosis	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Engorda I	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750	12,750
Engorda II	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925
Engorda III	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850
Engorda IV	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850	17,850
Al mercado	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925	8,925

### 3.3. Estudio Económico-Financiero.

Con base en la metodología de elaboración de proyectos agropecuarios que se consultó para desarrollar este trabajo, se omite la introducción del elemento inflacionario al formular las proyecciones financieras. Este hecho se justifica si se considera que efectivamente habrá una variación tanto de los costos de producción como de los precios de venta en el tiempo y que, sin embargo, dicha variación guardará una relación similar a la actual, produciéndose una compensación entre ambos conceptos. De ahí que la utilidad neta (que es el valor a considerar) será también muy similar. <sup>11,12,19</sup>

Dado que el rubro de alimentación es uno de los más importantes, así como el que mayores costos genera, el cuadro 7 muestra la cantidad de alimento necesario estimado para los primeros tres años (en Kg por mes, por área y por año) y el cuadro 8 la producción de larvas necesaria para el mismo periodo. En el cuadro 9 se muestran los costos de producción por concepto de alimento balanceado, también por mes, por área y por año. En cuanto a la producción de larvas de mosca, el cuadro 10 muestra los insumos necesarios para la producción del moscario y el cuadro 11 los costos de producción del mismo.

Como se puede apreciar en el cuadro 12, la empresa no empieza a producir sino hasta el quinto mes del segundo año, a partir del cual se mantiene una producción constante de 530.15 Kg de ancas, 5,355 piezas de pieles por mes y 883.58 Kg del resto de la canal. En el mismo cuadro se resumen los ingresos

brutos estimados por concepto de la venta de dichos productos.

En el cuadro 13 se expresa el monto de la inversión fija necesaria para el proyecto, la cual asciende a \$ 711,000.00, de los cuales ya se cuenta con \$ 160,000.00 en instalaciones existentes, por lo que se requiere una inversión adicional de \$ 551,000.00 para iniciar el proyecto. En el mismo cuadro se ha calculado el monto por concepto de depreciación anual de activos y el valor de rescate de los mismos a 8 años, que es el horizonte o periodo a considerar en el análisis financiero.

Para este proyecto los inversionistas han considerado dos opciones:

- a) Aportar el capital de trabajo necesario para los primeros 16 meses de vida del proyecto, hasta que se realiza la primera venta, esto es \$ 255,233.36 (los conceptos que integran este monto se han expuesto en el cuadro 15). De esta manera sólo se solicitaría un crédito refaccionario a 5 años por los \$551,000.00 que se requieren para la inversión fija.
- b) Aportar todo el capital necesario, de manera que no se tenga que recurrir al endeudamiento y se incremente la rentabilidad del proyecto.

Considerando la primera opción, en el cuadro 14 se ilustra el flujo de pagos al principal y los intereses sobre saldos insolutos que habría que pagar, a una tasa del 19%, considerando que actualmente (octubre, 2001) la tasa CETES tiene un valor de 8% y que la menor tasa que actualmente se

aplica a pequeños propietarios es de CETES más once puntos porcentuales (BANRURAL).

Bajo este mismo esquema, en el cuadro 15 se exponen los costos de producción estimados a un horizonte de 8 años y en el cuadro 16 se presenta el estado de resultados. Como se puede apreciar en el mismo, se trata de un proyecto rentable que genera utilidades a partir del segundo año de operaciones.

En el cuadro 17 se presenta el flujo de efectivo y de inversiones para los 8 años. De esta manera el proyecto genera una TIR del 20.56% y un VPN de \$ 664,863.75 (a una tasa de descuento del 8%)\*, con lo que se confirma la rentabilidad del mismo.

Por otro lado, al evaluar la segunda opción (sin financiamiento) se presentan los costos de producción en el cuadro 18, el estado de resultados en el cuadro 19 y la evaluación financiera en el cuadro 20, arrojando un valor para TIR del 37.34% y un VPN de \$ 1,307,586.17 (a una tasa de descuento del 8%)\*.

---

\* La tasa de descuento considerada equivale al costo de oportunidad financiero del capital, con base en la tasa CETES de octubre del 2001.



Cuadro 7. Consumo de alimento estimado para los primeros tres años (Kg. / mes)

**PARÁMETROS**

**Adultos reproductores:**

Peso promedio	600 g
Consumo de alimento	1% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	3% larvas      97% alimento balanceado (desarrollo para tilapia)

**Incubación y desarrollo larvario:**

Peso estimado (máx.)	0.5 g
Consumo de alimento	20% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	100% alimento balanceado (iniciación para tilapia)

**Larvas en retención:**

Peso estimado (máx.)	0.5 g
Consumo de alimento	0.5% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	100% alimento balanceado (iniciación para tilapia)

**Metamorfosis:**

Peso promedio	5.25 g
Consumo de alimento	2% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	100% alimento balanceado (iniciación para tilapia)

**Engorda I:**

Peso promedio	20 g
Consumo de alimento	3% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	20% larvas      80% alimento balanceado (desarrollo para tilapia)

**Engorda II:**

Peso promedio	45 g
Consumo de alimento	3% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	3% larvas      97% alimento balanceado (desarrollo para tilapia)

**Engorda III:**

Peso promedio	90 g
Consumo de alimento	3% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	3% larvas      97% alimento balanceado (desarrollo para tilapia)

**Engorda IV:**

Peso promedio	150 g
Consumo de alimento	2% de su biomasa / día, en dos raciones.
Composición de la ración	3% larvas      97% alimento balanceado (desarrollo para tilapia)

Cuadro 7 (continuación). Consumo de alimento estimado para los primeros tres años (Kg. / mes)

Año 1	M E S E S												Total Kg. /área /año
	1 Ago.	2 Sept.	3 Oct.	4 Nov.	5 Dic.	6 Ene.	7 Feb.	8 Mar.	9 Abr.	10 May.	11 Jun.	12 Jul.	
ÁREAS													
Reproducción:													
Larvas	0	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	18.06
Alimento balanceado	0	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	593.86
Incubación y Desarrollo:													
Alimento balanceado								60.80	121.60	121.60	121.60	121.60	425.60
Larvas en retención:													
Alimento balanceado									0.23	1.82	3.42	3.42	5.47
Metamorfosis:													
Alimento balanceado									47.88	47.88	47.88	47.88	143.64
Engorda I:													
Larvas											46.51	46.51	93.02
Alimento balanceado											186.05	186.05	372.10
Engorda II:													
Larvas												10.99	10.99
Alimento balanceado												355.29	355.29
Engorda III:													
Larvas													0.00
Alimento balanceado													0.00
Engorda IV:													
Larvas													0.00
Alimento balanceado													0.00

Cuadro 7 (continuación). Consumo de alimento estimado para los primeros tres años (Kg. / mes)

Año 2	M E S E S												12	Total Kg. /área /año
	1 Ago.	2 Sep.	3 Oct.	4 Nov.	5 Dic.	6 Ene.	7 Feb.	8 Mar.	9 Abr.	10 May.	11 Jun.	12 Jul.		
<b>ÁREAS</b>														
<b>Reproducción:</b>														
Larvas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	19.70
Alimento balanceado	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	636.94
<b>Incubación y Desarrollo:</b>														
Alimento balanceado	121.60	60.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.80	121.60	121.60	121.60	121.60	608.00
<b>Larvas en retención:</b>														
Alimento balanceado	5.02	6.61	6.84	5.70	4.56	3.42	2.28	1.14	0.00	0.23	1.82	3.42	3.42	41.04
<b>Metamorfosis:</b>														
Alimento balanceado	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	574.56
<b>Engorda I:</b>														
Larvas	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	558.14
Alimento balanceado	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	2,232.58
<b>Engorda II:</b>														
Larvas	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	131.86
Alimento balanceado	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	4,263.52
<b>Engorda III:</b>														
Larvas	21.98	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	505.47
Alimento balanceado	710.59	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	16,343.50
<b>Engorda IV:</b>														
Larvas			24.42	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	463.96
Alimento balanceado			789.54	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	15,001.28

Cuadro 7 (continuación). Consumo de alimento estimado para los primeros tres años (Kg. / mes)

Año 3	1	2	3	4	M	E	S	E	S	8	9	10	11	12	Total Kg. /Área /año
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	5	6	7	Mar.	Abr.		May.	Jun.	Jul.		
<b>ÁREAS</b>															
<b>Reproducción:</b>															
Larvas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	19.70
Alimento balanceado	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	53.08	636.94
<b>Incubación y Desarrollo:</b>															
Alimento balanceado	121.60	60.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.80	121.60	121.60	121.60	608.00	
<b>Larvas en retención:</b>															
Alimento balanceado	5.02	6.61	6.84	5.70	4.56	3.42	2.28	1.14	0.00	0.23	1.82	3.42	41.04		
<b>Metamorfosis:</b>															
Alimento balanceado	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	47.88	574.56	
<b>Engorda I:</b>															
Larvas	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	46.51	558.14	
Alimento balanceado	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	186.05	2,232.58	
<b>Engorda II:</b>															
Larvas	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	10.99	131.86	
Alimento balanceado	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	355.29	4,263.52	
<b>Engorda III:</b>															
Larvas	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	43.95	527.45	
Alimento balanceado	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	1,421.17	17,054.09	
<b>Engorda IV:</b>															
Larvas	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	48.84	586.05	
Alimento balanceado	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	1,579.08	18,948.99	
<b>TOTAL año 1:</b>															
Kg. larvas															122.07
Kg. alim. balanceado															1,885.96
<b>TOTAL año 2:</b>															
Kg. larvas															1,679.13
Kg. alim. balanceado															39,701.42
<b>TOTAL año 3:</b>															
Kg. larvas															1,823.20
Kg. alim. balanceado															44,359.72

Cuadro 8. Producción de larvas necesaria para los primeros tres años

PARÁMETROS:

Producción promedio: 2 Kg. de larvas /jaula/mes

	1	2	3	4	M	E	S	E	S	8	9	10	11	12
Año 1	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.		
Kg. de larvas	0	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	48.15	59.14
No. de jaulas activas	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	30

	1	2	3	4	M	E	S	E	S	8	9	10	11	12
Año 2	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.		
Kg. de larvas	81.12	103.10	127.51	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9
No. de jaulas activas	41	52	64	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76

	1	2	3	4	M	E	S	E	S	8	9	10	11	12
Año 3	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.		
Kg. de larvas	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9
No. de jaulas activas	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76

Cuadro 9. Costo de producción por concepto de alimento balanceado (\$):

Costo del alimento balanceado (Apatilapia)

Iniciación: \$5.45 /Kg

Desarrollo: \$4.77 /Kg

AÑO 1	M E S E S												total / área / año
	1 Ago.	2 Sept.	3 Oct.	4 Nov.	5 Dic.	6 Ene.	7 Feb.	8 Mar.	9 Abr.	10 May.	11 Jun.	12 Jul.	
ÁREAS													
Reproducción:		253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	\$2,785.02
Incub. y Desa.:									331.36	662.72	662.72	662.72	\$2,319.52
Larvas en ret.:										1.24	9.94	18.64	\$29.82
Metamorfosis:										260.95	260.95	260.95	\$782.84
Engorda I:											887.45	887.45	\$1,774.90
Engorda II:												1,694.75	\$1,694.75
Engorda III:													\$0.00
Engorda IV:													\$0.00
total por mes	\$253.18	\$253.18	\$253.18	\$253.18	\$253.18	\$253.18	\$253.18	\$253.18	\$584.54	\$1,178.09	\$2,074.24	\$3,777.69	

AÑO 2	M E S E S												total / área / año
	1 Ago.	2 Sep.	3 Oct.	4 Nov.	5 Dic.	6 Ene.	7 Feb.	8 Mar.	9 Abr.	10 May.	11 Jun.	12 Jul.	
ÁREAS													
Reproducción:	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	\$3,038.21
Incub. y Desa.	662.72	331.36	0	0	0	0	0	0	331.36	662.72	662.72	662.72	\$3,313.60
Larvas en ret.	27.34	36.04	37.28	31.07	24.85	18.64	12.43	6.21	0	1.24	9.94	18.64	\$223.67
Metamorfosis:	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	\$3,131.35
Engorda I:	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	\$10,649.39
Engorda II:	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	\$20,137.00
Engorda III:	3,389.50	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	\$77,958.51
Engorda IV:			3,766.11	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	\$71,556.12
total por mes	\$7,175.89	\$10,242.73	\$13,678.72	\$17,438.62	\$17,432.40	\$17,426.19	\$17,419.98	\$17,413.77	\$17,738.91	\$18,071.52	\$18,080.21	\$18,088.91	

Cuadro 9 (continuación). Costo de producción por concepto de alimento balanceado (\$):

Año 3	M E S E S												total / área / año
	1 Ago.	2 Sep.	3 Oct.	4 Nov.	5 Dic.	6 Ene.	7 Feb.	8 Mar.	9 Abr.	10 May.	11 Jun.	12 Jul.	
Reproducción:	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	253.18	\$3,038.21
Incub. y Desa.	662.72	331.36	0	0	0	0	0	0	331.36	662.72	662.72	662.72	\$3,313.60
Larvas en ret.	27.34	36.04	37.28	31.07	24.85	18.64	12.43	6.21	0	1.24	9.94	18.64	\$223.67
Metamorfosis:	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	260.95	\$3,131.35
Engorda I:	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	887.45	\$10,649.39
Engorda II:	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	1,694.75	\$20,337.00
Engorda III:	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	6,779.00	\$81,348.01
Engorda IV:	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	7,532.22	\$90,186.68
total por mes	\$18,097.61	\$17,774.95	\$17,444.83	\$17,438.62	\$17,432.40	\$17,426.19	\$17,419.98	\$17,413.77	\$17,738.91	\$18,071.52	\$18,080.21	\$18,088.91	
TOTAL año 1	\$9,386.85												
TOTAL año 2	\$190,207.84												
TOTAL año 3	\$212,427.90												

Cuadro 10. Insumos necesarios para la producción del moscarío

## PARÁMETROS:

Melaza 5 g / día / caja  
 Leche 125 ml / día / caja

	1	2	3	4	M	E	S	E	S	9	10	11	12	
Año 1	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	TOTAL	
Melaza (Kg.)	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	3.7	4.5	9.5
Leche (Lt.)	0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	91.5	-112.4	238.1

	1	2	3	4	M	E	S	E	S	9	10	11	12	
Año 2	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	TOTAL	
Melaza (Kg.)	6.2	7.8	9.7	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	127.6
Leche (Lt.)	154.1	195.9	242.3	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	3190.3

	1	2	3	4	M	E	S	E	S	9	10	11	12	
Año 3	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	TOTAL	
Melaza (Kg.)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	138.6
Leche (Lt.)	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	288.7	3464.1



Cuadro 11. Costos de producción del moscarío (\$)

## PARÁMETROS:

Melaza \$1.62 /Kg  
 Leche \$2.00 /Lt

	M E S E S												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Año 1	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Subtotal
Melaza		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	5.93	7.28	\$15.43
Leche		7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	182.98	224.74	\$476.12
total por mes		\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$7.85	\$188.91	\$232.02	
	M E S E S												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Año 2	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Subtotal
Melaza	9.99	12.69	15.70	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	\$206.73
Leche	308.25	391.76	484.56	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	\$6,380.70
total por mes	\$318.24	\$404.46	\$500.26	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	
	M E S E S												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Año 3	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Subtotal
Melaza	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	18.71	\$224.47
Leche	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	577.35	\$6,928.17
total por mes	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	\$596.05	
TOTAL año 1	\$491.55												
TOTAL año 2	\$6,587.43												
TOTAL año 3	\$7,152.64												



CUADRO 13.

