



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"EVALUACION PRELIMINAR DE UN SISTEMA  
ACOPLADO DE DESOVE E INCUBACION MASIVOS  
PARA LA REPRODUCCION CONTROLADA DE LA  
CARPA HERBIVORA, *Ctenopharyngodon idellus*  
(Valenciennes, 1844)"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A :**

**SERGIO ESCARCEGA RODRIGUEZ**



MEXICO, D. F.



1995

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:  
"EVALUACION PRELIMINAR DE UN SISTEMA ACOPLADO DE DESOVE E INCLUBACION  
MASTIVOS PARA LA REPRODUCCION CONTROLADA DE LA CARPA HERBIVORA,  
CTENOPHARYNGODON IDELLUS (VALENCIENNES, 1844)"

realizado por ESCARCEGA RODRIGUEZ SERGIO

con número de cuenta 7207639-0 , pasante de la carrera de  
BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	M. EN C. MARIA TERESA CASTREJON OSORIO
Propietario	
Propietario	M. EN C. SIVIA TORAL ALMAZAN
Propietario	BÍOL. MA. EUGENIA MONCAYO LOPEZ
Suplente	M. EN C. ROSA MARTHA ORTEGA LOJERO
Suplente	BÍOL. REBECA MA. ACEP-RIVAS

*[Handwritten signatures and initials]*  
 R. M. Ortega L.  
*[Signature]*

Consejo Coordinador de Biología  
  
 COORDINACIÓN GENERAL  
 DE BIOLOGIA

**A MIS PADRES**

**IGNACIO Y ALICIA, CON PROFUNDO AFECTO Y AGRADECIMIENTO.**

**A NORMA Y A MIS HIJOS**

**JOSUE, NORMA ALICIA, SURAY Y SERGIO IGNACIO**

•

**A MIS HERMANOS**

**FRANCISCO, IGNACIO, ANGELICA Y FELIPE**

I

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
LISTA DE TABLAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	VII
 Capítulo	
I. INTRODUCCION.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Posición taxonómica de la especie.....	3
2.2 Características biológicas de la especie.....	3
2.2.1 Morfología.....	3
2.2.2 Hábitat y nicho ecológico.....	3
2.2.3 Ciclo de vida.....	4
2.3 Distribución.....	5
2.4 Importancia de la especie en la acuicultura....	6
2.5 Antecedentes sobre su cultivo y reproducción controlada.....	8
2.5.1 Cultivo.....	8
2.5.2 Reproducción inducida.....	8
2.5.3 Tecnología de su reproducción en México.	11
2.5.4 Problemática de las tecnologías convencionales de propagación.....	12
2.5.5 Utilización de sistemas acoplados de desove e incubación.....	12
2.6 Descripción del sistema.....	14
III. OBJETIVOS.....	16
IV. METODOLOGIA.....	17
4.1 Localización y características del Centro.....	17
4.1.1 Descripción del área.....	17
4.1.2 Ubicación geográfica.....	17
4.1.3 Clima.....	17
4.1.4 Características básicas del Centro.....	18

## II

Capítulo	Página
4.2 Trabajos de campo.....	18
4.2.1 Cultivo de reproductores.....	18
4.2.2 Selección de reproductores.....	19
4.2.3 Estabulación predesove.....	19
4.2.4 Inducción hormonal.....	19
4.2.5 Sitio de aplicación.....	20
4.2.6 Transferencia al sistema acoplado.....	20
4.2.7 Manejo del sistema.....	20
4.3 Trabajos de gabinete.....	21
4.3.1 Evaluación de los parámetros principales	21
4.3.1.1 Determinación del margen de ovulación.....	21
4.3.1.2 Determinación del porcentaje de fertilización.....	22
4.3.1.3 Evaluación del índice de eclosión.....	22
4.3.2 Determinación de parámetros complementarios.....	23
4.3.2.1 Cuantificación de alevines.....	23
4.3.2.2 Estimación del número de óvulos liberados.....	23
4.3.2.3 Monitoreo de la calidad del agua.....	23
V. RESULTADOS.....	25
5.1 Margen de ovulación.....	25
5.2 Porcentaje de fertilización.....	25
5.3 Evaluación del índice de eclosión.....	26
5.4 Parámetros complementarios.....	26
5.4.1 Cuantificación del número de alevines...	26
5.4.2 Número de óvulos producidos.....	27
5.4.3 Monitoreo de la calidad del agua.....	27
VI. DISCUSION.....	28
VII. CONCLUSIONES.....	31
VIII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	35

### III

## R E S U M E N

Con el objeto de dar a conocer la utilización de un sistema nuevo en México para la producción a gran escala de alevines de ciprinidos autóctonos de huevo pelágico de importancia acuacultural, y de contribuir al mejoramiento de los esquemas que se aplican actualmente en nuestro país para la propagación de estas especies, se realizó el presente trabajo para evaluar la eficiencia de un sistema acoplado de desove e incubación, con cosecha automática de huevo, para la reproducción controlada de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), en términos de los márgenes de desove, fertilización de los óvulos y eclosión que fueron obtenidos.

El trabajo fue realizado en el Centro Acuícola El Peaje, unidad de producción masiva de crías de peces para el fomento de la acuicultura de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno Federal en el Estado de San Luis Potosí, en los meses de mayo a julio de 1994, con la instrumentación de 8 montajes de desove, y la participación de un total de 31 hembras y 62 machos de esta especie.

Con el desove obtenido en 22 hembras se logró un porcentaje global de ovulación del 71%, un 84% de fertilización, y del 69% de eclosión; con lo que fue factible producir un total de 3'668,000 alevines, logrando un rendimiento productivo de poco más de 50,500 alevines viables, de 3 a 5 días de eclosión, por kilogramo de peso en las hembras que alcanzaron la ovulación.

De los resultados obtenidos se concluye que el sistema presenta un alto grado de eficiencia, ya que los índices logrados son muy similares a los que se obtienen con la aplicación de la técnica artificial de desove, con la diferencia de que se reduce de manera notable la aplicación de mano de obra y la manipulación de los reproductores, en contraste con la técnica mencionada.

#### IV

#### AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar un sincero reconocimiento a la Maestra Ma. Teresa Castrejón Osorio, responsable del área de Reproducción de Peces del Laboratorio de Biología de la Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, quién amablemente fungió como directora del presente trabajo, por su valiosa orientación y por el gran apoyo que brindó al suscrito en todos sentidos para la realización del mismo.

A la M. en C. Silvia Toral Almazán, Biól. Ma. Eugenia Moncayo López, M. en C. Rosa Martha Ortega Lojero, y a la Biól. Rebeca Ma. López Rivas, por la revisión y las valiosas observaciones vertidas al documento.

Al personal de operación del Centro Acuícola El Peaje, por su esfuerzo, calidad y empeño en el desarrollo de su trabajo, lo que permitió la ejecución de este trabajo.

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Entre Páginas
1. Resumen de los resultados logrados por diversos autores en la reproducción inducida de <i>C. idellus</i> .	10-11
2. Registro de la producción de crías de carpa herbívora en el Centro Acuícola El Peaje.....	13-14
3. Descripción de los 22 estadios del desarrollo embrionario de las carpas chinas.....	22-23
4. Resumen de los resultados logrados en la determinación del índice de ovulación en las hembras de <i>C. idellus</i> .....	25-26
5. Resultados obtenidos en la determinación de los índices de fertilización y eclosión en <i>C. idellus</i> .	26-27
6. Desglose de los resultados obtenidos en la determinación de los índices de fertilización y eclosión.....	26-27
7. Resultados en la determinación del número de alevines obtenidos por montaje de desove.....	26-27
8. Registro de parámetros de la calidad del agua.....	27-28

## VI

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Entre Páginas
1. Registro de la producción de crías de carpa herbívora ( <i>C. idellus</i> ) en el Centro Acuícola El Peaje (1983-1994).....	13-14
2. Plano de planta del sistema acoplado.....	14-15
3. Plano estructural.....	14-15
4. Esquema sobre el funcionamiento del sistema.....	15-16
5. Desarrollo ontogénico de la carpa herbívora.....	22-23
6. Relación entre la temperatura del agua y el tiempo de efecto en la ovulación de <i>C. idellus</i> .....	25-26
7. Comportamiento de los índices de eficiencia obtenidos en la evaluación de los parámetros principales.....	26-27
8. Resumen esquematizado de los márgenes promedio de eficiencia obtenidos.....	26-27

VII

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía	Entre Páginas
1. Aspecto de un ejemplar de carpa herbívora.....	3-4
2. Aspecto general del sistema acoplado de desove e incubación.....	14-15
3. Detalle del suministro tangencial de agua en el desovadero circular.....	14-15
4. Detalle de los suministros de agua a la incubadora y rejillas de filtración del área de desfogue	14-15
5. Detalle de la acometida del tubo de desagüe del desovadero en la incubadora de canal circulante..	14-15
6. Aspecto del ducto de descarga y de la pileta de cosecha de la incubadora.....	14-15
7. Panorámica general del área de ubicación del Centro Acuícola El Peaje.....	17-18
8. Aspecto de la captura y selección de reproductores de <i>C. idellus</i> .....	19-20
9. Marcaje de los reproductores en el dorso de la cabeza.....	19-20
10. Implementos utilizados para la preparación de los extractos de hipófisis.....	19-20
11. Detalle de la aplicación del extracto hipofisario por vía celómica.....	20-21
12. Detalle de la maniobra de cosecha de los alevines	21-22
13. Concentración de los alevines para su conteo y traslado a los estanques de crecimiento.....	21-22
14. Aspecto sobre el momento culminante del desove y la emisión sincrónica de los gametos.....	29-30

## I. INTRODUCCION

La reproducción inducida presenta en la actualidad un papel fundamental en la propagación controlada de distintas especies de peces de importancia acuacultural, particularmente en la de ciprínidos asiáticos, cuyo cultivo se ha difundido con notable profusión en México y por diversas partes del mundo.

La carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), junto con otras especies de ciprínidos alóctonos de huevo pelágico introducidas a México a partir de la República Popular China, como la carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpa cabezazona (*Aristhycthis nobilis*) y la carpa negra (*Mylopharyngodon piceus*), constituyen un grupo de especies con amplias bondades en el campo de la acuicultura en aguas interiores, por su elevado potencial biológico, su notable resistencia al manejo y enfermedades, su alto grado de adaptabilidad a distintas condiciones climáticas, y por su rápido crecimiento, derivado de su capacidad para aprovechar eficientemente los recursos tróficos disponibles de manera natural en los reservorios de cultivo.

Estas cualidades permiten generar grandes volúmenes de carne de la mejor calidad nutricional, en corto tiempo y a bajo costo; en contraste con toda una gama de especies sujetas a cultivo.

Es por estas peculiaridades que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), promueve su cultivo a nivel mundial, sobre todo para atenuar el problema del hambre y la desnutrición que padecen amplios sectores marginados de población en países en vías de desarrollo, en el África Subsahariana, el Sudeste asiático, América Latina, Oriente Medio y el Caribe; los cuales comprenden en la actualidad cerca de 1,300 millones de personas, casi una cuarta parte de la población mundial, en situación de pobreza extrema.

En México, con el mismo propósito y en el marco del Programa Nacional de Alimentación, el Sector Pesquero del Gobierno Federal fomenta la reproducción y el cultivo de estas especies desde la década de los sesentas, a través de una red de Centros Acuícolas distribuidos en el territorio nacional, con el propósito de proveer la cría para los programas de repoblamiento de embalses y de la acuicultura rural.

Dada la importancia de estas especies en el contexto alimentario, las tendencias actuales a nivel internacional para incrementar su propagación apuntan hacia la simplificación y automatización de los eventos de desove e incubación, en respuesta a algunas limitaciones que presentan las técnicas de desove artificial y semi-artificial con colecta manual del huevo.

con la implementación de sistemas acoplados de desove e incubación con cosecha automática de huevo, como el que ocupa al presente trabajo.

En estos dispositivos se reduce en un amplio margen la aplicación de mano de obra, el error humano, la manipulación de los reproductores y la inhibición de la ovulación en las hembras; además de que se elimina la manipulación del huevo.

Considerando que el dispositivo disponible en el Centro Acuícola El Peaje es el primero que se ha instalado en México, y de que hasta el momento no existen referencias en nuestro país acerca de su utilización, se realizó una evaluación de su eficiencia sobre tres parámetros básicos: el margen de ovulación en las hembras, el porcentaje de fertilización de los óvulos y el índice de eclosión, en la reproducción controlada de la carpa herbívora.

Como marco de respaldo, se presentan los aspectos principales de la biología de la especie, su importancia en la acuicultura y en el aspecto alimentario, y los antecedentes sobre su reproducción en sistemas controlados; en los que se incluye una descripción detallada de los procedimientos que se emplean actualmente en México para su propagación.

Se complementa la información con una descripción detallada del sistema, que se acompaña de esquemas y diagramas para ilustrar su operación; además de que se presentan recomendaciones para mejorar su funcionamiento, como instancia para aportar un marco de referencia tendiente a difundir su utilización en el país; lo que podrá contribuir al mejoramiento de los esquemas actuales para la reproducción masiva de la carpa herbívora y otros ciprínidos de huevo pelágico, al incremento sustancial de la oferta de alevines, y al fortalecimiento de los programas de acuicultura que se instrumentan en México para propiciar el mejoramiento nutricional y el desarrollo sustentable en el medio rural, en beneficio de los sectores de población más desprotegidos.

## II ANTECEDENTES

### 2.1 Posición taxonómica de la especie

La posición taxonómica de la carpa herbívora, de acuerdo a los criterios propuestos por Lagler, et al. (1984), y Nikols'kii (1961), es la siguiente:

PHYLUM:	Chordata
SUBPHYLUM:	Vertebrata
SUPERCLASE:	Gnathostomata
CLASE:	Osteichthyes
SUBCLASE:	Teleostei
ORDEN:	Cypriniformes
SUBORDEN:	Cyprinoidei
FAMILIA:	Cyprinidae
SUBFAMILIA:	Leuciscinae
GENERO:	<b>Ctenopharyngodon</b>
ESPECIE:	<b>C. idellus (Valenciennes, 1844)</b>

### 2.2 Características biológicas

#### 2.2.1 Morfología

El cuerpo de la carpa herbívora es alargado, más o menos cilíndrico y cubierto de grandes escamas (Fotografía 1). La cabeza es plana y la boca está en posición subinferior, siendo la mandíbula inferior más corta (Arredondo y Juárez, 1986). La aleta dorsal presenta tres espinas y siete radios (DIII,7); la aleta anal tiene tres espinas y ocho radios (AIII,8). La pectoral dos espinas y catorce radios (PII,14), y la ventral una espina y 8 radios (VI,8). Las escamas son grandes y van de 39 6-5 45, en la línea lateral.

Los dientes faríngeos se presentan en dos hileras y son fuertes y aserrados, con una fórmula de 4, 2-2,4 (Nichols, 1943). El color del dorso es verde olivo.

#### 2.2.2 Hábitat y nicho ecológico

La carpa herbívora ocupa las capas media y profunda de los cuerpos de agua. En los sistemas de cultivo usualmente se desplaza cerca de los bordos de los estanques.

Su hábitat natural se encuentra en los grandes ríos de China, como el Yangtzé, el Río Perla y el Río Amur. En México, habita en diversos ríos, tanto en la vertiente del Golfo de México como en la del Pacífico.

Para su reproducción y cultivo se reporta un rango óptimo de temperatura en el agua de 22-28 °C. En cuanto al contenido de oxígeno disuelto, *C. idellus* puede crecer y desarrollarse normalmente cuando la concentración de oxígeno es mayor a 2 mg/l; aunque en la reproducción, niveles mayores a los 5 mg/l son los más adecuados (Lin, et al., 1980).

Al igual que muchas otras especies de peces sujetas a cultivo, los rangos óptimos de calidad del agua para el desarrollo de la carpa herbívora son los siguientes: pH (6.5-9.0), dureza y alcalinidad totales (de 20 a 300 mg/l), y valores de amonio no ionizado inferiores a 0.3 mg/l.

De acuerdo a sus hábitos alimenticios esta especie es preferentemente herbívora, y consume grandes cantidades de macrofitas acuáticas o terrestres de tallos blandos, que son fragmentadas por medio de sus dientes faríngeos, los que poseen una base aserrada. No digiere completamente las células vegetales, razón por la que sus excretas contienen muchas células parcialmente digeridas (Lin, et al., op. cit.).

Entre las macrofitas acuáticas que suele ingerir se encuentran algunas como *Potamogeton* sp., *Hidrilla* sp., y *Vallisneria* sp..

A lo largo de su desarrollo cambia progresivamente sus hábitos alimenticios. Poco después de la eclosión, cuando tiene de 7 a 9 mm de longitud total, consume principalmente rotíferos, protozoarios y larvas nauplio. De los 10 a 12 mm sigue siendo zoopláctofaga, prefiriendo la pulga de agua (*Daphnia* spp.) y copépodos (*Cyclops* spp.); de los 12 a los 17 mm consume estos mismos microcrustáceos, además de animales bentónicos. De los 18 a los 23 mm continúa con esta misma dieta, incluyendo también detritus orgánicos. Pasando los 30 mm comienza a alimentarse de plantas acuáticas de tallos suaves (FAO, 1983).

En sistemas controlados se le puede alimentar con harina de frijol, soya, arroz machacado, y pasto que se corta de los terraplenes de los estanques; y con germinados de maíz, trigo y arroz (FAO, 1992). Los ejemplares de más de 15 cm aceptan también salvados de frijol, cacahuete, arroz, desperdicios de soya, cebada y papas. Lin, et al. (op. cit.) reportan que consume incluso alimentos de origen animal, como pupas de gusano de seda, lombrices de tierra y vísceras de animales de granja.

### 2.2.3. Ciclo de vida

Las hembras alcanzan la madurez sexual a la edad de 3 a 4 años, y los machos a los 2-3 años. La reproducción natural se lleva a cabo en medios lóticos con fluctuaciones marcadas de nivel, durante la primavera y el verano. En México, la temporada



FOTOGRAFIA 1. Aspecto de un ejemplar de carpa herbívora

de reproducción comprende los meses de mayo a septiembre.

La fecundación es externa. El huevo es de tipo pelágico, y flota libremente en corrientes lentas. Mide 1.2 mm de diámetro recién fecundado, y de 5-7 mm ya hidratado. La fecundidad de las hembras varía de 90,000 a 120,000 óvulos/ Kg de peso.

En su medio natural la fecundación se realiza después del escarceo amoroso, en el que el macho excita persistentemente a la hembra, hasta que éste coloca su aleta caudal sobre la de la hembra, a la que voltea en posición ventral, realizándose entonces la expulsión de los productos sexuales en un acto perfectamente sincronizado (Arredondo y Juárez, op. cit.).

El desarrollo embrionario tiene normalmente una duración de 30 a 32 horas a 23° C. El alevín nace con saco vitelino que tarda en reabsorberse entre 3 a 4 días (SEPESCA, 1994).