## INVERSION FIJA DEL PROYECTO

CONCEPTO	MONTO	EXISTENTE	ADICIONAL
Terreno (1 Ha)	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	
2 módulos de reproducción	\$ 45,000.00		\$ 45,000.00
Sala de incubación y desarrollo larvario	\$ 50,000.00	\$ 30,000.00	\$ 20,000.00
3 estanques de metamorfosis	\$ 25,000.00		\$ 25,000.00
4 naves de engorda	\$ 400,000.00		\$ 400,000.00
Moscarío	\$ 35,000.00	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00
Sala de sacrificio y procesamiento	\$ 50,000.00	\$ 30,000.00	\$ 20,000.00
Equipo para incubación y desarrollo larvario	\$ 13,000.00		\$ 13,000.00
Oficina, bodega y habitación	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00	
Bombas de agua	\$ 8,000.00		\$ 8,000.00
Equipo para el moscarío	\$ 10,000.00		\$ 10,000.00
Equipo vario	\$ 5,000.00		\$ 5,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 711,000.00</b>	<b>\$ 160,000.00</b>	<b>\$ 551,000.00</b>

## DEPRECIACION DE ACTIVOS

CONCEPTO	VALOR DE ADQUISICION	VIDA UTIL (AÑOS)	TASA DE DEPRECIACION ANUAL	DEPRECIACION N ANUAL	VALOR DE RESCATE*
Terreno (1 Ha)	---	---	---	---	\$ 30,000.00
2 módulos de reproducción	\$ 45,000.00	20	5%	\$ 2,250.00	\$ 27,000.00
Sala de incubación y desarrollo larvario	\$ 50,000.00	20	5%	\$ 2,500.00	\$ 30,000.00
3 estanques de metamorfosis	\$ 25,000.00	20	5%	\$ 1,250.00	\$ 15,000.00
4 naves de engorda	\$ 400,000.00	20	5%	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
Moscarío	\$ 35,000.00	20	5%	\$ 1,750.00	\$ 21,000.00
Sala de sacrificio y procesamiento	\$ 50,000.00	20	5%	\$ 2,500.00	\$ 30,000.00
Equipo para incubación y desarrollo larvario	\$ 13,000.00	4	25%	\$ 3,250.00	\$ -
Oficina, bodega y habitación	\$ 40,000.00	20	5%	\$ 2,000.00	\$ 24,000.00
Bombas de agua	\$ 8,000.00	5	20%	\$ 1,600.00	\$ 3,200.00
Equipo para el moscarío	\$ 10,000.00	4	25%	\$ 2,500.00	\$ -
Equipo vario	\$ 5,000.00	4	25%	\$ 1,250.00	\$ -
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 40,850.00</b>	<b>\$ 420,200.00</b>

\* Valor estimado a 8 años (horizonte del proyecto)

CUADRO 14.

**FINANCIAMIENTO CREDITO REFACCIONARIO AL 19% SOBRE SALDOS INSOLUTOS SIN AÑO DE GRACIA**

Monto del crédito refaccionario: \$ 551,000.00

Tasa de interés (CETES + 11)\*: 19%

Plazo (años): 5

AÑOS	SALIDA INICIO	AMORTIZACION AL PRINCIPAL	SALIDA FINAL	* INTERESES ANUALES
1	\$ 551,000.00	\$ 110,200.00	\$ 440,800.00	\$ 104,690.00
2	\$ 440,800.00	\$ 110,200.00	\$ 330,600.00	\$ 83,752.00
3	\$ 330,600.00	\$ 110,200.00	\$ 220,400.00	\$ 62,814.00
4	\$ 220,400.00	\$ 110,200.00	\$ 110,200.00	\$ 41,876.00
5	\$ 110,200.00	\$ 110,200.00	\$ -	\$ 20,938.00
TOTAL				\$ 314,070.00

\* Es la menor tasa que aplica para financiamiento a pequeños propietarios, a una tasa actual (octubre, 2001) de CETES de 8%

CUADRO 15.

COSTOS DE PRODUCCION (con financiamiento)

COSTOS VARIABLES	AÑOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>a) costos directos:</i>								
Pié de cría	\$ 40,000.00							
Alimento balanceado	\$ 9,386.85	\$ 190,207.84	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90
Moscario	\$ 491.55	\$ 6,587.43	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64
Medicamentos	\$ 1,000.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
* Mano de obra	\$ 79,200.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00
Agua	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00
E. eléctrica	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
<i>b) costos indirectos:</i>								
Costos de venta		\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
** Costo de mantenimiento	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00
<b>COSTOS FIJOS</b>								
Gastos de administración	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
*** Depreciación	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00
**** Gastos financieros	\$ 214,890.00	\$ 193,952.00	\$ 173,014.00	\$ 152,076.00	\$ 131,138.00	\$ -	\$ -	\$ -
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 407,658.40</b>	<b>\$ 613,277.28</b>	<b>\$ 615,124.54</b>	<b>\$ 594,186.54</b>	<b>\$ 573,248.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>

\* salario integrado

\*\* 3% del valor de instalaciones y equipo

\*\*\* La empresa lo retiene en sus fondos para no depender del crédito en el futuro.

\*\*\*\* Intereses + principal

CAPITAL DE TRABAJO PARA 16 MESES:

CONCEPTO	MONTO	%
Pié de cría	\$ 40,000.00	15.67%
Alimento balanceado	\$ 57,922.80	22.69%
Moscario	\$ 2,310.56	0.91%
Medicamentos	\$ 1,400.00	0.55%
Mano de obra	\$ 124,080.00	48.61%
Agua	\$ 480.00	0.19%
E. eléctrica	\$ 1,600.00	0.63%
Costos de venta	\$ 2,000.00	0.78%
Costo de mantenimiento	\$ 25,440.00	9.97%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 255,233.36</b>	<b>100.00%</b>

CUADRO 16.

ESTADO DE RESULTADOS (con financiamiento)

CONCEPTO	A Ñ O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos brutos	\$ -	\$ 586,436.76	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14
(-) Costo de producción	\$ 150,718.40	\$ 353,275.28	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54
= Utilidad Marginal	\$ 150,718.40	\$ 233,161.48	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60
(-) Gastos de venta	\$ -	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
(-) Gastos de administración	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
(-) Depreciación anual	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00
(-) Gasto financiero **	\$ 104,690.00	\$ 83,752.00	\$ 62,814.00	\$ 41,876.00	\$ 20,938.00	\$ -	\$ -	\$ -
= Utilidad bruta	\$ 297,458.40	\$ 83,359.48	\$ 374,730.60	\$ 395,668.60	\$ 416,606.60	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60
(-) ISR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Reparto de utilidades	\$ -	\$ -	\$ 37,473.06	\$ 39,566.86	\$ 41,660.66	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46
= Utilidad neta	\$ 297,458.40	\$ 83,359.48	\$ 337,257.54	\$ 356,101.74	\$ 374,945.94	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14

\* Costos variables directos + costos de mantenimiento

\*\* Sólo intereses

CUADRO 17.

EVALUACION FINANCIERA (con financiamiento)

FLUJO DE EFECTIVO

	A Ñ O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Utilidad neta	\$ 297,458.40	\$ 83,359.48	\$ 337,257.54	\$ 356,101.74	\$ 374,945.94	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14
(+) Depreciación	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00
(-) Amortización deuda	\$ 110,200.00	\$ 110,200.00	\$ 110,200.00	\$ 110,200.00	\$ 110,200.00	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de efectivo</b>	<b>\$ 366,808.40</b>	<b>\$ 14,009.48</b>	<b>\$ 267,907.54</b>	<b>\$ 286,751.74</b>	<b>\$ 305,595.94</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>

FLUJO DE INVERSIONES

	A Ñ O S								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión inicial	\$ 551,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo de incubación y desarrollo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13,000.00	\$ -	\$ -	\$ -
Bomba	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8,000.00	\$ -	\$ -
Equipo del moscarío	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10,000.00	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo vario	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,000.00	\$ -	\$ -	\$ -

FLUJO NETO DE EFECTIVO

AÑO	F.N.E.
0	\$ 551,000.00
1	\$ 366,808.40
2	\$ 14,009.48
3	\$ 267,907.54
4	\$ 286,751.74
5	\$ 277,595.94
6	\$ 426,640.14
7	\$ 434,640.14
8	\$ 854,840.14

TIR = 20.56%

VPN (8%)\* = \$664,863.75

\* Tasa de descuento = costo de oportunidad = tasa CETES de octubre 2001

CUADRO 18.

COSTOS DE PRODUCCION (sin financiamiento)

COSTOS VARIABLES	AÑOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>a) costos directos:</i>								
Pré de cria	\$ 40,000.00							
Alimento balanceado	\$ 9,386.85	\$ 190,207.84	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90	\$ 212,427.90
Moscario	\$ 491.55	\$ 6,587.43	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64	\$ 7,152.64
Medicamentos	\$ 1,000.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
* Mano de obra	\$ 79,200.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00	\$ 134,640.00
Agua	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00
E. eléctrica	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
<i>b) costos indirectos:</i>								
Costos de venta		\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
** Costo de mantenimiento	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00	\$ 19,080.00
<b>COSTOS FIJOS</b>								
Gastos de administración	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
*** Depreciación	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00
Gastos financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 192,768.40</b>	<b>\$ 419,325.28</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>	<b>\$ 442,110.54</b>

\* salario integrado

\*\* 3% del valor de instalaciones y equipo

\*\*\* La empresa lo retiene en sus fondos para no depender del crédito en el futuro.



CUADRO 19.

ESTADO DE RESULTADOS (sin financiamiento)

CONCEPTO	A Ñ O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos brutos	\$ -	\$ 586,436.76	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14	\$ 879,655.14
(-) Costo de producción	\$ 150,718.40	\$ 353,275.28	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54	\$ 376,060.54
= Utilidad Marginal	\$ 150,718.40	\$ 233,161.48	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60	\$ 503,594.60
(-) Gastos de venta	\$ -	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
(-) Gastos de administración	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
(-) Depreciación anual	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00
(-) Gasto financiero	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= Utilidad bruta	\$ 192,768.40	\$ 167,111.48	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60	\$ 437,544.60
(-) ISR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Reparto de utilidades	\$ -	\$ -	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46	\$ 43,754.46
= Utilidad neta	\$ 192,768.40	\$ 167,111.48	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14

\* Costos variables directos + costos de mantenimiento

**CUADRO 20.**  
**EVALUACION FINANCIERA (sin financiamiento)**

**FLUJO DE EFECTIVO**

	A Ñ O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Utilidad neta	\$ 192,768.40	\$ 167,111.48	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14	\$ 393,790.14
(+) Depreciación	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00	\$ 40,850.00
(-) Amortización deuda	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de efectivo</b>	<b>\$ 151,918.40</b>	<b>\$ 207,961.48</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>	<b>\$ 434,640.14</b>

**FLUJO DE INVERSIONES**

	A Ñ O S								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión inicial	\$ 551,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo de incubación y desarrollo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13,000.00	\$ -	\$ -	\$ -
Bomba	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8,000.00	\$ -	\$ -
Equipo del mescarío	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10,000.00	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo vario	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,000.00	\$ -	\$ -	\$ -

**FLUJO NETO DE EFECTIVO**

AÑO	F.N.E.
0	-\$ 551,000.00
1	-\$ 151,918.40
2	\$ 207,961.48
3	\$ 434,640.14
4	\$ 434,640.14
5	\$ 406,640.14
6	\$ 426,640.14
7	\$ 434,640.14
8	\$ 854,840.14

TIR = 37.34%

VPN (8%)\* = \$1,307,586.17

\* Tasa de descuento = costo de oportunidad = tasa CETES de octubre 2001

### 3.4. Análisis de la Información.

A nivel de estudio de prefactibilidad se concluye que este proyecto es una opción viable, especialmente si los inversionistas tienen la capacidad económica para no recurrir al financiamiento ya que, como se aprecia en el estudio financiero, el VPN aumenta casi al doble en comparación con la primera opción, lo que indica que la inversión se sostiene por más tiempo y genera, por lo tanto, mayores utilidades.