En sistemas abiertos (ríos y grandes embalses) los ejemplares de esta especie logran un gran desarrollo, reportándose tallas mayores a los 1.5 m, y de más de 30 Kg de peso (SEPESCA, 1990).

### 2.3 Distribución

La carpa herbívora es originaria del Río Amur, en las inmediaciones de la antigua Unión Soviética y la República Popular China; y su distribución abarca los grandes ríos de China, desde la parte noroeste hasta el sur, en Guangzhou.

Debido a sus hábitos preferentemente herbívoros ha sido diseminada ampliamente en diversas partes del mundo. Actualmente se le encuentra en Asia, Europa, y América (Konrat, 1967) y (Arredondo, 1983).

Fue introducida a México en 1965 por la Comisión Nacional Consultiva de Pesca, y es hasta 1971, cuando se inicia su reproducción controlada en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hgo. y su diseminación en el país; sobre todo en la Meseta Central, abarcando tres grandes cuencas: Lerma-Chapala-Santiago, Balsas y Pánuco. Se estima que en los últimos años se ha incrementado notablemente su dispersión (Arredondo y Juárez, op. cit.).

En San Luis Potosí, a partir del Centro Acuícola El Peaje y desde 1993, se ha diseminado en embalses de las tres regiones más importantes del Estado: Altiplano, Huasteca y Media; otorgando apoyo también a los programas de siembra de crías de los Estados de México, Tamaulipas y Guanajuato.

## 2.4 Importancia de la especie en la acuicultura

La carpa herbívora forma parte del patrón básico del policultivo de ciprínidos para el aprovechamiento integral de los recursos alimentarios disponibles en los reservorios de cultivo, incidiendo sobre macrofitas acuáticas.

Es factible utilizarla como la especie principal por su rápido crecimiento y también por el hecho de que sus excretas incluyen materia vegetal parcialmente digerida, que es aprovechada como alimento directo por especies bentofágicas como la carpa común (*Cyprinus carpio*) (Lin, et al., op. cit.); lográndose una optimización del flujo de la energía dentro del sistema; lo que genera mayores rendimientos productivos.

De otra parte, resalta su capacidad para controlar el crecimiento de malezas acuáticas y su gran adaptabilidad a distintas condiciones climáticas, siendo factible cultivarla desde el nivel del mar, hasta altitudes superiores a los 2,500 msnm; y del Ecuador hasta latitudes cercanas a los 45°.

Estas características, aunadas a su alto potencial biológico y a su rápido crecimiento, la hacen una alternativa acuacultural de gran importancia para generar grandes volúmenes de proteína de origen animal, de la mejor calidad nutricional para la alimentación humana, en corto tiempo y a bajo costo.

El rubro alimentario cobra palpitante actualidad en este momento, cuando en la Cumbre Mundial de Desarrollo Social verificada en la Ciudad de Copenhague en el mes de marzo de 1995, se dió a conocer que cerca de 1,300 millones de personas en el mundo, casi una cuarta parte de la población total del planeta (5,700 millones de habitantes), se encuentran sumidos en la pobreza absoluta.<sup>1/</sup>

De acuerdo a las tendencias actuales a nivel mundial, se estima que para el año 2000, para cientos de millones de personas que ahora son miserables en extremo, las perspectivas alimentarias no son las mejores, y en mucho se agudizarán.

Expertos en la materia pronosticaron que para el final del siglo seremos 6,350 millones. Lo más significativo de este-

---

1/ "En la pobreza total, un cuarto de la población de la tierra. Latinoamérica la tercera región más afectada: ONU." Agencias Efe, Dpa, Ansa, Reuter y Afp, Copenhague, 4 de marzo. Public. en La Jornada, marzo 5 de 1995, p 51. (Sobre la Cumbre Mundial de Desarrollo Social).

aumento es que se ubica en los países del Tercer Mundo, que albergarán el 90% del incremento total.

América Latina habrá de duplicar su población hasta llegar a los 640 millones. En México se estima seremos 131 millones.

Sombrio fue el panorama que trazaron en el renglón alimentario. Aunque la producción de alimentos en el mundo en promedio aumentará más aceleradamente que la población, esto no será del todo cierto en muchos países de Africa, Asia y América Latina, pues es tal la pobreza, la desnutrición y la desigualdad entre pobres y ricos que se estima se duplicará el nivel de desnutridos (Restrepo, 1994).

De aquí la importancia de promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el rubro alimentario, para establecer nuevas y mejores tecnologías que permitan incrementar la oferta de alimentos en congruencia con el crecimiento de la población, bajo un marco estratégico de desarrollo que permita ofrecer estos beneficios a las grandes mayorías en el menor tiempo posible.

Como dato revelador de la importancia del policultivo de las distintas especies de carpa en la producción pesquera, se tiene que en China, en 1987, la producción de este grupo de especies contribuyó a la alimentación de su población, cerca de 1,200 millones de habitantes ( más de la quinta parte de la población mundial), con más de 3'400,000 toneladas; lo que representó el 38% de la producción pesquera total en aquél país para ese año, la cual fue de 9'000,000 de toneladas; y, para resaltarlo, el 76% de la producción total por acuicultura, tanto en aguas interiores, protegidas y marinas (Escárcega, 1988).

En la actualidad, en México, la ciprinicultura presenta un lugar importante en el contexto de la producción acuícola, constituyendo en 1992 el 17% de la producción total por acuicultura, entre especies como la tilapia, el bagre, la trucha, el camarón y el langostino, entre otras (SEPESCA, 1992).

## 2.5 Antecedentes sobre su cultivo y reproducción controlada

### 2.5.1 Cultivo

El cultivo de la carpa en el mundo se inició en China hace más de 2,700 años, durante los períodos conocidos como Primavera y Otoño, y Estados en guerra, que datan desde los 770-221 años A.de C.; según lo consigna la antigua monografía sobre el cultivo de peces denominada: "Tratado de Piscicultura", que comprende principalmente las experiencias acumuladas por el pueblo chino en el cultivo de la carpa común (*C. carpio*), donde se describe su propagación artificial.

El cultivo de la carpa herbívora (*C. idellus*), junto con la carpa negra, la plateada y la cabezona, se inició en China durante la Dinastía Tang (618-907 de nuestra Era); estableciendo un gran cambio en el cultivo de peces en estanques, al pasar del monocultivo de carpa común al policultivo de varias especies. De esta manera, la columna de agua y el alimento natural son completamente aprovechados, generándose un incremento en la producción.

En China, los antiguos procedimientos de cultivo de estas especies a partir de la captura silvestre de alevines en los Ríos Yangtzé y Perla, se abandonaron paulatinamente desde 1958; cuando bajo un fuerte impulso del Estado a la investigación científica en diversos ámbitos, se desarrollaron las técnicas de reproducción artificial (Lin, et al., op. cit.), que actualmente se han difundido por todo el mundo, y que permitieron el abasto masivo y seguro de alevines para los sistemas de engorda, haciendo de estas especies un recurso natural, de gran importancia para la alimentación humana, fácilmente renovable; lo que constituyó el detonador para incrementar sustancialmente la producción acuícola en aguas interiores.

### 2.5.2 Reproducción inducida

En términos generales, para el fomento de la actividad acuacultural se presentan dos soportes fundamentales, indisolubles e íntimamente relacionados: la reproducción y el cultivo.

Dentro de la reproducción, la tendencia principal es la producción masiva y programada de crías, para garantizar el aprovisionamiento para la etapa de cultivo. En el caso de los peces, para lograr el mejor control del proceso, se hace necesario aplicar un agente exógeno que dispare de manera controlada la ovulación en las hembras.

Los primeros trabajos de inducción al desove en peces de

importancia comercial en el mundo fueron realizados por Von Ihering y sus colaboradores en el Brasil, en 1934; logrando la reproducción de hembras renuentes en cautiverio mediante la inyección de extractos de hipófisis de peces (Harvey y Hoar, 1980).

La reproducción controlada de la carpa herbívora se desarrolló en China a partir de 1960. Los agentes inductores de uso más difundido en aquél país son los extractos de hipófisis de carpa común (*C. carpio*) y en menor grado los de carpa cabezona (*A. nobilis*) y de carpa plateada (*H. molitrix*); la gonadotropina coriónica humana (GCH) y de uso veterinario; y hormonas liberadoras hipotalámicas sintéticas, como la hormona liberadora de la hormona luteinizante (LH-RH) y un análogo estructural de ésta, el análogo de la hormona liberadora de luteotropina (LRH-A); siendo esta última, dentro de las hormonas sintéticas, la de uso más frecuente (Escárcega, 1990).

Cabe señalar que los ciprínidos asiáticos de huevo pelágico, en sistemas de cultivo, no desovan de manera natural, aún cuando se propicien las condiciones ambientales; requiriéndose invariablemente para este fin, de la aplicación de un agente inductor.

Para la inducción del desove en *C. idellus* se emplean, en orden de importancia, extractos de hipófisis de *C. carpio* y el LRH-A; utilizándose esta última generalmente combinada con hipófisis. El efecto de las gonadotropinas coriónicas se reporta como débil en esta especie (Lin, et al., op. cit.).

En China, en la aplicación de extractos de hipófisis, las dosis más utilizadas en las hembras de *C. idellus* es de 4.0 mg/Kg, adjudicando una máxima de 5.0 mg/Kg y una mínima de 2.5 mg/Kg; manejando dos suministros, al 10% y al 90% de la dosis total; con un intervalo entre las mismas de 6-10 horas para un rango de temperatura en el agua de 22-28° C. En el caso de los machos se maneja una dosis única, que generalmente constituye de 1/3 a 1/2 de la dosis empleada para las hembras, la cual se aplica al momento del suministro de la segunda dosis a éstas.