Además, es importante considerar otros posibles beneficios que puede generar este proyecto, tales como:

- ✓ añadir un atractivo turístico a la región al incluir platillos a base de ancas de rana en los restaurantes locales.
- ✓ contribuir a la diversificación de la producción regional, ya que en forma tradicional ésta se limita a la ganadería de bovinos de doble propósito y a la pesca lacustre, especialmente de tilapia mojarra.
- ✓ contribuir a la preservación de zonas arboladas. En este caso, se evita que el predio se desmonte por completo para destinarlo a la ganadería tradicional.
- ✓ contribuir al conocimiento de especies no tradicionales por parte de los productores agropecuarios, como alternativas rentables de producción.

Hay que agregar que el proyecto tiene potencial para hacerse más atractivo si se buscan vías para la comercialización del resto de las canales a empresas que las procesen como harina de carne de rana destinada al consumo humano. Incluso, se abre la posibilidad de elaborar un segundo proyecto para

evaluar la factibilidad de establecer dentro del mismo predio una planta para elaborar este tipo de harina, la cual goza de un precio muy atractivo en el mercado, especialmente internacional, y así constituir una agroindustria de alta rentabilidad.

Finalmente, antes de tomar la decisión de invertir y llegar a la ejecución propia del proyecto, es necesario realizar un análisis más detallado de las partes que lo componen mediante un estudio de factibilidad y el desarrollo de la ingeniería del mismo (diseño definitivo). Especialmente, se debe profundizar en el estudio de mercado mediante fuentes primarias de información, desarrollar la evaluación de impacto ambiental correspondiente y profundizar en el estudio financiero, desarrollando una evaluación ex-ante que incluya análisis de sensibilidad de las diferentes razones financieras.

#### 4. Anexo 1

##### 4.1. Descripción de la Especie.

La *Rana catesbeiana*, conocida también como rana toro o mugidora (bullfrog, en inglés) por el cántico característico que emiten los machos durante la época de celo, es la especie que, después de la Goliath africana (*Rana goliath*), llega a adquirir mayor tamaño y se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:<sup>6, 18, 26</sup>

Reino	Animal
Tipo	Artizoario
Subreino	Metazoa
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Grupo	Gnathostomata
Superclase	Tetrapoda
Clase	Amphibia
Subclase	Batrachia
Superorden	Salientia
Orden	Anura
Suborden	Displaciocoela
Familia	Ranidae
Género	<i>Rana</i>
Especie	<i>catesbeiana</i>

La rana toro se caracteriza por ser muy adaptable y prolífica, siendo hasta el presente la especie más indicada para su reproducción en cautiverio. Habita naturalmente en la cuenca del río Bravo, en los estados norteños del Golfo, Coahuila y Chihuahua y ha sido introducida en Sonora, Sinaloa, Morelos, Veracruz, Tabasco, Michoacán, Estado de México, Yucatán y otros estados. También ha sido introducida y cultivada en ranarios controlados en Cuba, Brasil, Japón, Formosa, Canadá y La India.<sup>18,19,20,26</sup>

En forma natural esta especie se desarrolla en una medio ambiente con clima seco y régimen de lluvias en verano, con el máximo de precipitación en la misma estación. Habita también regiones con clima tropical y tropical subhúmedo (BS1(h')hx y Aw'O(e)). Su desarrollo embrionario, crecimiento y madurez sexual están determinados por la temperatura del medio, puesto que se trata de un animal poiquilotermo; así, la rana toro se desarrolla en regiones donde las temperaturas medias anuales mínima y máxima se sitúan entre los 15° y los 28° C, respectivamente, con una precipitación pluvial anual de 1 200 mm, pudiendo ser la del mes más seco hasta de 60 mm y el porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y el 10 % del total anual. Asimismo, para su desarrollo la rana toro requiere de una humedad relativa del 60 al 80 %, con una altitud no mayor a los 900 m snm.<sup>2,6,20</sup>

En vida silvestre la *R. catesbeiana* prefiere habitar zonas en las que hay una abundante presencia de agua de corriente lenta, con abundante vegetación emergente, flotante y marginal que proporcione la sombra necesaria para proteger a los animales de los rayos solares directos y que propicie la presencia de los organismos de los cuales se alimentan.

Además, esta especie tiene una gran importancia en las cadenas alimenticias, ya que es depredado por reptiles, aves y mamíferos. Por otro lado, su presencia en regiones agrícolas es sumamente benéfica para el hombre por su voracidad para consumir diversos insectos, actuando así como eficaces controladores biológicos.<sup>2,20,22,24</sup>

Para realizar la crianza y engorda artificial del anfibio se requiere que el agua tenga las siguientes características fisicoquímicas:<sup>26</sup>

Parámetros	Nivel Óptimo	Nivel Máximo	Nivel Mínimo
Temperatura (°C)	25	30	18
pH	7	6	8
Transparencia (cm)	> 45	> 45	30
O <sub>2</sub> disuelto (ppm)	6.0	12.0	3.0
Alcalinidad total (mg CaCO <sub>3</sub> / l)	100	200	50
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> / l)	100	150	50
Nitratos (mg / l)	0	0.2	0
Nitritos (mg / l)	0	0.005	0
Amoniaco (mg / l)	0	<0.10	0

#### 4.1.1. Características morfológicas.

Los ejemplares adultos pueden llegar a medir hasta 20 cm de longitud desde el extremo del morro hasta la parte final de la columna vertebral. Con las patas posteriores extendidas, desde el extremo de los dedos de éstas hasta el extremo del hocico puede medir hasta 40 cm. Su cuerpo es corto y ancho, muy amplio en la región ventral y la cabeza es de tamaño moderado, medianamente triangular y aplanada. La piel es lisa y desnuda, carente de rugosidades y su color cambia de acuerdo con las condiciones del medio. Así, la región dorsal puede ser de color pardo oscuro, verde oscuro, verde oliváceo o amarillo verdoso, los miembros posteriores pueden tener franjas de un tono más oscuro y la región ventral presenta un color blanco amarillento.<sup>2,6,24,26</sup>

Esta especie carece del pliegue lateral que recorre de adelante hacia atrás el dorso de las otras ranas, pero presenta en cambio uno muy bien definido que rodea al ojo y corre hacia atrás circundando la placa auditiva o tímpano externo. La rana presenta un sistema auditivo sumamente sensible. Los ojos de pupila horizontal son prominentes, capaces de retraerse y ocultarse dentro de los arcos ciliares en el interior del cráneo. Están situados a ambos lados de la cabeza y pueden mirar en varias direcciones, aunque les es imposible la visión de ambos ojos a corta distancia.<sup>2,6,22,24,26</sup>

La lengua es bífida, presenta una hendidura profunda y está libre hacia atrás y fija al extremo anterior de la mandíbula por dentro de la boca; su punta es pegajosa para capturar insectos. Presenta dientes córneos en la mandíbula superior y sobre el vómer, entre los orificios nasales internos o por



detrás de ellos. La columna vertebral es bastante rígida y el cuello tiene una sola vértebra. Las patas anteriores, cortas y robustas, tienen sólo cuatro dedos cilíndricos, sin membranas natatorias, almohadillas o callosidades. Las posteriores o ancas son largas y vigorosas, representando aproximadamente el 33% del peso vivo del animal, y presentan cinco dedos callosos unidos por una membrana interdigital, excepto la última falange del dedo mayor.<sup>2, 6, 22, 23, 24, 26</sup>

La respiración inicial es branquial, posteriormente branquial y pulmonar, para terminar en pulmonar y cutánea cuando ha finalizado el proceso de metamorfosis. La respiración cutánea se efectúa a través de pequeñísimos vasos conductores de la piel, que se concentran principalmente en la región dorsal, los cuales transportan el oxígeno captado hacia los pulmones; el CO<sub>2</sub> es expelido en igual forma desde los pulmones a través de la piel. La respiración cutánea no es suficiente para, por sí sola, abastecer de oxígeno a la rana, siendo la respiración pulmonar la más importante; sin embargo, en condiciones de hibernación, cuando la rana permanece bajo el agua durante mucho tiempo, pueden sobrevivir sin los pulmones en función, pues el poco oxígeno que requiere el animal bajo estas condiciones es aportado en su totalidad por la piel.<sup>2, 22</sup>

Viéndose perseguida, la rana toro llega a saltar hasta ocho veces la longitud de su cuerpo, aunque no con la agilidad de las ranas europeas. Cuando se desplaza voluntariamente lo hace a pequeños saltos que dan la sensación de ser torpes y ridículos, cayendo a veces de costado o en tropezones contra el hocico y es igualmente una nadadora torpe. Se ha comprobado que llega a alcanzar una longevidad de 20 y hasta de 30 años.<sup>24, 26</sup>

Esta especie presenta un dimorfismo sexual evidente; así, se pueden distinguir a los machos de las hembras por las siguientes características:<sup>6,22,24,26</sup>

- Los machos son de menor tamaño que las hembras, aunque son más musculosos.
- La placa auditiva del macho tiene un diámetro dos o tres veces mayor que el diámetro ocular, mientras que en las hembras el diámetro de la placa auditiva y el ocular son casi iguales.
- El macho presenta gola o gargantilla de color amarillo sucio, mientras que la hembra presenta un mentón liso de color blanco sucio, moteado de café claro.
- El macho presenta sacos bucales internos con los que produce un canto similar al mugido del toro para atraer a las hembras.
- Los miembros anteriores del macho presentan espinas o ganchos.
- El pulgar del macho es más desarrollado que los otros dedos para facilitar el abrazo nupcial, mientras que el de la hembra es corto.
- Los machos responden a un reflejo condicionado que hace que al acariciárseles suavemente la región ventral cierren sus miembros anteriores como para efectuar el amplexo inguinal o monta de la hembra.

#### 4.1.2. Reproducción.

El aparato genital masculino tiene dos testículos colocados en la parte dorsal del animal, uno a cada lado de la columna vertebral y al nivel de los riñones (o mesonefros). Son de color claro, casi blanco hasta un color crema y están revestidos por una extensión del peritoneo parietal que forma una bolsa y se extiende para formar una membrana doble (mesorquio) que los sostiene en su lugar. Los espermatozoides son transportados por los ureteres, que presentan unos ensanchamientos que son las vesículas seminales, hacia la cloaca.<sup>2,22</sup>

En las hembras los ovarios ocupan la misma posición que los testículos en el macho. El ovario es un saco lobulado, cuyas paredes presentan un gran número de cavidades, dentro de las cuales se encuentran los óvulos, mientras que el resto del saco es hueco. Los oviductos se encuentran muy desarrollados y son relativamente largos, mucho más que la cavidad abdominal. Los oviductos no tienen comunicación directa a los ovarios, pues sólo uno de los extremos de cada oviducto se abre a la cavidad abdominal por el infundíbulo. El otro extremo se ensancha para formar un tubo de paredes delgadas que constituye al útero y ambos desembocan en la cloaca. Durante la ovogénesis los oviductos engruesan sus paredes debido al aumento de tamaño de las glándulas tubulares simples que se encuentran en sus paredes y que son las que elaboran la cubierta gelatinosa característica de los huevos. Las hembras presentan 5 etapas de maduración ovárica.<sup>2,22</sup>

La época de reproducción de la rana toro es en la temporada de lluvias, generalmente en la primavera o a principios del

verano, cuando la temperatura ambiental es de 25 °C y la del agua de 20 °C. Los machos dominantes emiten un fuerte sonido característico para atraer a la hembra y ésta sólo presta atención al cortejo cuando sus óvulos están maduros. Durante el apareamiento el macho abraza dorsalmente a la hembra (amplexo), posición en la que pueden permanecer durante horas o días antes de que ocurra el desove. Al salir los huevos del oviducto el macho fecunda externamente la puesta. A la vez que expulsa los huevecillos, la hembra segrega una sustancia gelatinosa que forma una especie de nido circular que cubre una superficie de aproximadamente 150 cm<sup>2</sup> en cuyo interior queda flotando la numerosa freza (huevera), que los progenitores vigilan y ocultan entre la vegetación acuática de las orillas del estanque.<sup>2,6,18,24,26,27</sup>

A pesar de ser elementos importantes en las cadenas alimenticias y, por lo tanto, una de las especies animales que más enemigos tiene, la rana sobrevive gracias a su alto potencial biótico, que se refleja en los numerosos huevos producidos por cada hembra. Al año de edad la *R. catesbeiana* puede depositar de 2 000 a 5 000 óvulos, a los dos años la producción se duplica y en los siguientes años la producción puede llegar hasta los 15 000 ó 25 000 óvulos. Sin embargo, para fines de producción comercial se recomienda no dejar al pie de cría más de 4 años. Cabe mencionar que durante el primer año solamente ovopositan una vez, mientras que los siguientes años es probable que lo hagan dos veces, presentando una mortalidad de aproximadamente 20%, aunque con cuidados óptimos ésta puede reducirse hasta un 5%.<sup>2,6,18,24</sup>

#### 4.1.3. Desarrollo embrionario y larvario.

Los huevos tienen forma esferoidal y están envueltos por una capa gelatinosa y sin espuma, su consistencia es firme y tienen un sabor desagradable que los protege de los depredadores. El periodo de incubación se lleva a cabo en el fondo del estanque y dura de 3 a 20 días, dependiendo de la temperatura del agua en la que están depositados, siendo más breve cuanto más alta es dicha temperatura.<sup>2,6,22,24,26</sup>

El desarrollo temprano de las ranas se caracteriza por dos periodos, a saber:<sup>6,18,26</sup>

- Periodo embrionario:

Comprende desde la fecundación del óvulo hasta la formación de las branquias. En este periodo se consideran dos fases:

- a) Fase Intracapsular: El desarrollo embrionario sucede en el interior de la capa gelatinosa con el inicio de la división celular y la formación de los blastómeros, pasando sucesivamente por los estados de mórula, blástula y gástrula. El embrión sufre alteraciones en su diámetro y toma la forma de riñón. Esta fase finaliza con el rompimiento de la cápsula gelatinosa y la liberación del embrión hacia el medio acuático.
- b) Fase Extracapsular: En esta fase los renacuajos, que miden aproximadamente 4.5 mm, permanecen por largo tiempo en el fondo del estanque, sus movimientos son mínimos y se adhieren a las algas o a cualquier objeto sólido por medio de ventosas orales, donde permanecen hasta que se reabsorbe el saco vitelino. En este periodo se alarga su cola y aparecen los ojos, los orificios nasales, la boca y las

bolsas branquiales. Las branquias son externas y tienen forma de pestañas.

- **Periodo larvario:**

El crecimiento continúa y su morfología pisciforme se acentúa, permitiéndoles nadar con cierta desenvoltura mediante una aleta dorsal que se prolonga desde la base del cráneo hasta más allá de la cola. Esta última aumenta de tamaño, la boca termina de formarse y se abre y las branquias externas son absorbidas por unas internas similares a las de los peces. Cuando la larva mide 1 cm comienza a buscar alimento, que en su mayor parte será de origen vegetal (fitoplancton). En esta etapa la larva tiene el cuerpo recubierto por un mucus que lo hace resbaloso y lo protege de heridas e infecciones.

#### **4.1.4. Metamorfosis.**

La velocidad de la metamorfosis hacia el estado adulto es determinada por la temperatura del agua y se puede describir de la siguiente manera:

Si la temperatura es óptima (22 a 25 °C), comienza el desarrollo de un sistema respiratorio pulmonar. A medida que las branquias se atrofian y se desarrollan los pulmones que las sustituirán se auxilia absorbiendo oxígeno del agua a través de su epidermis, facultad que la rana conserva en cierta medida hasta en su estado adulto. Simultáneamente empieza a reducirse el tamaño de su cola y de su aleta dorsal, mientras aumenta el ancho de su cuerpo y cabeza. Sus

ojos se protegen al quedar implantados en una especie de protuberancias ciliares cada vez más destacadas y empiezan a brotarle en la parte media posterior del cuerpo lo que serán sus miembros posteriores. Los renacuajos aprovechan la menor partícula de alimento que se encuentre en el agua, tanto vegetal como animal, gracias a una especie de filtro que tienen en la cara interna de los sacos branquiales.<sup>6,18,24,26</sup>

A los 60 días aproximadamente, cuando mide de 12 a 15 cm, los miembros posteriores tiene una forma ya definida y empiezan a brotar las patas anteriores debajo de una boca que se ha hecho más amplia. Mientras tanto, la cola desaparece en la misma medida en que las articulaciones de los miembros locomotores asumen la flexión que les permitirá nadar con ellos. A los 70 días aparecen pulmones y el intestino se acorta y, si la temperatura ha sido la adecuada, a los 90 días se completa la metamorfosis al adquirir el aspecto de una rana adulta, aunque de pequeño tamaño todavía (Fig. 10). Cabe mencionar que algunos individuos crecen más rápido que otros; estos organismos excretan una sustancia inhibidora del crecimiento que actúa sobre los más pequeños, dando como resultado que la metamorfosis de una población se presente en forma heterogénea. En los cultivos, este efecto indeseable puede ser reducido manteniendo una corriente de agua continua que prevenga la acumulación de la sustancia inhibidora y dé como resultado un crecimiento y metamorfosis relativamente homogéneas.<sup>6,24,26</sup>

Si la temperatura es adecuada, a los 7 meses la rana mide 12 cm desde el extremo anterior de la boca hasta el extremo posterior de la columna vertebral y, si las condiciones son óptimas, a los 12 meses puede ser sexualmente madura. A esta edad pesa aproximadamente 600 g, aunque puede seguir creciendo y rebasar el kilogramo.<sup>6,24,26</sup>



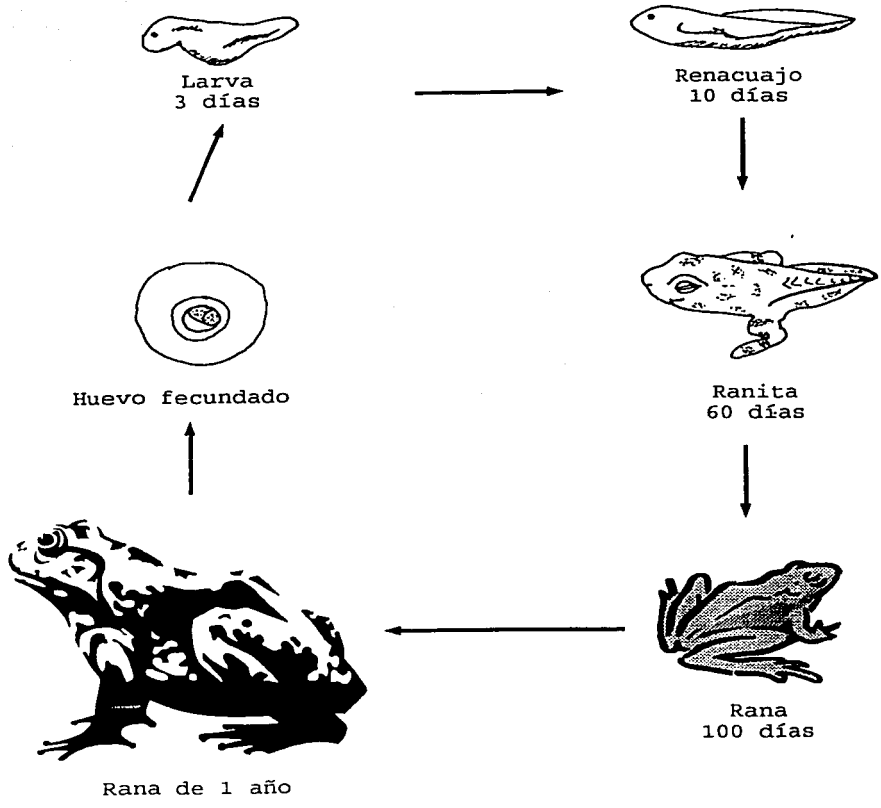


FIGURA 10

DESARROLLO Y METAMORFOSIS DE LAS RANAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.1.5. Alimentación.

Durante el desarrollo del batracio sus hábitos alimenticios también se transforman. Cuando el renacuajo eclosiona se nutre del vitelo durante sus primeras 24 horas de vida. Posteriormente las larvas son fitoplanctófagas y conforme se van desarrollando ingieren zooplancton y luego protozoarios de tamaño algo mayor, hasta que finalmente se vuelven carnívoras, mostrando una gran predilección por insectos, pulgones, gusanos y larvas, incluso de su misma especie, pudiendo devorar presas de tamaño relativamente grande. El alimento es tragado entero y la rana tiene la particularidad de que puede llevar el estómago a la boca y expulsar partículas no gratas que hubiera ingerido al estarse alimentando.<sup>2,22,24,26</sup>

En cuanto a la alimentación de los renacuajos en situaciones de crianza artificial, se han reportado diversos métodos. En general, los productores propician el establecimiento de una comunidad planctónica en los tanques de incubación antes de colocar las frezas. El crecimiento de microalgas en las paredes de los tanques proporciona un excelente sustrato para la alimentación de las larvas. Otra práctica común es la administración del fitoplancton en forma de "agua verde" proveniente del cultivo de tilapia. Además, esta dieta primaria es suplementada con elementos tan variados como frutas, vegetales, mezclas de cereales (p.ej. soya, trigo, etc.), harina de pescado, trozos de hígado de vaca (los cuales se fijan en tablas que flotan en el agua), yema de huevo cocida, leche en polvo y alimentos balanceados para crías de trucha o carpa, entre otros.<sup>1,6,7,11,22</sup>

La rana ya metamorfoseada, que es un predador activo y a su vez con una vista poco desarrollada, necesita ver su presa en movimiento para capturarla. Este hecho ha implicado que, hasta ahora, la crianza artificial del batracio requiera la mezcla de alimento vivo (usualmente larvas de mosca) con un alimento balanceado. Así, la alimentación de la rana en cautiverio es un proceso gradual que se inicia con una ración del 100% de alimento vivo para las etapas juveniles y posteriormente este porcentaje se reduce conforme lo vayan aceptando los organismos, pudiendo llegar a suministrárseles hasta un 3 % de alimento vivo y un 97 % de alimento balanceado.<sup>13,16</sup>

Reportes de algunos productores brasileños indican que es posible que las ranas se acostumbren a ingerir exclusivamente una dieta balanceada en forma de pellets, obteniéndose una adecuada tasa de crecimiento de los organismos sin que se incremente el canibalismo. Sin embargo, la producción masiva de larvas de mosca es un procedimiento sencillo que permite obtener una fuente alimenticia de bajo costo, por lo que es difícil que se considere la posibilidad de desactivar por completo los moscarios en las granjas comerciales.<sup>1</sup>

La utilización del alimento y las tasas de crecimiento del batracio que se han reportado bajo condiciones de crianza artificial en climas tropicales se muestran en los cuadros 21 y 22.<sup>7</sup>

CUADRO 21.

Crecimiento promedio y respuesta alimenticia de larvas de rana toro<sup>a</sup> cultivadas en el trópico<sup>b</sup> (Culley, D.D. 1991).<sup>7</sup>

Ubicación <sup>c</sup>	Edad en semanas	Peso (g) <sup>d</sup>	% peso corporal consumido diariamente	Conversión y (eficiencia) alimenticia	Alimento consumido (g)	Ganancia de peso (g)
Incubación	1	0.03	-	-	-	-
	2	0.15	44	1.7 (59 %)	0.21	0.13
	3	0.35	22	1.7 (59 %)	0.34	0.20
Estanques exteriores de concreto	4	1.2	38	2.0 (50 %)	1.7	0.83
	5	3.1	34	2.3 (43 %)	4.5	1.9
	6	5.1	19	2.5 (40 %)	5.2	2.1
	7	7.8	19	3.0 (33 %)	2.7	2.7
	8	10.7	14	3.0 (33 %)	8.8	2.9
	9	12.8	9	3.5 (29 %)	7.3	2.1
<b>Totales (promedio)</b>			<b>(24.9)</b>	<b>(2.5) (38%)</b>	<b>30.75</b>	<b>12.86</b>

a La información de la tabla presenta la respuesta de una larva promedio, representando el promedio de la población.

b La información se basa en el crecimiento de 4 000 larvas alimentadas con una dieta gelatinosa de pescado cocido y salvado de trigo (22% de proteína en base seca, con 70% de humedad) y un cultivo mixto de microalgas (*Chlorophyta*) pegadas a las paredes del estanque. Temperatura: 22 - 30 °C; pH 4.2 - 5.0. Cada semana se pesaban 100 larvas para obtener la respuesta promedio, después de lo cual éstas eran regresadas al estanque.

c Las larvas eran transferidas a los estanques exteriores en el día 21.

d La alimentación se inició cuando las larvas pesaban 0.03 g en promedio (a los 5 a 7 días de haber eclosionado).

CUADRO 22.

Crecimiento promedio y respuesta alimenticia de ranas toro<sup>a</sup> cultivadas en ranarios exteriores de concreto en el trópico<sup>b</sup> (Culley, D.D. 1991).<sup>7</sup>

Edad en meses	Peso (g)	% peso corporal consumido diariamente	Conversión y (eficiencia) alimenticia	Alimento consumido (g)	Ganancia de peso (g)
0	5	-	-	-	-
1	18	8.3	1.9 (53 %)	24.9	13.2
2	35	5.0	2.2 (45 %)	38.0	17.1
3	60	4.2	2.3 (43 %)	57.9	24.9
4	105	5.1	2.7 (37 %)	122.0	45.1
5	145	3.3	3.0 (33 %)	122.2	40.3
6	190	3.0	3.3 (30 %)	149.1	44.7
<b>Totales (promedio)</b>		<b>4.8</b>	<b>(2.6) (40 %)</b>	<b>514.1</b>	<b>185.3</b>

<sup>a</sup> La información presenta la respuesta de una rana toro, representando el promedio de la población.

<sup>b</sup> La información se basa en el crecimiento de 4 000 ranas alimentadas con una dieta mixta de renacuajos y larvas de mosca. La temperatura dentro de los ranarios se mantuvo en un rango de 22 a 34 °C. Las ranas eran alimentadas dos veces al día. Cada mes se pesaban 100 organismos para obtener la respuesta promedio, después de lo cual se regresaban a los ranarios. La densidad inicial varió desde 20 a 40 por m<sup>2</sup>.