El uso de hipófisis de carpa plateada y cabezona es cuestionable, debido a que se requieren dosis más altas (del 50 al 100%) que las empleadas con hipófisis de *C. carpio*, ya que generalmente provienen de ejemplares inmaduros; además de que solo son efectivas como extractos homoplásticos para estas dos especies (Escárcega, op. cit.).

El LRH-A es un nonapéptido sintético, y es un análogo estructural de la LH-RH. Las pruebas con estos compuestos fueron desarrolladas en China a partir de 1974 (Harvey y Hoar, op. cit.), y se emplean dosis significativamente menores a las

utilizadas con hipófisis, siendo para la carpa herbívora del orden de 10-20 ug/Kg (microgramos/Kg).

El LRH-A es un polvo blanquecino que se envasa al alto vacío en ampollitas de vidrio que contienen de 0.2 a 0.5 mg de la hormona. Presenta una vigencia de un año a partir de su fabricación.

El patrón de suministro a los reproductores es similar al de la hipófisis, empleándose un intervalo entre dosis que varía en función de la temperatura del agua. Para un rango de 20 a 22° C se deja un período de 10 horas; presentándose un tiempo de efecto (a partir de la segunda dosis) de 10 a 12 horas. A temperaturas de 22-26° C se adjudica un intervalo entre dosis de 6-8 hs., presentándose un tiempo de efecto con una duración equivalente (Montoya, et al., 1988).

Cabe mencionar que las dosis que se mencionan para los distintos agentes inductores se refieren al peso seco de los mismos por unidad de peso de los reproductores.

Con respecto a referencias que se han generado en otros lugares del mundo en relación a la reproducción controlada de *C. idellus*, en la Tabla 1 se presenta un resumen de los resultados logrados por diversos autores, en lugares que van desde Malasia y Tailandia, hasta China y el Nepal.

Como puede apreciarse, los datos son dispares y la información básica para evaluar el efecto de los agentes inductores utilizados es incompleta. En la mayor parte de las experiencias se utilizaron extractos de hipófisis de *C. carpio*, y de la misma carpa herbívora (Bailey y Boyd, op. cit); solo en China se reporta la utilización del LRH-A en 25 hembras, bajo un rango amplio de temperatura en el agua (de 20-28° C), y a una dosis de 5-10 ug/Kg en las hembras, reportándose un porcentaje general de desove del 86.3% (Anónimo, 1977).

Las dosis utilizadas en los extractos hipofisiarios fluctuaron desde 3 hasta 15.0 mg/Kg en las hembras, y no se especifica en la mayor parte de los casos si se trata de peso húmedo ó seco. Los márgenes de ovulación obtenidos con la utilización de extractos de hipófisis varían del 40% (Chen, et al. 1969), al 92%, reportado por Shrestha (1973) en la India.

Salvo en el caso de la experiencia realizada en China (Anónimo, op. cit.), en la que no se especifican las técnicas empleadas para el desove y la incubación, en el resto de los-

TABLA 1. Resumen de los resultados logrados por diversos autores en el mundo, en la reproducción inducida de *C. idellus* 1/

PAIS	EPOCA DEL AÑO	EDAD DEL REPRODUCTOR	NO. DE HEMBRAS	TEMP. DEL AGUA (°C)	EVALUACION DEL ESTADO GONADAL	AGENTE INDUCT	SOLVENTE (vía)	1ª dosis	2ª dosis	Dosis Total	LAPSO ENTRE DOSIS	TIEMPO DE EFECTO	METODO DE FECUNDAC.	METODO DE INCLUBAC.	RESULTADOS	COMENTARIOS	REFER.
Malasia	-	2 años	10	27-28	-	Hipófisis de carpa común ó de <i>Puntius sp.</i>	NaCl 0.6%	H:5-6mg/Kg de peso húmedo	H:5-6 mg M:5mg/kg	10-12 mg/Kg	5 hs	5-6 hs	desove artificial en seco.	bandejas de agua corriente en estanques y en "hapas"	Crias del 40% de las hembras inyectadas en excel. condic.	El estado de madurez de la hembra no se puede evaluar por la forma intestinal.	Chen, et al. (1969)
China	-	-	25	20-28	-	LRH-A <sup>2/</sup>	Base de agua	H:5-10 M:2.5-5 ug/Kg	-	5-10 y 2.5-5 ug/Kg (H/M)	-	15-20 hs	-	-	Fresa del 26%	Se trató un total de 139 peces con LRH-A con distintos regímenes de aplicación de las inyecciones, resultando un porcentaje general de desove del 86.3%.	Anónim (1977)
India	jul-ago	-	11	28-31	-	Hipófisis homo plást. y hete roplásticas (IM).	-	H:3-5mg/Kg	H:7-10 M:2-3 mg/Kg	10.0 a 15.0 mg/Kg	-	5-6 hs	Desove artificial en seco.	"Hapas" estancadas.	Fecundación del 15 al 80%, se produjeron 550,000 alevinos.	Resultó ineficaz la combinac. de Synahorin (25 UI) con extracto pituitario.	Singh et al. (1970)

TABLA 1. (fin)

PAIS	EPOCA DEL AÑO	EDAD DEL REPRODUCTOR	NO. DE HEMBRAS	TEMP. DEL AGUA (°C)	EVALUACION DEL ESTADO GONADAL	AGENTE INDUCTOR. (VIA)	SOLVENTE	1ª dosis	2ª dosis	Dosis Total	LAPSO ENTRE DOSIS	TIEMPO DE EFECTO	METODO DE FECUNDACION	METODO DE INCLUBACION	RESULTADOS	COMENTARIOS	REFER.
Tailandia	jul a oct.	1-2 años	8	27 a 33.0	-	Hipófisis de C. carpio y Synahorin(IM)	NaCl 0.6% ó agua destil.	H y M: 0.23-1 ó agua destilada	H: 1-3.4 hipófisis más 20 unidades "rabbit" de Synahorin	-	6-8 hs.	4-6 hs.	Desove artificial en seco.	"Hapas" en agua corriente	Ovulación del 47%	-	Boonbrahm et al (1968)
Arkansas (E.U.)	mayo a junio	-	9	23 a 25.0	H: Distensión abdominal. M: espera bajo presión.	Hipófisis homoplásticas secadas con acetona(IP) más GCH(IM)	-	H: 45 UI /Kg de GCH	H: 383 UI /Kg GCH, seguidas por 0.45 mg/Kg de de hipof. en 24 hs (3 inyec)	428 UI /Kg más 0.45 mg/Kg	24 hs	10-16 hs	Desove artificial en seco.	En vivo: frascos de agua corriente.	66% de ovulación 20-98% de eclosión	Para la inyección y el desove se anestesiaron los peces con Quinaldina (7-10 ppm)	Bailey y Boyd (1970)
Nepal	mayo junio	4	12	20 a 28.0	H: porro sado. M: esperma bajo presión.	Hipófisis homoplásticas	-	H: 0.5 a 3 mg/Kg de peso seco	2.5-3.5 mg/Kg (hembr.)	3-6.5 mg/Kg	6 hs	12-14	Desove artificial en seco.	Embudos de cría (capacidad 20-30 l) en agua corriente (0.5-0.8 l/min)	11 de 12 hembras o vularon: se produjeron 400,000 crías	No se inyectaron los machos, semen fluía libremente.	Shrestha (1973)

1/ Tomado de Harvey, B.J. y Hoar, W.S. (op. cit.) 22-25 p.

2/ Análogo de la hormona liberadora de luteotropina.

(IP) Intraperitoneal

(IM) Intramuscular.

eventos especificados se utilizó la técnica de desove artificial en seco, empleando para la incubación del huevo corrales o "hapas" en estanques y en agua corriente; además de frascos y embudos de 20-30 litros, con suministro continuo de agua (muy probablemente se emplearon incubadoras de tipo Weiss ó Zong) (Bailey y Boyd, op. cit.) y (Shrestha, op. cit.).

No se presentan datos consistentes que permitan inferir los niveles de eclosión obtenidos en ninguno de los casos.

### 2.5.3 Tecnología de su reproducción en México

La reproducción inducida de la carpa herbívora se inició en México en 1971 en el Centro Acuícola de Tezontepec, Hgo.. En la actualidad su propagación se logra únicamente en el Centro mencionado y en el Centro Acuícola El Peaje, en San Luis Potosí.

En su reproducción controlada se aplica un agente hormonal para inducir la ovulación y el desove, siendo generalmente extractos heteroplásticos preparados con hipófisis secas de *C. carpio* de importación (Marca Argent), o a partir de las obtenidas de donadores de la especie referida; las dosis empleadas van de los 3 a los 6 mg/Kg, en patrones de aplicación de dos suministros (al 10 y al 90% de la dosis total calculada), con un intervalo de 12 horas entre las mismas; aplicando a los machos una dosis de 2 mg/Kg de manera similar a los procedimientos expuestos anteriormente (Ramírez, et al., 1988).

Se consideran como factores determinantes para lograr una inducción exitosa, la temperatura del agua (rango óptimo de 22-28° C) y el contenido de oxígeno disuelto; el cual se recomienda sea de al menos 5 mg/litro (Horváth y Tamás, 1986).

En la actualidad, en el Centro Acuícola de Tezontepec, se reporta el manejo de una dosis de 4.5 mg/Kg en hembras y machos, adjudicand@ el mismo patrón de aplicación ya mencionado, suministrando el extracto con una jeringa hipodérmica en la base de aleta pectoral.