#### 4.1.6. Enfermedades.

En general las ranas son animales bastante resistentes y sufren de pocas enfermedades; sin embargo, en condiciones de cautiverio, las altas densidades poblacionales, las condiciones sanitarias deficientes y los cambios bruscos de temperatura son factores predisponentes para algunas condiciones patológicas. La más común e importante por las pérdidas económicas que ocasiona es la llamada "enfermedad de la pata roja", que comienza como una irritación de la piel causada por el contacto prolongado con superficies secas y que, si no se trata, puede complicarse con infecciones microbianas. El microorganismo más frecuente es *Aeromona hydrophilia*, bacteria oportunista que prevalece en el medio acuático bajo condiciones insalubres.<sup>6,18,22</sup>

La piel y el tracto digestivo pueden verse afectados por hongos, generalmente del género *Saprolegnia spp.*, pero es poco frecuente cuando las condiciones nutricionales son buenas. Respecto a los protozoarios, especies de los géneros *Euglene* y *Trypanosoma* pueden alojarse en el intestino de los renacuajos, mientras que *Opalina spp.* infesta la piel. Además, varias *Amoebas* originan graves disenterías en las ranas y hay esporozoarios que atacan los riñones, el aparato digestivo y en general todas las vísceras.<sup>2,6,18</sup>

También hay nemátodos que lesionan la cavidad celómica y el tracto digestivo y se han encontrado céstodos en el intestino. Algunas moscas y mosquitos llegan a ovopositar en los orificios nasales de las ranas, pudiendo las larvas invadir las cámaras nasales y otras partes internas. También hay pequeños crustáceos parásitos que destruyen las branquias

de los renacuajos y las cámaras respiratorias de los animales metamorfoseados. Las ranas también pueden sufrir envenenamientos por el consumo de alacranes, abejas y avispas.<sup>2,22</sup>

Las ranas son organismos altamente susceptibles a enfermedades relacionadas con condiciones de estrés. Dicha susceptibilidad aumenta proporcionalmente con la densidad poblacional y la calidad de las condiciones microambientales. Es por ello que en los sistemas de producción intensiva comercial se debe implementar un estricto programa de control sanitario que incluya el tratamiento de agua con  $\text{AgNO}_3$  y radiaciones UV, además del establecimiento de puntos estratégicos de desinfección en las instalaciones y el monitoreo bacteriológico constante tanto de las fuentes de agua como de los organismos cultivados.<sup>13</sup>

#### 4.1.7. Depredadores.

Los depredadores naturales de las ranas son las culebras de agua, tortugas, caimanes, coyotes, perros, gatos, tejones, ratas, mapaches, hurones y varios géneros de aves acuáticas como las garzas y los flamencos. Además, algunos peces carnívoros pueden devorar renacuajos y ranas. Hay cangrejos que se alimentan de renacuajos y hay insectos, como la libélula, cuyas larvas se nutren de las de la rana. Sólo los huevos parecen estar protegidos de los depredadores por el repulsivo amargor de su envoltura mucilaginosa.<sup>18,26</sup>

#### 4.2. Antecedentes Históricos de la Ranicultura.

Desde tiempos remotos la carne de rana ha sido apreciada por su buen sabor. Japoneses y chinos la consumían desde antes de la era cristiana. Herodoto cita en sus escritos que la rana estaba presente en los banquetes de la antigua Grecia. Los romanos asimilaron la costumbre de consumir rana al expandir su imperio y la difundieron por toda Europa. Posteriormente, esta costumbre fue introducida a varios países de América por los inmigrantes europeos. En la actualidad se le dan una serie de preparaciones culinarias que se incluyen entre lo más refinado de los menús de diferentes países, entre los que destacan Francia, Italia, España, Alemania, Bélgica y Luxemburgo.<sup>6,18,26</sup>

Respecto a las especies comestibles que se han explotado en diversas zonas a través del tiempo, se han señalado dos del género *Leptodactylus* (*L. melanonotus* y *L. labialis*) y seis del género *Rana*.<sup>8,13,20,24</sup>

A través del tiempo, las ranas también han sido objeto de diversas creencias y supersticiones. Desde la antigüedad y hasta el medioevo se le concedía al polvo de rana seco mezclado con miel de abeja facultades para combatir la calvicie, mientras que a la piel se le atribuían virtudes muy efectivas contra la jaqueca cuando se aplicaba sobre la frente. También se preparaban brebajes a base de sus huevos para combatir la disentería, se confeccionaban amuletos contra las enfermedades infecciosas en forma de collar o cinturón con una ristra de ranas y aún se solía poner una rana o sapo colgado a manera de cencerro a los bovinos para prevenirlos contra algunas enfermedades.<sup>26</sup>



La rana también ha figurado dentro de la historia del desarrollo técnico y científico del hombre, al constituir un animal de laboratorio sumamente útil. Además, los batracios en general siempre han sido un auxiliar insuperable para el control biológico de los insectos nocivos que destruyen los cultivos, gracias a su régimen natural insectívoro y a su asombrosa avidez por este alimento. Tanto así, que en algunos países se han establecido criaderos controlados de estos animales, particularmente de sapos, con el fin comercial de venderlos para la preservación de hortalizas, jardines y campos de cultivo.<sup>2,6,9,26</sup>

Por otro lado, la crianza artificial de ranas para el consumo humano permite preservar las poblaciones naturales, lo que tiene una gran importancia desde el punto de vista ecológico. La ranicultura intensiva comercial se ha convertido gradualmente en una actividad viable y económicamente atractiva en muchos países latinoamericanos. Tanto la expansión del mercado para las ancas y para animales vivos como el desarrollo de métodos modernos de cultivo controlado han promovido un incremento considerable en el número de granjas comerciales, especialmente en Brasil, Argentina y Uruguay, países que producen más de 280 toneladas anuales, cantidad que es consumida en los mercados internos.<sup>11</sup>

El país que sin duda ha sentado las bases de la ranicultura moderna es Brasil, país que ha destacado a nivel internacional por su producción ranícola y desarrollo de tecnología, gracias a su clima favorable (tropical) y a su espíritu emprendedor. La rana toro fue introducida a Brasil procedente de los Estados Unidos y Canadá, adaptándose

favorablemente a las nuevas condiciones climatológicas. Durante la década de los 80's investigadores de este país desarrollaron un revolucionario sistema de engorda de ranas, denominado "de confinamiento" e introdujeron el uso de dietas balanceadas. Los avances biotecnológicos en materia de reproducción controlada y producción masiva de alimento vivo derribaron los obstáculos más importantes, propiciando el desarrollo de esta zootecnia a nivel comercial. A través de la experimentación, algunos productores brasileños han logrado un índice de conversión alimenticia de 1:1 y han reducido el periodo de engorda de 6-7 meses a 120 días (4 meses), con un peso de mercado de 160 g.<sup>1,9,11</sup>

#### 4.3. La Ranicultura en México.

México tiene una tradición singular y muy propia en el consumo de anfibios por el ser humano. Hay evidencias de que en la época prehispánica, cuando las aguas interiores eran mucho más abundantes, el consumo de ranas, renacuajos y ajolotes gozaba de un extraordinario auge y que en los mercados se expendían grandes cantidades de ejemplares adultos y larvas que eran considerados como base de exquisitos platillos. Con el paso del tiempo estos animales fueron desapareciendo de los mercados regionales y sólo la rana permaneció como platillo exquisito y exótico, mientras que el uso de los ajolotes se limitó a prácticas de medicina tradicional, pues se les atribuyen poderes curativos. La cacería de ranas silvestres en cuerpos de agua estacionales para el consumo familiar es una práctica que persiste hasta nuestros días en algunas regiones rurales, especialmente en

zonas muy localizadas del centro y sur del país, sin que hasta hoy existan datos confiables del impacto nutricional y socioeconómico de la rana en estas comunidades.<sup>2, 13, 15, 24, 26</sup>

Por otro lado, México ha sido uno de los pocos países que tradicionalmente ha exportado ranas hacia los Estados Unidos y Canadá. En sus orígenes este mercado era cubierto mediante la cacería de animales silvestres, pero recientemente se han desarrollado técnicas intensivas de cultivo que aseguran la producción consistente de ancas de buena calidad, siendo la península de Yucatán la región que ha experimentado el mayor crecimiento de esta actividad, tanto a nivel comercial como de investigación. Con las nuevas perspectivas tecnológicas, alentadas por una rápida expansión de las actividades de cultivo comercial en Sudamérica, y considerando la estratégica posición geográfica de nuestro país en términos de su cercanía al mercado más importante para productos acuícolas, es de esperarse que la ranicultura intensiva comercial adquiera un papel cada vez más importante en la acuicultura mexicana.<sup>11, 13, 14, 15</sup>

En nuestro país existen, además de la toro, otras especies de ranas comestibles, entre las que se encuentran la *Rana moctezumae*, muy generalizada en el estado de Toluca y en otras regiones del centro de México; la rana leopardo o tigre (*R. pipiens*), muy extendida en las zonas húmedas del país; la *R. palmipens*, propia de Chiapas y Oaxaca, que presenta un régimen selvático más acusado que las anteriores; la *R. pustulosa*, de Zacatecas y Durango; la *R. tarahumarae*, oriunda de Sonora, Chihuahua, Zacatecas y Querétaro y la *R. megapoda*, que incide en zonas de clima templado subhúmedo (Cuadro 23).<sup>2, 8, 13, 18, 20, 24</sup>

CUADRO 23.

Principales especies comerciales de ranas en México, su distribución y su pesquería (Flores-Nava, 1995).<sup>15</sup>

Especie	Distribución geográfica	Origen	Participación en la captura nacional	Tipo de pesquería
<i>Rana pipiens</i>	Ocupa más de 80% de los Estados de la República Mexicana, incluyendo regiones del norte, centro y sur del país.	Endémica	>90 %	Comercial
<i>Rana catesbeiana</i>	Noroeste, occidente y centro del país, abarcando los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Edo. de México.	Introducida de E.U.A.	7 %	Comercial
<i>Rana megapoda</i>	Occidente-centro del país, principalmente Jalisco y Michoacán	Endémica	< 1 %	Comercial / autoconsumo
<i>Rana palmipens</i>	Sur del país - Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Campeche.	Endémica	< 1 %	Autoconsumo
<i>Rana montezumae</i>	Centro del país - Edo. de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala.	Endémica	< 1 %	Autoconsumo

*R. catesbeiana*, originaria de E.U.A., fue introducida a partir de 1925 a varios estados del país. Entre los años de 1945 y 1950 se introdujo un número no determinado de ejemplares adultos procedentes de Florida, E.U.A., que fueron depositados en canales de Los Mochis, Sin. Procedente de esta zona, la especie fue llevada posteriormente a Culiacán, Sin., al Carrizo, Son., al Estado de Morelos y a la parte sur de Tamaulipas. Entre 1962 y 1963 fueron introducidos 40 ejemplares adultos en cuerpos de agua del D.F., 30 ejemplares en el Estado de Morelos, 50 en Veracruz, 235 en Yucatán y 2 460 en Tabasco. En 1972 se introdujeron 5 000 ejemplares adultos en canales del distrito de riego No. 19 de Tehuantepec, Oax. En ese mismo año el Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática puso en marcha el Programa Nacional de Diseminación de la Rana, con el que se diseminaron 4 800 ejemplares adultos y 247 500 renacuajos de *R. catesbeiana*, además de 3 915 ejemplares adultos de *R. pipiens* en diversas localidades del país. Por su parte, *R. megapoda* también fue ampliamente diseminada, especialmente en los estados de Michoacán y Jalisco.<sup>20</sup>

Hasta antes de 1959 la producción de rana se destinaba en un elevado porcentaje al mercado interno y al autoconsumo. Sin embargo, a partir de ese año México empieza a exportar rana hacia Estados Unidos en dos presentaciones: ranas vivas (para fines educacionales y de investigación) y ancas congeladas, con lo que la captura comercial de este anfibio se convirtió en una actividad atractiva en las regiones donde las poblaciones naturales eran más abundantes, sobresaliendo las márgenes de los lagos de Chapala, Pátzcuaro y Yuriria y las áreas lacustres o pantanosas del Estado de México, Tamaulipas, Morelos, Sinaloa, Sonora y Distrito Federal. La

siembra de pies de cría de rana toro tuvo su expresión más notoria en los estados de Sinaloa, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco y Morelos, presentando en sus principios resultados muy favorables, pues el anfibio se aclimató fácilmente y se reprodujo en libertad, dando origen a una considerable cacería de batracios cuyas ancas compraban, empacaban y exportaban algunos empresarios libres y con escasa experiencia.<sup>8,11,20,26</sup>

La cacería de ranas silvestres y la venta de sus ancas era una actividad que permitía mejorar las entradas económicas de los campesinos que dedicaban algunas horas de la noche a la captura, cuando otros quehaceres no reclamaban su atención. Los registros de captura de rana, aparecidos a partir de 1953, indican que, si bien esta actividad tuvo un crecimiento irregular, en el periodo de 1953 a 1961 hubo una producción de 299 147 kg. De tal cantidad, Michoacán cubrió un 36%, Jalisco un 27%, Sinaloa un 20% y Tamaulipas el 8.9%. En el periodo de 1960 a 1967 se registró la producción más alta, arrojando un global de 3 042 847 kg. Sinaloa sobresalió en 1962, año en el que el valor de la producción de rana ocupó el segundo lugar por especies, después del camarón.<sup>20,26</sup>

De acuerdo con datos oficiales, un volumen superior al 90% de la producción anual obtenida se destinaba a la exportación hacia los Estados Unidos, país en el que se consideraba a la rana producida en México como excelente por sus cualidades. Durante esos años la zona de Guasave a Los Mochis, Sin., destacó en esta actividad. Se montaron dos empacadoras que procesaban el producto y existían en ese lugar por lo menos 20 permisionarios que proporcionaban una ocupación complementaria a centenares de trabajadores agrícolas.<sup>8,20,26</sup>

El negocio iba en continuo y considerable incremento e incluso se contemplaban posibilidades de enviarla a otros países cuando, a fines de 1969, el Departamento de Salubridad de los Estados Unidos descubrió que unas partidas de ancas estaban contaminadas con *Salmonella spp.* y cerró sus fronteras a la importación de este producto mexicano, bloqueándose así el único mercado seguro que absorbía la producción.<sup>6, 20, 26</sup>