En cuanto a los procedimientos de propagación, se han empleado las técnicas semiartificial, con colecta manual del huevo en piletas rectangulares de maduración, y transferencia posterior del mismo a sistemas de incubación de canal circulante (incubadoras chinas); y la técnica artificial de desove. En la actualidad, en el Centro referido, se reporta la aplicación de sólo esta última técnica (SEPESCA, op. cit.).

La fertilización de los oocitos se realiza manualmente.

utilizando por lo general la técnica seca, descrita ampliamente por diversos autores como Lin, et al. (op. cit.), Woynarovich y Horváth (1980) y Horváth y Tamás (op. cit.), entre otros.

#### 2.5.4 Problemática de las técnicas convencionales de propagación

Si bien las técnicas artificial y semiartificial con cosecha manual del huevo para la reproducción de *C. idellus* y otras carpas de huevo pelágico han permitido generar una gran producción de alevines a lo largo de su aplicación en México, presentan no obstante algunos inconvenientes de consideración, entre los que destacan los siguientes:

- 1.- Manipulación importante de los reproductores en la técnica artificial, lo que se traduce en un maltrato a los mismos.
- 2.- Ambos métodos requieren de una vigilancia estrecha de los ejemplares después de la aplicación de la segunda dosis, lo que deriva en una mayor aplicación de horas-hombre.
- 3.- En la técnica artificial llegan a presentarse ineficiencias derivadas de la ovulación asincrónica que presentan regularmente las hembras; lo que suele determinar bajos índices de fertilización cuando se desova a un ejemplar que ya observa sobremaduración en los óvulos; e inhibición de la ovulación en otras hembras por las maniobras de captura y revisión de las que primero la logran. Por otra parte, los períodos de ovulación o tiempos de efecto no son siempre regulares y muchas veces las hembras ovulan antes del tiempo esperado, lo que llega a determinar la aplicación de mano de obra fuera del horario normal de labores; siendo, desde este punto de vista, una técnica desgastante.
- 4.- Pérdida de huevo en la técnica semiartificial, resultante de las maniobras de colecta manual del mismo; además de que siempre quedan huevos residuales en los contenedores de reproducción.

#### 2.5.5 Utilización de sistemas acoplados de desove e incubación

En respuesta a estas limitaciones, desde fines de la década de los setentas fueron desarrollados en China sistemas acoplados de desove e incubación que permitieron simplificar y automatizar en un alto grado estos procesos, con lo que se dió una solución exitosa a los inconvenientes mencionados; aportándose una gran

eficiencia para la producción de alevines a gran escala.

La utilización de estos dispositivos para la propagación de ciprinidos de huevo pelágico, con transferencia automática del mismo a los sistemas de incubación, fue desarrollada por el Instituto de Investigaciones sobre Productos Acuáticos del Río Perla, de Guangzhou (Cantón), en la República Popular China.

En otras regiones de aquél país se emplea el mismo patrón de manejo, con la diferencia de que el huevo se colecta con una red cónica de malla fina que se coloca en una pileta adyacente al contenedor de desove. Sin embargo, el dispositivo de transferencia automática del huevo a los incubadores de canal circulante es más eficiente (Lin, et al., op. cit.). En estos dispositivos, la fertilización de los óvulos ocurre de manera natural en respuesta a la inducción hormonal. En la actualidad, y para la producción masiva de alevines, la técnica semiartificial, con el uso de estos sistemas, es la que más comunmente se viene aplicando en China, incluso sobre la técnica artificial.

El sistema con colecta automática del huevo es el que fue instalado y readecuado por el autor del presente trabajo en el Centro Acuícola El Peaje, quién se desempeña actualmente como jefe del mismo; a raíz de la comisión oficial que realizó a la República Popular China en el mes de noviembre de 1987, en la que tuvo la oportunidad de conocer estas instalaciones en el Instituto del Río Perla referido, uno de los centros de investigación más importantes en China, y en el mundo, por las importantes contribuciones que ha aportado al desarrollo de la acuacultura, particularmente en aguas interiores.

Cabe mencionar que es el primero que se ha instalado y que opera actualmente en México, y que se viene utilizando con éxito en la reproducción de *C. idellus*. Por lo que los resultados que se exponen en el presente constituyen los primeros antecedentes de su utilización en el país.

A partir de empleo del sistema en el Centro Acuícola El Peaje en 1993, la producción de crías de carpa herbívora se incrementó a 1'074,000 unidades en ese año; y a 1'751,000 crías en 1994, lo que significó un incremento de casi el 1,200% con respecto al promedio de producción obtenido de 1984 a 1992, el cual fue de 146,000 crías por año. Estos aspectos se pueden apreciar en la Tabla 2, donde se presenta el registro de la producción de crías de esta especie en el Centro en los últimos 12 años; y en la Figura 1, en la que se muestra el comportamiento gráfico de estos resultados. En base a la duración de la temporada de reproducción de la especie en la zona (mayo a julio), este dispositivo presenta actualmente un potencial de producción de 18 millones de alevines por año.

TABLA 2. Registro de la producción de crías de carpa herbívora en el Centro Acuícola El Peaje (1983-1994)

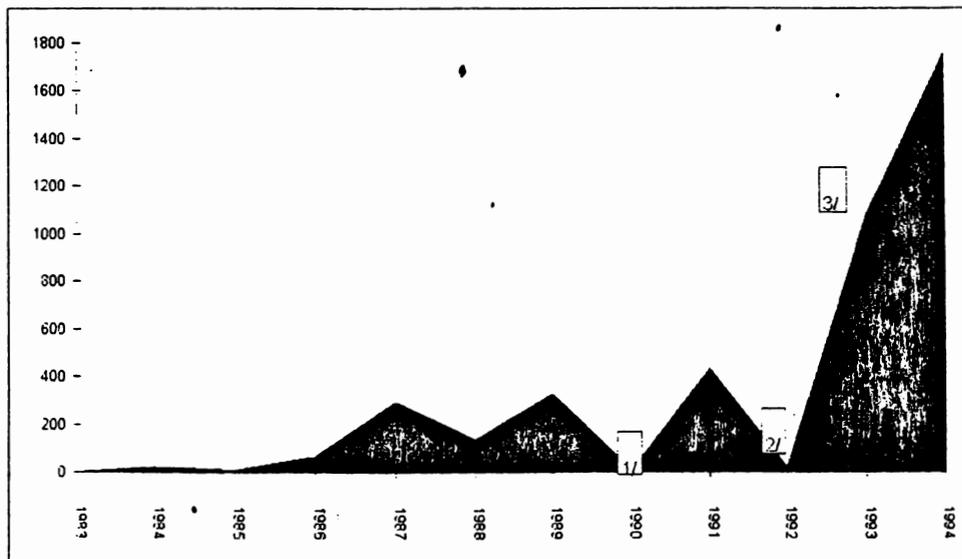
(miles de crías)

AÑO	PRODUCCION ALCANZADA
1983	0
1984	25
1985	10
1986	66
1987	292
1988	135
1989	328
1990	10 <sup>1/</sup>
1991	435
1992	18
1993	1'074 <sup>2/</sup>
1994	1'751

1/ Resultados determinados por el vaciado total de la Presa El Peaje en el mes de julio.

2/ Inicio de la utilización del sistema acoplado.

**FIGURA 1. REGISTRO DE LA PRODUCCION DE CRIAS DE CARPA HERBIVORA (C. idellus)  
EN EL CENTRO ACUICOLA EL PEAJE  
PERIODO 1983-1994  
(MILES DE CRIAS)**



1/ RESULTADOS DETERMINADOS POR EL VACIADO TOTAL DE LA PRESA EL PEAJE EN EL MES DE JULIO  
2/ DIFICULTADES EN LA CAPTURA DE REPRODUCTORES DURANTE LA TEMPORADA DE REPRODUCCION.  
3/ INICIO DE LA UTILIZACION DEL SISTEMA ACOPLADO DE DESOVE E INCUBACION

## 2.6 Descripción del sistema

Consta de una pileta circular para el desove de 6.8 m de diámetro por 1.4 m de altura, y de una incubadora de canal circulante convencional de 3 m de diámetro, conectados por un tubo de 3" que parte del centro del desovadero y que se inserta en la parte basal de la incubadora, presentándose dos válvulas de control de flujo intermedias. En la Fotografía 2 se presenta el aspecto general del sistema, y en las figuras 2 y 3 el croquis de planta y estructural del mismo, respectivamente.

El desovadero está construido a base de concreto armado, con aplanado fino en su cara interna, con un grosor en el muro y piso de 0.16 m, y una pendiente en la plantilla, hacia el centro, del 3%. El suministro de agua es por medio de un tubo de plástico de 2" con orificios a cada 0.3 m, en dirección tangencial al perímetro del contenedor (Fotografía 3).

La incubadora presenta 5 suministros tipo "pico de pato" equidistantes en el piso de la cámara de incubación, y 6 rejillas de filtración en la zona de rebozamiento de agua (Fotografía 4). En la parte basal de la cámara de incubación se inserta el tubo que viene del desovadero (Fotografía 5). Para la cosecha de los alevines poseé una pileta de 1.46 x 1.87 x 1.0 m, y un tubo de desfogue de 3" con válvula de control (Fotografía 6).

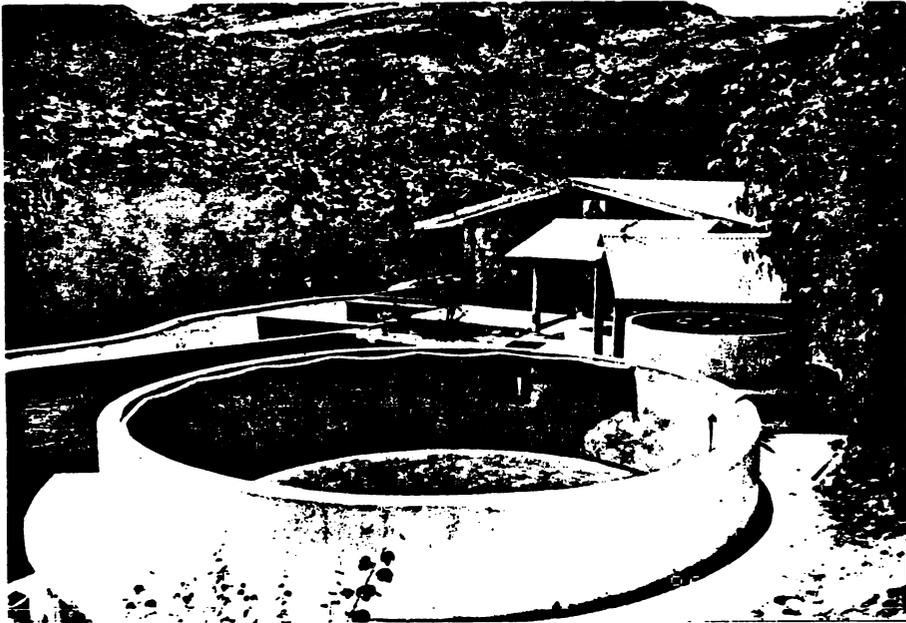
El principio del sistema se centra en que, tanto en el desove como en la incubación, se reproducen las condiciones de movimiento en la columna de agua que ocurren en el hábitat natural de estas especies durante su reproducción.

En el caso del desove, el factor de desplazamiento del agua, aunado a una alta concentración de oxígeno disuelto resultante del suministro tangencial, favorece el disparo de la ovulación en las hembras; además de que determina que el huevo se aglutine, en corto tiempo, al centro y al fondo del contenedor de desove.

La corriente de agua se logra en el desovadero por el suministro tangencial mencionado (Fotografía 3); y por los suministros "pico de pato" en la incubadora.

La transferencia del huevo del desovadero a la incubadora se logra por el principio de vasos comunicantes.

Tanto el desovadero como la incubadora se mantienen en un mismo nivel de operación en la columna de agua, debido a que el punto de descarga del suministro al desovadero es el nivel de rebozamiento del agua en la incubadora. Es decir, el agua que ingresa al desovadero pasa a la incubadora por el tubo de 3" y se vierte en el punto o nivel de rebozamiento de la misma.



FOTOGRAFIA 2. Aspecto general del sistema acoplado de desove e incubación

FIGURA 2

PLANO DE PLANTA DEL SISTEMA ACOPLADO DE DESOVE E INCUBACION

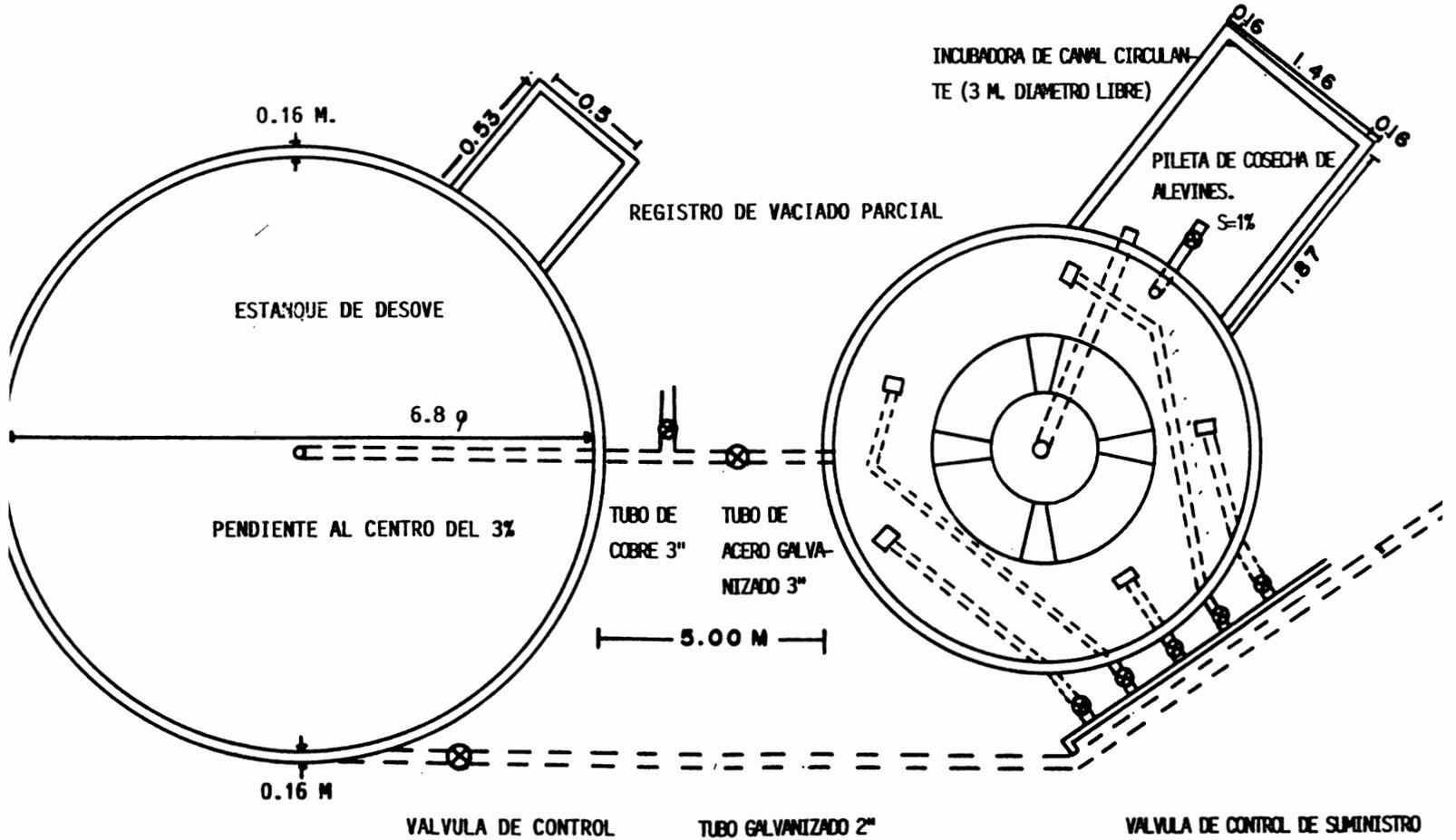
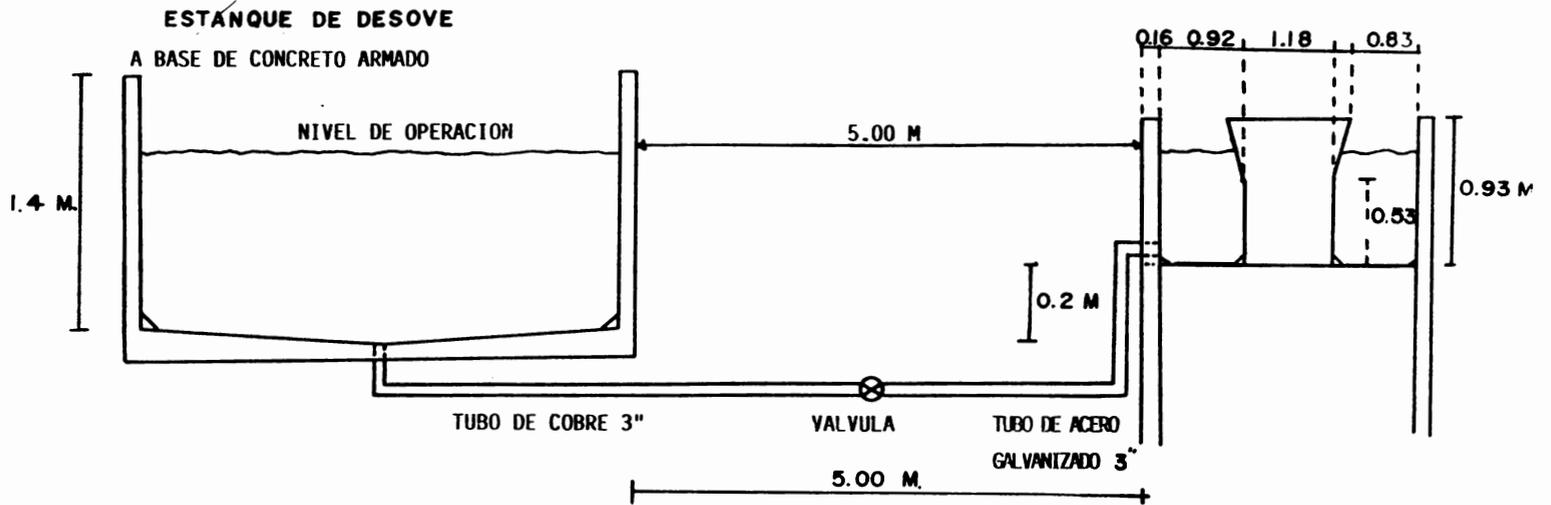
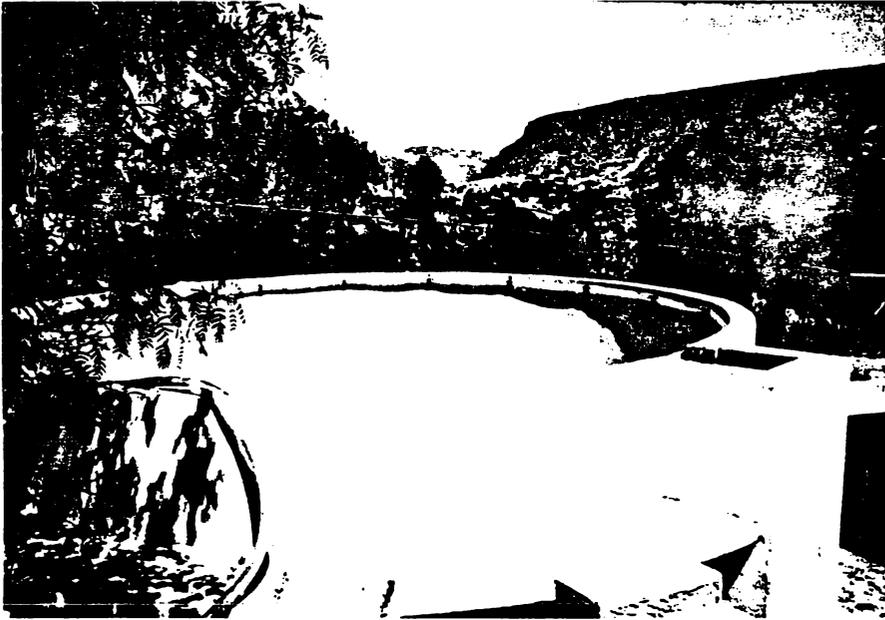