Al parecer, en algunos de los canales en donde se cazaba al anfibio concurrían drenajes y fosas sépticas que provocaban la contaminación, o bien algunos exportadores descuidaban las medidas higiénicas imprescindibles al preparar el producto. Como el mercado nacional de la rana, apenas incipiente, era incapaz de absorber aquella producción, el ritmo de la captura de estos anfibios se vino abajo, abandonándose la actividad casi por completo. Durante las décadas de los 70's y 80's el mercado norteamericano prácticamente dejó de existir para las ancas de rana mexicanas, pero las importaciones de Japón y de Formosa con las que se intentó suplirlo resultaron insuficientes para la creciente demanda de aquel país.<sup>11, 26</sup>

Los primeros intentos de crianza artificial de ranas que se hicieron en México datan de los años 50's. Los primeros métodos de cultivo se basaban en sistemas extensivos y poco controlados que se adoptaron de los Estados Unidos y Brasil. Estas granjas pioneras consistían en estanques rústicos excavados (a menudo estanques de piscicultura) o canales de irrigación con un área de pradera alrededor en la que se dejaba la vegetación natural o se plantaba pasto y hortalizas

o plantas ornamentales para atraer insectos y proveer protección a las ranas. La alimentación de los renacuajos dependía de los recursos naturales del estanque, mientras que para la alimentación de los adultos se colocaban gusaneras (charolas en las que se ponían desperdicios animales que, al descomponerse, atraían moscas que ovopositaban en ellos; cuando emergían las larvas, éstas caían al estanque, donde eran consumidas por las ranas) y fuentes de luz para atraer insectos durante la noche. Los ranarios se cercaban con una malla perimetral para proteger a las ranas de los depredadores y para evitar que escapasen. En estos sistemas el periodo de cultivo era sumamente variable, así como los índices de sobrevivencia y, consecuentemente, la biomasa producida.<sup>13, 15, 18, 20, 26</sup>

Para 1968, había ranarios comerciales operando en Sta. Cruz de Atizapán y Villa Guerrero, Edo. de México; Laguna de Cuatetelco, Mor.; Venustiano Carranza, Mich.; y en Guasave y Culiacán, Sin., aunque la mayoría de ellos desaparecieron como resultado del cierre de la frontera de los Estados Unidos a las ancas mexicanas.<sup>8, 22, 24</sup>

No fue sino hasta recientemente que, como resultado de normas de protección ambiental más estrictas, de la implementación de restricciones sanitarias para las importaciones de ancas en los Estados Unidos y de la expansión de los mercados internacionales para este producto, que México, así como otros países latinoamericanos, enfocaron su atención hacia la investigación y desarrollo de sistemas controlados de producción intensiva de ranas comestibles, de manera que se asegure la calidad del producto y se impida la depleción de las poblaciones naturales. Así, hoy la ranicultura ha



adquirido un papel relevante como alternativa productiva y rentable ante los niveles de sobreexplotación que se observan en las pesquerías regionales de rana del país.<sup>13,14,15</sup>

Hasta la fecha, Yucatán es el único estado del país que se ha beneficiado de la ranicultura intensiva a escala comercial y en el que, desde 1989, se llevan a cabo importantes proyectos de investigación en este ámbito en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) - I.P.N., Unidad Mérida, de donde han emanado valiosos artículos de divulgación sobre esta biotecnología. Además, en el Centro Acuícola La Paz, en Villa Guerrero, Edo. de México, opera un ranario en el que se llevan a cabo proyectos de investigación, de producción de pie de cría y de disseminación de la *R. catesbeiana*, además de proporcionar asesoría y apoyo técnico a los productores de la región. Cabe destacar que a pesar de que dicho centro se ubica en una región de clima templado, se obtienen ritmos de producción similares a los que prevalecen en el trópico, gracias a que los procesos productivos se realizan en condiciones controladas mediante invernaderos.<sup>13,16,22</sup>

En contraste con los sistemas extensivos de cultivo, los cuales son de simple diseño y operación, caracterizados por un mínimo control del cultivo, ciclo incompleto y producción irregular, los sistemas intensivos son de ciclo completo y un casi total control microambiental. Existen dos tipos de sistema de cultivo utilizados en México: una adaptación tecnológica con algunas variantes del sistema Anfigranja desarrollado en Brasil y el sistema Nah-Much o monofásico desarrollado en el CINVESTAV-Mérida.<sup>13,15</sup>

El primer sistema, llamado método de confinamiento, es el más popular en Yucatán y se caracteriza por que cada una de las etapas de desarrollo se lleva a cabo en diferentes sectores de la granja. La ventaja principal de este sistema es que este manejo individual permite programar la producción a intervalos predeterminados, puesto que se pueden obtener múltiples partidas de renacuajos a lo largo del año (Cuadro 24).<sup>13</sup>

La incubación se realiza en tanques de concreto o acero galvanizado, que pueden ser redondos o cuadrados, en los que se siembran las larvas a razón de una por litro. La alimentación durante la fase acuática consiste en microalgas producidas por cultivos de tilapia, además de un suplemento con un 40 % de proteína. La cantidad de alimento administrado es inversamente proporcional al peso promedio de los renacuajos (desde el 20 hasta el 5 % del peso corporal por día).<sup>13</sup>

El sector de engorda consiste en una o varias naves similares a las que se utilizan en avicultura, que varían de 100 a 300 m<sup>2</sup>. El 30 % del techo se cubre con un material plástico transparente para crear un efecto de invernadero. Una serie de paredes intermedias de concreto dividen la nave en pequeños ranarios de 20 a 40 m<sup>2</sup>, los cuales tienen un piso de concreto y dos pequeños canales en los que los anfibios humedecen su piel. También cuentan con refugios colectivos de madera e implementos para la alimentación. Las ranitas recién metamorfoseadas se siembran a razón de 100 / m<sup>2</sup> y conforme crecen la densidad va disminuyendo hasta llegar a 50 / m<sup>2</sup> durante los últimos dos meses de la engorda. La alimentación durante la fase terrestre consiste en una combinación de

alimento concentrado, similar al que se administra a los renacuajos, y larvas de mosca doméstica cultivadas bajo condiciones controladas. La relación de alimento vivo y alimento artificial puede ser hasta de 1:9 y la ración se administra a razón del 3 al 2 % de su peso corporal por día, dependiendo de su etapa de desarrollo.<sup>1,7,13,22</sup>

La clasificación por tallas es una actividad rutinaria y la rototificación se lleva a cabo aproximadamente una vez por mes, en sincronía con el sector de metamorfosis, de manera que se genera un sistema continuo de cosechas.<sup>11,22</sup>

Por su parte, el diseño monofásico, o método del tanque circular, es un sistema que permite que casi todas las etapas del cultivo se lleven a cabo en la misma infraestructura; esto es, desde la incubación hasta que alcanzan la talla comercial (Cuadro 24). Consiste en la utilización de tanques cilíndricos de concreto o metal, cuyo diámetro varía de 2 - 5 m. La columna de agua se mantiene a 0.45 m y el flujo es de 5 a 10 litros por minuto. El fondo del tanque es ligeramente cónico para facilitar la concentración de desechos, los cuales son removidos mediante un tubo de drenaje central. Cada tanque posee un techo que cubre aproximadamente el 70 % de su área de superficie.<sup>13</sup>

Las frezas se incuban en bastidores flotantes de tela mosquitero y cuando tienen entre 6 y 8 días de edad se recuentan para mantener una densidad de 1 organismo por litro. Antes de que lleguen al clímax metamórfico (entre los 45 y 80 días) se coloca una plataforma de madera en el tanque, la cual cubre aproximadamente el 50 % de la superficie acuática, de forma que las ranitas metamorfoseadas

cuenten con una superficie seca. Las densidades de cultivo a partir de esta etapa van de 100 a 50 ranas / m<sup>2</sup>, hasta que alcanzan la talla comercial. La alimentación en las diferentes etapas de desarrollo es igual a la descrita para el sistema de confinamiento.<sup>11</sup>

CUADRO 24.

Principales características de diseño y manejo de las granjas ranícolas mexicanas (Flores-Nava, A. 1995).<sup>15</sup>

Característica / parámetro	Anfigranja	Nah-Much	Extensivo tradicional
Tipo de infraestructura	Cerrada, polifásica, manejo individual	Circular, semi cerrada, monofásica, manejo individual	Abierta, rústica, manejo colectivo
Control ambiental	Elevado	Elevado	Nulo o reducido
Densidad de siembra de renacuajos	Variable: > 0.5 / L	1 - 4 / L	0.05 - 0.1 / L
Densidad de siembra de ranas	25 - 50 / m <sup>2</sup>	50 - 100 / m <sup>2</sup>	No controlada
Ciclos por año	Múltiples escalonados	Múltiples: 2 - 3	1
Rendimiento promedio en Kg. / m <sup>2</sup>	6.54	11.87	< 0.5

Las granjas ranícolas dependen de un sector de reproducción y de un sector de producción de alimento vivo, cuyos componentes y estrategias de manejo son esencialmente los mismos, cualquiera que sea el sistema de producción utilizado.<sup>11</sup>

El sector de reproducción es un área en la que se recrean las condiciones del hábitat natural de las ranas. Consiste en uno o varios estanques poco profundos en los que se lleva a cabo la reproducción colectiva, con plantas ornamentales en la porción terrestre y aspersores para simular lluvia. Además se provee a las ranas de refugios de madera u otro material distribuidos en el ranario y toda el área se cerca para proteger a los animales de posibles depredadores. La relación macho:hembra es de 1:1 ó 1:2 y se mantiene una densidad de una pareja por m<sup>2</sup>. La alimentación del pie de cría consiste en la combinación de larvas de mosca y un alimento concentrado altamente proteico.<sup>1,7,11</sup>

La producción de alimento vivo es una de las actividades más importantes en las granjas ranícolas. Si bien es cierto que las ranas pueden ser alimentadas con renacuajos, pececillos forrajeros, grillos y otros insectos, la experiencia ha demostrado que las larvas de mosca cultivadas bajo condiciones sanitarias son la fuente de alimento vivo más económico que se puede producir en grandes cantidades.<sup>7,11</sup>

La producción de larvas de mosca se lleva a cabo en una instalación cerrada y bajo condiciones controladas. Para iniciar el moscarío se pueden coleccionar moscas silvestres, las cuales se alojan en cajas de tela mosquitero de 0.3 a 1.0 m<sup>3</sup>,

con una densidad poblacional de 10 000 a 15 000 / m<sup>3</sup> y, una vez que se ha obtenido la tercera generación de larvas (F3), éstas son irradiadas con rayos UV antes de ser incubadas. Este ciclo se repite tres veces antes de que la producción de larvas pueda ser utilizada en la ración de las ranas. Las moscas adultas pueden ser alimentadas con una solución de azúcar o melaza, leche diluida, frutas frescas, pescado cocido o alimentos balanceados que contengan suficiente harina de pescado. Como sustrato de ovoposición puede utilizarse salvado de arroz o de trigo humedecido (50 % de humedad), o bien el desperdicio del alimento balanceado de la sección de engorda. También se ha reportado el uso de desperdicios de pienso porcícola como sustrato de ovoposición, con excelentes resultados. Se considera que la producción promedio de un moscario es de 0.465 g de larvas / caja / semana.<sup>1,7,11,13,22</sup>

En cuanto a la alimentación de los renacuajos, una práctica común consiste en fertilizar los estanques con fertilizantes orgánicos o inorgánicos para establecer una comunidad planctónica a base de la cual se alimentarán los organismos. Además, mediante la producción de tilapia en un estanque al aire libre se puede obtener, a través de los nutrientes aportados por sus heces, un policultivo natural de microalgas, las cuales se administran a los renacuajos. También se pueden utilizar sustratos artificiales recubiertos con una capa de alimento y colocados verticalmente en las piletas de renacuajos como un método para optimizar el uso del mismo y obtener mejores tasas de desarrollo.<sup>4,10,13,22</sup>

En cualquiera que sea el sistema utilizado la calidad del agua es uno de los factores más importantes a considerar en

la crianza artificial de ranas, al igual que en cualquier otra actividad acuícola. Las elevadas densidades poblacionales, la mayor productividad y el uso de suplementos alimenticios favorecen el establecimiento elevadas concentraciones de nutrientes en el agua e inestabilidad de los parámetros fisicoquímicos, situaciones que requieren del establecimiento de controles estrictos mediante recambios continuos de agua, remoción mecánica de sólidos y aireación. Por otro lado, el agua de desecho, rica en nutrientes, ofrece un potencial importante para la irrigación de algunos cultivos agrícolas.<sup>12</sup>

En las granjas ranícolas del sureste de nuestro país la integración de esta acuicultura con la agricultura es una práctica común. El agua proveniente de los diferentes sectores de la granja es recolectada en una cisterna en donde se lleva a cabo la separación de sólidos, los cuales son utilizados como sustrato para la producción de humus a partir del cultivo de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*), mientras que la porción líquida se usa para la irrigación de vegetales, como el chile, o árboles frutales. Este sistema integral permite obtener un beneficio económico adicional a la cría de ranas, además de que reduce la contaminación de los acuíferos mediante la filtración biológica (Fig. 11).<sup>13</sup>



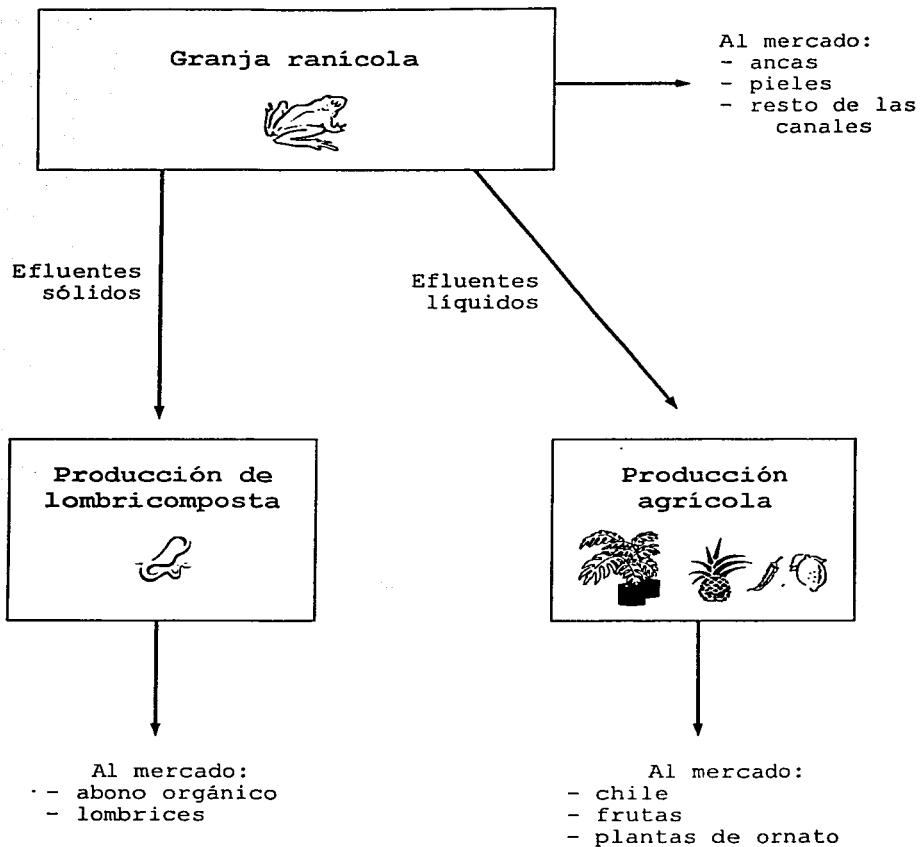


FIGURA 11

INTEGRACION DE LA RANICULTURA CON LA PRODUCCION DE ABONO ORGANICO Y LA PRODUCCION AGRICOLA

El rápido crecimiento de la ranicultura intensiva a nivel comercial, especialmente en Yucatán, ha estimulado el interés de otras zonas del país, especialmente de aquellas en las que *R. catesbeiana* y *R. pipiens* son naturalmente abundantes, con lo que se espera que en un futuro se incremente el número de granjas y, consecuentemente, las exportaciones hacia los mercados norteamericano y europeos. Además, se están llevando a cabo proyectos para diversificar la presentación del producto y se espera que estos mercados se expandan para productos de rana con un valor agregado (ancas enlatadas, paté de rana, harina de rana, artículos de piel de rana, etc.).<sup>13,15</sup>

Así, el mercado internacional para la rana toro mexicana se abre con perspectivas amplias si se mantiene la regularidad en la producción y en la calidad de los productos, por lo que en la medida en que se instalen más plantas procesadoras con control sanitario y de calidad, el mercado será más estable.<sup>13,15</sup>

En cuanto a las pesquerías en nuestro país, la captura de ranas en el Estado de Sinaloa representa una actividad que, según un reporte de 1993, agrupa a 570 personas oficialmente autorizadas, siendo la captura de *R. pipiens* la que aporta el 93% del volumen total. Los volúmenes de captura reportados en dicho Estado para el periodo de 1989 a 1992 oscilaron entre los 352 470 y los 232 301 Kg. Existen tres niveles de distribución en Sinaloa: el primero corresponde a permisionarios en pequeño que destinan su producto al mercado regional y a compradores mayores; el segundo nivel lo constituyen permisionarios mayores que compran las ranas vivas a los raneros o bien a los permisionarios menores y que

cuentan con infraestructura para procesar las ancas, las cuales son comercializadas tanto en el mercado nacional como hacia los Estados Unidos; el tercer nivel de distribución corresponde a empresas que compran la rana entera y la sacrifican y procesan mediante productos químicos, tiñendo sus órganos internos. Este producto es destinado hacia los Estados Unidos y Canadá como material didáctico para las escuelas de nivel medio y medio superior. El mismo reporte concluye que el recurso de rana en el Estado de Sinaloa, lejos de estar en riesgo, se encuentra subexplotado y que el nivel de rendimiento anual máximo sostenible podría alcanzarse cuando se exploten aproximadamente 3 500 toneladas, es decir, 10 veces más que en el año en el que se realizó el estudio.<sup>8</sup>

Por otro lado, actualmente se está llevando a cabo un estudio ecológico-poblacional de *Rana pipiens* en el Estado de Quintana Roo con el objeto de evaluar su potencial pesquero y diseñar un esquema de administración racional del recurso.<sup>15</sup>

## 5. Anexo 2

5.1. Normas internacionales (FAO/OMS)<sup>7</sup> para la elaboración, manipulación, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de ancas de rana.

### a) *Requisitos de Higiene en la Zona de Producción/Recolecta*

- **Higiene del medio:** Se deberá proteger a las ranas contra desechos de origen humano, animal, doméstico, industrial y agrícola, que puedan constituir un riesgo para la salud.

Los tratamientos con agentes químicos, biológicos o físicos para el control o prevención de enfermedades y plagas deberán aplicarse únicamente bajo supervisión del técnico.

- **Recolección y producción:** Los métodos y procesamientos que se empleen no habrán de constituir un riesgo para la salud ni provocar la contaminación o deterioro del producto (magulladuras, exposición a temperaturas desfavorables, etc.).

El equipo y los recipientes deberán limpiarse y, en caso necesario, desinfectarse. Las ranas menos activas, heridas y parasitadas se deben desechar durante la recolecta para su posterior eliminación.

- **Almacenamiento:** Todos los procesos de manipulación deben ser de tal naturaleza que impidan la contaminación de la materia prima; se utilizará equipo de refrigeración si las

distancias a que se ha de transportar el producto así lo requieren.

**b) Establecimiento: Proyecto e Instalaciones**

- **Ubicación:** Se situarán en zonas exentas de olores objetables, humo, polvo, inundaciones y contaminantes. Las vías de acceso que se localicen dentro del recinto o en sus inmediaciones deberán estar pavimentadas o aptas para la circulación.
- **Instalaciones:** La construcción será sólida, contando con los espacios suficientes para la operación.

Las operaciones deben realizarse con las debidas condiciones higiénicas y por medios que regulen la fluidez del proceso de elaboración desde la llegada de la materia prima a los locales hasta la obtención del producto terminado, garantizando condiciones de temperatura apropiadas para el proceso de elaboración y el producto.

Zonas de manipulación de alimentos: Los suelos, paredes, techos, ventanas y puertas deberán ser de materiales impermeables, lavables, antideslizantes y atóxicos.

Cuando así proceda, los establecimientos deberán estar dotados de medios para controlar el acceso a los mismos. Se dispondrá de instalaciones para mantener las ancas de rana en estado de refrigeración.

Instalaciones sanitarias: La potabilidad del agua estará regulada por las normas internacionales de la OMS.

Las bombillas y lámparas que estén suspendidas sobre el material alimentario en cualquiera de las fases de

producción deben ser de tipo de seguridad y estar protegidas; el alumbrado no deberá alterar los colores y la intensidad no deberá ser menor de:

---

540 lux (50 bujías pie) en todos los puntos de inspección.

---

220 lux (20 bujías pie) en las salas de trabajo.

---

110 lux (10 bujías pie) en otras zonas.

---

La ventilación deberá evitar el calor excesivo, la condensación del vapor y el polvo. La dirección de la corriente de aire no deberá ir nunca de una zona sucia a una zona limpia.

Todo el equipo y utensilios deberán estar diseñados de modo que prevengan los riesgos contra la higiene y permitan su fácil limpieza y desinfección; los recipientes para materiales no comestibles y desechos también deberán ser herméticos.

**c) Establecimiento: Requisitos de Higiene**

- **Limpieza y desinfección:** Se deberá cumplir con los requisitos de la comisión del *CODEX alimentarius*, FAO/OMS, sobre las normas alimentarias de higiene.
- **Almacenamiento y eliminación de desechos:** El material de desecho deberá manipularse de manera que se evite la

contaminación de los alimentos o del agua potable; asimismo, deberán retirarse de las zonas de manipulación de alimentos y otras áreas de trabajo, todas las veces que sea necesario y por lo menos una vez al día. Los receptáculos utilizados se limpiarán y desinfectarán inmediatamente.

- **Requisitos sanitarios:** Se establecerá un calendario de limpieza y desinfección permanente con objeto de que estén limpias todas las zonas, equipos y materiales más importantes.

Se impedirá la entrada en los establecimientos y en las zonas circundantes a todo animal no sometido a control o que pueda representar un riesgo para la salud, así como se inspeccionarán periódicamente para cerciorarse de que no exista infestación. En caso de que se presente alguna plaga se deberán adoptar las medidas de erradicación, bajo supervisión del personal técnico a cargo.

Las personas que manipulen alimentos recibirán una instrucción en materia de manejo e higiene de alimentos a fin de que sepan adoptar las precauciones para evitar su contaminación. Asimismo, aquellas personas que sean vectores de una enfermedad transmisible o que tengan heridas infectadas, infecciones cutáneas, llagas o diarrea no deberán trabajar bajo ningún concepto en la zona de manipulación de alimentos.

**d) Establecimiento: Requisitos Higiénicos de la Elaboración**

- **Materia prima:** El establecimiento no deberá aceptar ninguna materia prima que contenga parásitos,

microorganismos o sustancias tóxicas, descompuestas o extrañas que no sean reducidas a niveles aceptables por los procedimientos normales de clasificación, preparación y elaboración.

Deberá asignarse a cada empleado un lugar y función concreta en la línea de elaboración para impedir que se desplacen de zonas contaminadas a otras zonas menos contaminadas.

Todo el equipo y los utensilios empleados en la elaboración de ancas de rana deberán destinarse exclusivamente a ese fin.

- **Empleo de agua:** En la manipulación de alimentos sólo deberá utilizarse agua potable conforme a lo establecido por la Organización Mundial de la Salud.

Se podrá utilizar agua no potable con fines de producción de vapor, refrigeración y otros análogos no relacionados con los alimentos.

Cuando se use agua clorada el residuo de cloro libre se mantendrá de forma que no exceda la concentración adecuada mínima para el uso previsto. No se dependerá de los sistemas de cloración para solucionar todos los problemas higiénicos. El uso indiscriminado de cloro no compensará las condiciones antihigiénicas en un establecimiento de elaboración.

- **Prácticas operativas:** La cantidad de ancas y ranas recibidas para la elaboración deberá regularse y programarse a fin de impedir la proliferación de microorganismos patógenos y causantes de descomposición.

Los procedimientos de toma de muestras e inspección para evaluación de las ranas o ancas recibidas no deberán dar



lugar a demoras excesivas en la entrada de la línea de elaboración.

Los métodos de conservación y los controles necesarios deberán ser tales que eviten un riesgo para la salud dentro de los límites de una práctica comercial correcta. Se recomienda utilizar agua clorada, hasta un contenido de cloro residual libre de 10 a 40 ppm para reducir la proliferación de microorganismos en la planta y durante los procesos de manipulación, corte, desuello, recorte y clasificación.

- **Operaciones preparatorias:** El lavado de las ranas deberá efectuarse en agua corriente (por lo menos 24 horas) en un recipiente limpio, con un falso fondo de alambre, dotado de una serie de salidas a un lado del fondo y una serie de entradas del agua en la parte superior del lado opuesto al de las salidas, con objeto de eliminar el cieno, las heces e inmundicias.

Antes de proceder al sacrificio de las ranas, habrá que insensibilizarlas con electricidad o agua helada; evitando el sufrimiento durante el corte, se separará la cabeza del cuerpo destruyendo el cerebro.

Las patas traseras se cortan extendiéndolas completamente y separándolas mediante un corte practicado muy cerca de la cintura, de forma que no se dañen los intestinos. Las vísceras, cloaca y piel circundante se eliminan.

Las ancas deberán lavarse y desangrarse inmediatamente después del corte y sumergirse en salmuera enfriada (máximo 4°C) para impedir la formación de coágulos. Si se han de elaborar las ancas inmediatamente después del sangrado, habrá que despellejarlas antes de la inmersión

en salmuera; si no se elaboran habrá que dejarles la piel para reducir la posibilidad de contaminación de las carnes.

Después del desuello y el recorte de los pies se recortarán las ancas eliminando los trozos de membranas y de carne. Durante esta operación habrá que examinarlas cuidadosamente para descubrir la presencia de parásitos, magulladuras, coágulos y otros defectos.

Las ancas desolladas y recortadas deberán ser lavadas con varios recambios de agua a 4° C. Esta agua deberá estar clorada según lo indicado en las prácticas preparatorias. La clasificación de tamaños se hará antes del envasado y congelación.

**e) Conservación y Transporte para Ulterior Elaboración**

- Las ancas de rana que no hayan sido elaboradas inmediatamente deberán enfriarse por lo menos a 4°C y conservarse hasta la siguiente fase de elaboración. El enfriamiento deberá hacerse en un refrigerador de chorro o con otro equipo apropiado. No deberán utilizarse salas de refrigeración para enfriar las ancas, sino sólo para mantenerlas refrigeradas después del enfriamiento.
- **Envasado:** Se realizará en condiciones que excluyan la contaminación del producto. Las ancas deberán estar envueltas higiénicamente e individualmente en película de polietileno o metidas en pequeñas bolsas de polietileno.
- **Congelación:** Las ancas deben congelarse en el menor tiempo posible. No deberán congelarse ancas magulladas,

estrujadas o quebradas; después de la refrigeración el material deberá llevarse a una cámara frigorífica, cuya temperatura no será más alta de  $-18^{\circ}$  C.