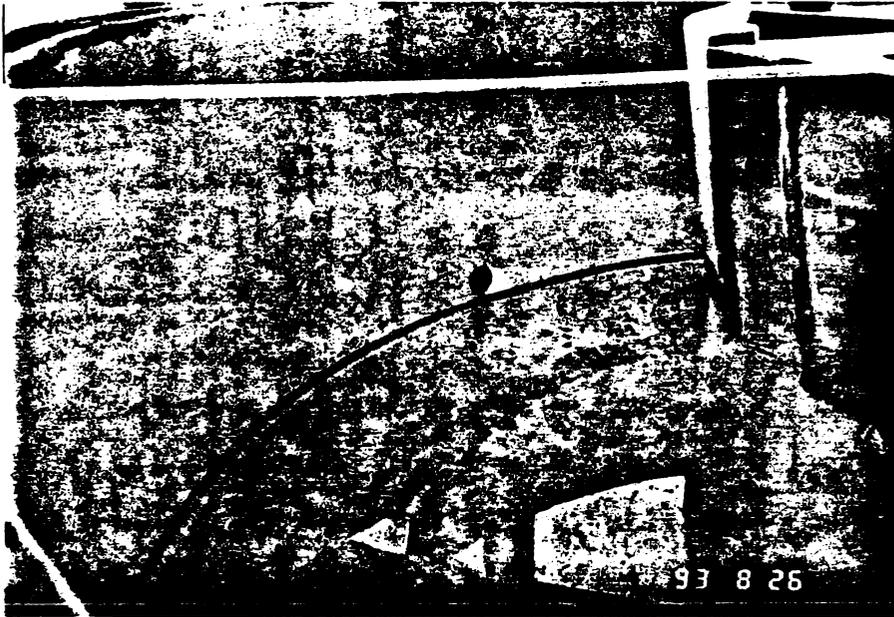
FIGURA 3. PLANO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA ACOPLADO

INCUBADORA DE CANAL CIRCULANTE A BASE DE TABIQUE RECOCIDO Y CASTILLOS.





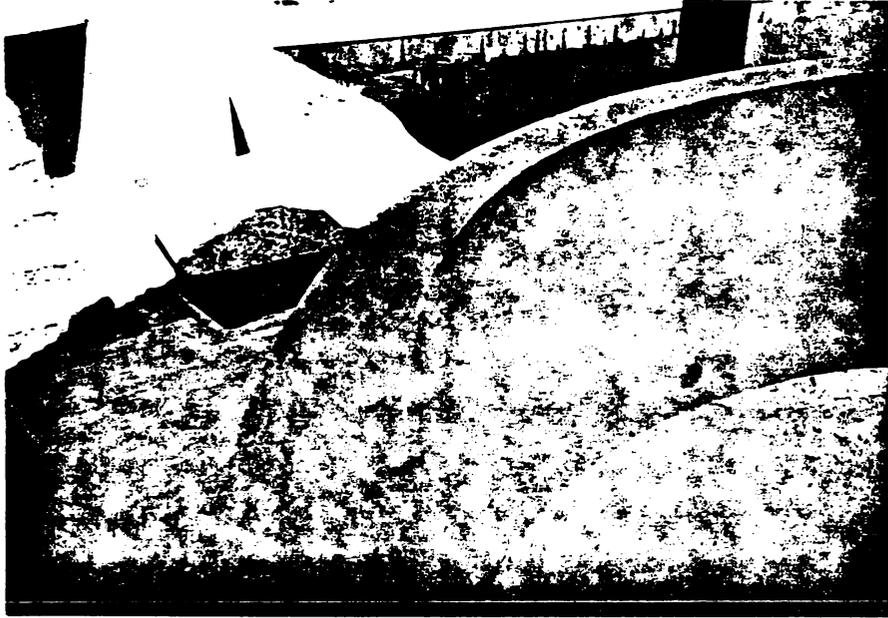
FOTOGRAFIA 3. Detalle del suministro tangencial de agua en el desovadero circular



FOTOGRAFIA 4. Detalle de los suministros de agua a la incubadora y rejillas de filtración del área de desfogue



FOTOGRAFIA 5. Detalle de la acometida del tubo de desague del desovadero en la incubadora de canal circulante



FOTOGRAFIA 5. Detalle de la acometida del tubo de desague del desovadero en la incubadora de canal circulante

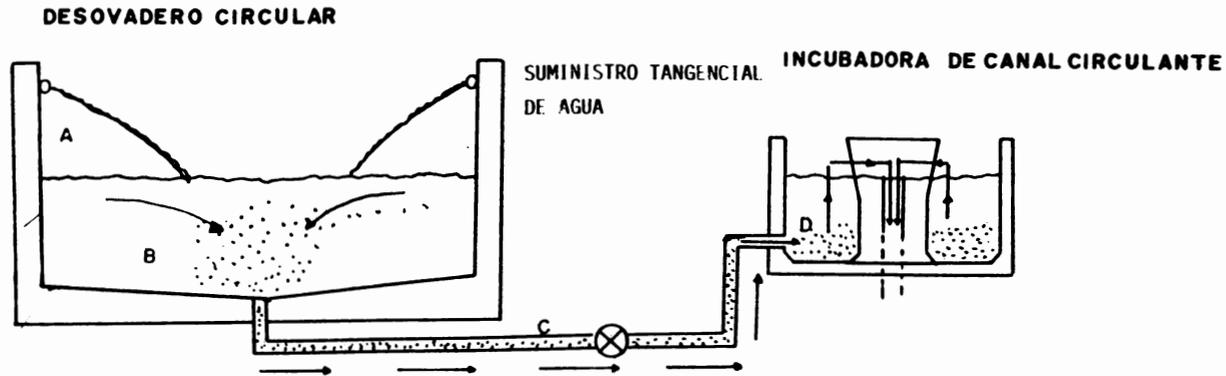


FOTOGRAFIA 6. Aspecto del ducto de descarga y de la pileta de cosecha de la incubadora

De esta manera, conforme se va liberando el huevo, éste pasa paulatina y automáticamente a la cámara de incubación, con una tracción muy suave que evita cualquier daño.

Una vez que el desove ha concluido, de lo cual es indicativo el hecho de que cesa por completo la persecución y el cortejo en los reproductores, se cierra la válvula de paso intermedia (Fotografía 5), se coloca un tapón de poliestireno en el tubo de acceso a la incubadora, y se activa el suministro de agua en ésta, para mantener el huevo suspendido y en movimiento. En la Figura 4 se presenta un esquema para ilustrar el funcionamiento del sistema.

**FIGURA 4. ESQUEMA SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**



SECUENCIA DEL PROCESO :

- A) SE APLICA UN SUMINISTRO TANGENCIAL DE AGUA A TRAVES DE UN TUBO DE PLASTICO DE 2" EMPOTRADO EN LA PARED DEL DESOVADERO QUE DETERMINA UN MOVIMIENTO CIRCULAR EN LA COLUMNA DE AGUA (VELOCIDAD DE 0.15 M/SEG. EN EL PERIMETRO).
- B) UNA VEZ QUE OCURRE EL DESOVE, EL MOVIMIENTO CIRCULAR DE LA COLUMNA DE AGUA DETERMINA QUE EL HUEVO SE AGLUTINE EN POCO TIEMPO AL FONDO Y AL CENTRO DEL DISPOSITIVO, LO QUE FACILITA SU DESPLAZAMIENTO A LA INCUBADORA POR LA TRACCION DE FLUJO QUE SE GENERA, YA QUE EL AGUA QUE SE APLICA AL DESOVADERO DRENA EN LA INCUBADORA (ETAPA D).
- C) PASO DEL HUEVO POR EL TUBO DE DESFOGUE DEL DESOVADERO, EL CUAL SE INSERTA EN LA BASE DE LA INCUBADORA.
- D) INGRESO DEL HUEVO A LA INCUBADORA Y REORDENAMIENTO DEL AGUA DE SUMINISTRO AL DESOVADERO EN EL TUBO DE DESAGUE DE LA INCUBADORA, EL CUAL ESTABLECE EL NIVEL DE OPERACION DEL SISTEMA.