**f) Almacenamiento y Transporte del Producto Terminado**

- El producto terminado deberá almacenarse y transportarse en condiciones tales que excluyan la contaminación y/o proliferación de microorganismos. Se inspeccionará periódicamente el producto terminado a fin de que sólo se expidan alimentos aptos para el consumo humano, siguiendo el orden de enumeración de las partidas.
- Las ancas congeladas deben almacenarse a una temperatura uniforme baja a fin de evitar una pérdida considerable de calidad. Las cámaras frigoríficas deberán funcionar a  $-18^{\circ}$  C. El Código de Prácticas para el Pescado Congelado de la FAO/OMS expone los requisitos más detallados para la construcción y funcionamiento de una cámara frigorífica.
- Los establecimientos deben tener acceso a un control de laboratorio sobre la calidad sanitaria del producto elaborado; los procedimientos de laboratorio empleados se ajustarán a los métodos reconocidos a fin de que los resultados puedan interpretarse fácilmente. En caso necesario deberán tomarse muestras representativas de la producción para determinar la inocuidad e higiene del producto, la cual debe cumplir con las normas del *CODEX alimentarius* sobre plaguicidas y aditivos o los requisitos que establezca cada país en donde se venda el producto.

## 6. LITERATURA CITADA

- 1) Aguilar IF. Aspectos generales sobre las ranas y su cultivo. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Pesca. Serie: Trabajos de Divulgación 1963;V(49):1-12.
- 2) Cruz ChA. Elaboración de un proyecto de inversión para una explotación ranícola en el Estado de Morelos (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM,1993.
- 3) Flores-Nava A. An overview of frog farming in Mexico. In: Nambiar, K.P.P. and Singh (Editors). International Conference on Aquaculture; 1994 aug 29-31; Colombo, Sri Lanka. Infofish/Sri Lanka Export Development Board, 1995:131-137.
- 4) Juárez PJR. La explotación de la rana en México. Situación actual y perspectivas. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales; 1976 noviembre 3-5; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México. México (DF): Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa,1976:219-233.
- 5) Mayes AI. Folleto instructivo para la cría artificial de la rana comestible, Rana-Toro (*Rana catesbeiana* Shaw). México: Banco Nacional de Crédito Ejidal SA de CV, 1968.
- 6) FIRA-Banco de México. Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie agroindustrias. Acuicultura. México (DF):FIRA,1986.
- 7) Lili MA, Pineda VG. Manual de producción comercial de rana toro. Instructivo Para Productores. México:Dirección de

Acuacultura de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de México, 1996.

- 8) Rubin RR. La rana y su explotación. México: Intercontinental, 1979.
- 9) Hernández-Briz VF. La rana. Cría y explotación. España: Mundi-Prensa, 1989.
- 10) García VJ. Descripción y análisis de los componentes teóricos de un proyecto agropecuario (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1984.
- 11) Arce CBA, Ramírez JJ, Benítez MG. Formulación y evaluación de proyectos de inversión agropecuarios. México: Colegio Estatal de Ingenieros Agrónomos de Veracruz AC, 2001.
- 12) Nacional Financiera SNC. Dirección de Capacitación y Asistencia Técnica. Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión. México (DF):NAFIN, 1998.
- 13) Dirección de Acuacultura de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de México. Folleto informativo. Producción comercial de rana toro. México (Edo. Mex.):SEDAP, 1997.
- 14) Donizete TR. A Technological revolution in frog culture in Brazil. Aquaculture Magazine 1993; march/april:42-48.
- 15) Flores-Nava A. Situación actual y perspectivas de la ranicultura y el mercado de rana en México. 1st International Meeting on Frog Research and Technology & VIII ENAR - Encontro Nacional de Ranicultura; 1995 fevereiro 03-08; Viçosa (MG) Brasil. Anais III, 1995:61-67.

- 16) Martínez OM. Procesamiento para la comercialización de la rana toro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). México: Instituto Tecnológico del Mar No. 1, Boca del Río-Veracruz, 1996.
- 17) Adams IK, Bruinsma AC. Intensive commercial bullfrog culture. A Brazilian experience. *Aquaculture Magazine* 1987; jul-aug:28-44.
- 18) Instituto Nacional de Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz; I y II. México: INEGI, 1996.
- 19) FIRA-Banco de México. Boletín informativo. Aplicación de la tasa de rentabilidad financiera en proyectos agropecuarios. *FIRA* 1993; XXVI(255):25-50.
- 20) Ryan MJ. The reproductive behavior of the bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Copeia* 1980; 1:108-114.
- 21) Culley DD. Bullfrog culture. In: Nash CE, editor. *Production of aquatic animals. Crustaceans, molluscs, amphibians and reptiles*. Amsterdam: World Animal Science C4, 1991:185-208.
- 22) Flores-Nava A, Gasca-Leyva E, Gil-Trava E. Resultados preliminares del cultivo experimental intensivo de rana toro *Rana catesbeiana* Shaw en el CINVESTAV-Mérida, México. 7° Encuentro Nacional de Ranicultura, 2° Seminario de Ranicultura; 1992 abril 6-9; Rio de Janeiro (RJ) Brasil. Brasil (RJ): Associação dos Ranicultores do Estado do Rio de Janeiro, 1992:71-83.
- 23) Chávez OEA, Valdéz OV, Salgado BJ. La explotación de rana y su disponibilidad en el Estado de Sinaloa. Mazatlán (Sinaloa): Instituto Nacional de la Pesca, 1993.
- 24) Flores-Nava A. Estado actual de la investigación y el desarrollo tecnológico en ranicultura en México. 1st

International Meeting on Frog Research and Technology & VIII ENAR - Encontro Nacional de Ranicultura; 1995 fevereiro 03-08; Viçosa (MG) Brasil. Anais II,1995:151-153.

- 25) Boyd CE. Water quality management and pond fish culture. The Netherlands: Elsevier Science Publ,1982.
- 26) Flores-Nava A, Gasca-Leyva E. Growth and feed conversion of *Rana catesbeiana* tadpoles provided with artificial grazing substrates. World Aquaculture '94 Book of Abstracts; 1994 january 14-18;New Orleans (Loui) USA.World Aquaculture Society,1994:261.
- 27) Flores-Nava A, Valdés-Lozano D, Real-De León E. Water quality in bullfrog *Rana catesbeiana* tadpole rearing tanks and potential agricultural reuse of wastewater. The Annual Meeting of the World Aquaculture Society; 1996 jan 29-feb 2; Bangkok, Thailand. World Aquaculture Society,1996:129-130.

## 7. Recetario

### *Ranas a la Milanese*

- ✓ 6 ranas
- ✓ aceite de oliva
- ✓ 1 vaso de jugo de limón
- ✓ huevo batido
- ✓ pan molido
- ✓ sal y pimienta al gusto

Se lavan y se limpian perfectamente las ranas y se preparan con sal, pimienta y bastante jugo de limón. Se pasan por huevo batido y después por pan molido. Luego se fríen en el aceite de oliva hasta que queden doraditas. Se sirven con papas fritas, perejil picado y salsa de tomate o jitomate.

### *Ranas Saltadas*

- 12 ranas
- ✓ sal, pimienta y limón al gusto
- ✓ 1 cebolla grande picada
- ✓ 1 cucharada de perejil picado
- ✓ seis jitomates pelados y picados
- ✓ 1 vaso de vino blanco

Se lavan y cortar por la mitad las ranas y se preparan con sal, pimienta y limón. Se dejan reposar una hora y se secan bien con una servilleta. Posteriormente se fríen en una cacerola con media taza de aceite y, cuando estén doradas, se agregan la cebolla y los jitomates. Se agrega el vino y el perejil y se sazona con sal. Se tapa la cacerola y se deja a fuego lento hasta que la salsa esté espesa y las ranas cocidas.



### **Ranas a la Francesa o "a la Pulette"**

- ✓ 6 pares de ancas de rana
- ✓ 1 cucharadita de mantequilla
- ✓ 2 cucharadas de harina
- ✓ 2 yemas de huevo
- ✓ ½ lata de hongos comestibles
- ✓ 1 limón verde
- ✓ sal y pimienta al gusto

Cortar las ancas en trozos de 1.5 cm y se preparan con sal, pimienta y limón. Ponerlas en una cazuela, cubrir las con agua y dejarlas cocinar hasta que la carne esté blanda. Cuando esté lista, se prepara la salsa de la siguiente manera: se calienta la mantequilla mezclándola con la harina y se le agregan los hongos cuando comience a hervir. Se sazona con sal y pimienta y se le agregan los trozos de rana. Entonces se deja hervir por 10 minutos. Luego se batan las yemas, se mezclan con la carne que ya se ha sacado del fuego y se revuelven bien. Se agrega el jugo de medio limón y se sirven.

### **Ancas de Rana con Hongos**

- ✓ 12 pares de ancas
- ✓ 1 cucharada de mantequilla
- ✓ 1 cucharada de harina
- ✓ ¼ copa de vino rojo o blanco
- ✓ 2 huevos
- ✓ ¼ copa de jugo de tomate
- ✓ ¼ copa de agua
- ✓ ¼ kg. de hongos comestibles
- ✓ ¼ taza de crema de leche
- ✓ sal y pimienta al gusto

Se limpian bien las ancas, se les echa sal y pimienta, se bañan con vino, se les deja sazonar por 2 horas, se pasan después a una cacerola pequeña y se les agregan los hongos pelados y la media copa de agua. Se cocinan así por 2 horas. Se pone a hervir agua con harina y, cuando está en su primer hervor, se agrega el jugo de tomate, la carne de rana y los hongos. La crema de leche y los huevos se baten juntos y se agregan después a la carne. Se cocinan por 10 minutos y se sirven.

#### **Ancas en Adobo**

- ✓ 12 pares de ancas de rana
- ✓ 2 jitomates
- ✓ 6 chiles anchos
- ✓ 1 cebolla chica
- ✓ 2 dientes de ajo
- ✓ aceite, sal y pimienta

Los jitomates se asan y se pelan. Los chiles se asan, se desvenan y se remojan. Luego se licúan los chiles, los jitomates, los ajos y la cebolla y la mezcla se fríe hasta que sazone, añadiendo sal y pimienta. Aparte se fríen las ancas durante 5 minutos y se agrega la salsa, friendo todo a fuego lento durante 10 minutos más.

#### **Ancas Fritas a la Pio Lindo**

- ✓ ancas de rana
- ✓ leche
- ✓ manteca
- ✓ limón

Se limpian bien las ancas, se vacían en un recipiente que contenga leche y se fríen en una cazuela o sartén con abundante manteca bien caliente. Cuando estén fritas flotarán sobre la superficie y entonces se sirven con limón al gusto.

#### ***Ranas Capeadas en Salsa Verde***

- ✓ ancas de rana
- ✓ cebolla, ajo, pimienta y sal
- ✓ harina
- ✓ 1 huevo
- ✓ chile verde serrano y cilantro

Se cuecen las ancas en agua hasta el primer hervor, con cebolla, ajo y sal, hasta que la carne esté suave. Se espolvorean con harina, pimienta y sal de cocina. En una vasija se bate la clara a punto de turrón, luego se añade la yema y se vuelve a batir. Las ancas se capean y se fríen con bastante aceite o manteca. La salsa se prepara de la siguiente manera: se muele el ajo, la cebolla, el chile y el cilantro. Se fríe y se echa agua fría en una cazuela en donde se pone a cocer la salsa por 20 minutos. Las ancas ya fritas se pasan a la salsa y se sirven.

#### ***Ancas en Fritura***

- ✓ ancas de rana
- ✓ aceite
- ✓ vinagre
- ✓ harina
- ✓ mantequilla
- ✓ sal y pimienta

Se lavan las ancas en agua fría y se adoban durante una o dos horas en una baño de aceite y vinagre que lleve algo de sal y pimienta. Luego se rebozan en harina y se fríen en mantequilla o aceite. Cuando adquieran un color ámbar, se retiran del fuego y se sirven con una guarnición de setas. También se les puede freír después de haberlas rebozado en una masa ligera, preparada con harina, leche y huevos batidos con sal y pimienta.

#### *Ancas en Salsa de Pollo*

- ✓ ancas de rana
- ✓ mantequilla
- ✓ harina
- ✓ puré de tomate
- ✓ leche o vino blanco
- ✓ crema
- ✓ cebolla picada
- ✓ perejil
- ✓ tomillo
- ✓ laurel
- ✓ sal y pimienta

En una cacerola se funde una porción de mantequilla a fuego moderado, agregando un poco de harina y puré de tomate. Seguidamente se añade leche o vino y se remueve continuamente, sazonando con sal, pimienta, cebolla, perejil, tomillo y laurel. Rehogár durante un cuarto de hora. En esta masa se añaden las ancas, dejándolas a fuego moderado durante 15 minutos. Retirar la cacerola del fuego y espesar la salsa, batiendo crema o leche, que se verterá sobre las ancas momentos antes de servir las.

### ***Anclas en Salsa Verde***

- ✓ anclas de rana
- ✓ harina
- ✓ cebolla finamente picada
- ✓ perejil picado
- ✓ caldo de ave o de pescado
- ✓ aceite o mantequilla

Las anclas de rana rebozadas en harina se fríen en aceite o mantequilla, colocándolas en una fuente de horno cuando estén doradas. Aparte, en una sartén se pone un poco de aceite o mantequilla y se fríe la cebolla. A fuego lento, se agrega el caldo de ave o pescado, añadiendo harina, hasta formar una crema muy clara que se sazona con la sal y el perejil. Cuando la crema espese, se verterá sobre las anclas de rana. La fuente de anclas recubiertas con la crema se pone en el horno a temperatura alta durante 15 minutos, pasados los cuales se gratinará.