SER

### III. OBJETIVOS

- Evaluar el margen de eficiencia del sistema en términos de los índices de ovulación, fertilización y eclosión obtenidos.
  
- Presentar los principios estructurales y funcionales del sistema.
  
- Exponer los detalles metodológicos para su operación.
  
- Con base a lo anterior, aportar un marco inicial de referencia, desde el punto de vista de su diseño y esquema operativo, que pueda servir de base para difundir su utilización en México.
  
- Contribuir al mejoramiento de los esquemas que se aplican actualmente en México para la propagación masiva de ciprínidos alóctonos de huevo pelágico de importancia acuacultural.
  
- Apoyar el fortalecimiento de los programas de fomento a la producción acuícola en aguas interiores a través del incremento en la oferta de alevines para los sistemas de cultivo.
  
- Coadyuvar al mejoramiento nutricional y ocupacional de amplios sectores de la población rural en México en situación de pobreza extrema.

## IV. METODOLOGIA

### 4.1 Localización y características del Centro

#### 4.1.1 Descripción del área

El sitio donde se ubica el Centro Acuícola El Peaje pertenece a la subregión fisiográfica conocida como Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, caracterizada por el predominio de formaciones volcánicas asociadas en algunas zonas con mesetas de altitudes superiores a los 2,800 msnm; y a la cuenca hidrológica denominada Presa San José- Los Pilares, que comprende el 17% de la superficie del Estado de San Luis Potosí (INEGI, 1993).

El tipo de suelo predominante en el área es el **regosol** eútrico de fase lítica, que posee un material parental constituido por rocas ígneas extrusivas de tipo ácido, cuyo origen se remonta al período terciario; presentando alternancias de tobas riolíticas y riolitas de espesores considerables. La vegetación dominante es el matorral crasicaule, caracterizado por presentar una gran variedad de cactáceas (Fotografía 7).

#### 4.1.2 Ubicación geográfica

El Centro se localiza al Suroeste de la Cd. de San Luis Potosí, en el Km 20.5 de la Carretera Federal No. 80, Tampico-Barra de Navidad, en la localidad de Escalerillas, Municipio de San Luis Potosí, S.L.P.. Colinda al Norte con la localidad de La Maroma, al Sur con la cortina de la Presa El Peaje, al Este con el cerro conocido como "Cuchilla del Angel", y al Oeste con la carretera mencionada.

Sus coordenadas geográficas son 22° 04' 22" de Latitud Norte, y 101° 04' 05" de Longitud Oeste; y cuenta con una altitud aproximada de 1,960 msnm.

#### 4.1.3 Clima

El clima de la zona, de acuerdo al sistema de **Koppen**, modificado por E. García, es el subtipo seco-templado con lluvias en Verano (BSkw), con un porcentaje de precipitación invernal de 5 y 10.2; y un Verano cálido que incluye una corta temporada menos lluviosa dentro de la estación de lluvias, conocida como "canícula" o sequía de medio Verano.

La temperatura media anual oscila de los 16 a los 18° C, y su precipitación pluvial entre los 335 y 398 mm al año. Los máximos valores térmicos se registran en mayo y junio con 22° C,



FOTOGRAFIA 7. Panorámica general del área de ubicación del Centro Acuícola El Peaje

y los mínimos en enero con 13.6° C (INEGI, 1985).

#### 4.1.4 Características básicas del Centro

El Centro Acuícola El Peaje es una unidad de producción masiva de crías de carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y carpa herbívora (*C. idellus*) dependiente de la Dirección General de Acuicultura de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno Federal, para el fomento de la acuicultura en el Estado de San Luis Potosí.

Cuenta con una capacidad instalada actual de 4.03 millones de crías por año, presentando un rendimiento productivo global de 1,782 crías/m<sup>2</sup> de estanquería; las cuales se destinan principalmente a la región del Altiplano, de mayor rezago económico en la entidad.

Dispone para el efecto de una planta productiva que comprende 57 pequeños estanques de mampostería revestidos, con una superficie total de 2,855 m<sup>2</sup>, de la cual 2,262 m<sup>2</sup> se destina para la producción de crías; y de una plantilla de personal compuesta por 4 piscicultores y un jefe del mismo.

El abastecimiento de agua al Centro se tiene a partir de una fuga que presenta la Presa El Peaje, la cual es un acuatorio que se llena únicamente por escurrimientos superficiales que se generan durante la temporada de lluvias, y que fue construida para auxiliar el suministro de agua para uso doméstico en la Cd. de San Luis Potosí; no existiendo afluente industrial ni doméstico que pudiera afectar la calidad de la misma.

#### 4.2 Trabajos de campo

Los distintos procedimientos que se describen a continuación son los que se aplican normalmente en el Centro Acuícola el Peaje, los cuales parten de las experiencias y aportaciones realizadas en el mismo, en base a los criterios de referencia propuestos por diversos autores para las etapas del proceso de reproducción.

##### 4.2.1 Cultivo de reproductores

Se realizó en un contenedor rústico de 0.48 has que presenta un recambio variable y permanente de agua, con una profundidad media de 1.5 m; y en dos estanques de mampostería revestidos, de 354 m<sup>2</sup> y 1.4 m de tirante, manteniendo en estos últimos un recambio continuo de alrededor de 5-10 l/min.

La alimentación suplementaria se realizó exclusivamente con

la maleza acuática conocida como "cola de caballo" (*Potamogeton* sp.), con aplicación en base a demanda.

#### 4.2.2 Selección de reproductores

Se realizó en base a las características fenotípicas de los ejemplares. En el caso de las hembras, se eligieron a aquellas que presentaron un vientre abultado, suave y elástico al tacto, con un poro genital protuberante. En los machos se escogieron a los que emitieron semen a una ligera presión abdominal; siendo éste de color blanquecino y de fácil difusión en el agua (Fotografía 8).

La proporción general de montaje fue de 2 machos por hembra, y en la mayor parte de los casos se colocaron lotes de desove compuestos por 4 hembras y 8 machos por evento.

#### 4.2.3 Estabulación predesove

Los ejemplares seleccionados se colocaron por separado en 2 piletas de azulejo de 3 x 2 x 1 m, que se ubican dentro del edificio de la sala de maduración y laboratorio, con recambio de agua (4-5 l/min) en cada una de ellas; adjudicando una fase de purga de 24 hs para facilitar la eliminación de las excretas, al cabo de la cual se pesaron y marcaron los ejemplares, empleando para el efecto una báscula de reloj de 20 Kg de capacidad y una precisión de  $\pm 12.5$  gr, adaptada con una canastilla de manta para facilitar la maniobra; y un bolígrafo convencional, removiendo ligeramente la epidermis del dorso de la cabeza (Fotografía 9).

#### 4.2.4 Inducción hormonal

Se realizó con un extracto heteroplástico de hipófisis de carpa común (*C. carpio*), preparado siempre previamente a la inducción, con glándulas secas y pulverizadas de importación marca Argent. Chemical Laboratories (lote No. ST002), y una solución salina al 0.65%, elaborada con cloruro de sodio de grado analítico y agua natural previamente hervida y enfriada, empleando un mortero de porcelana para la dilución (Fotografía 10).

La dosis empleada en las hembras fue de 4.0 mg/Kg en todos los casos (factor de dilución de 0.5 ml/4.0 mg); y de 2.0 mg/Kg en los machos (factor de dilución de 0.5 ml/2.0 mg); de acuerdo a los criterios propuestos por Woynarovich y Horváth (op. cit.) y Lin, et al. (op. cit.).

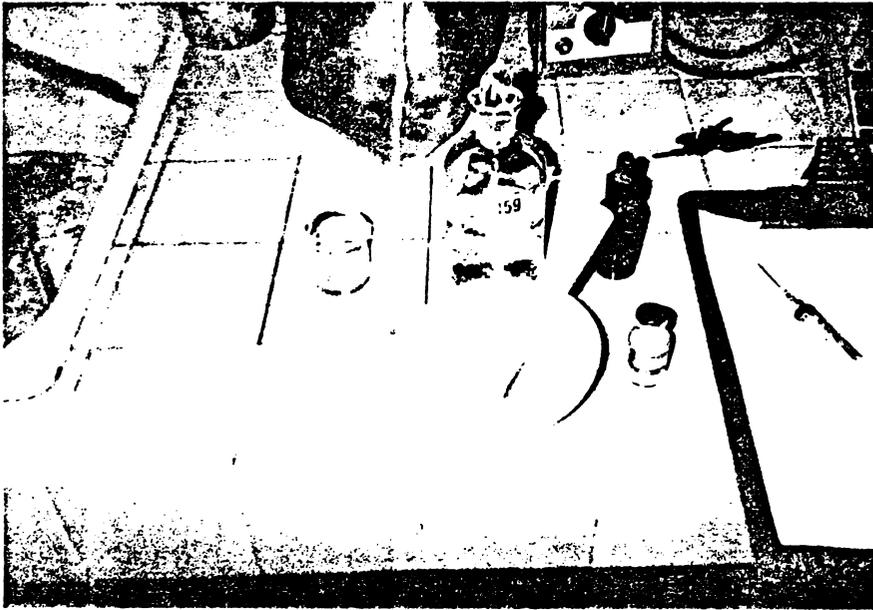
Para el pesaje de las hipófisis se empleó una balanza analítica electromecánica marca Sartorius (Modelo GMBH) de  $\pm 0.00005$  gr de precisión.



FOROGRAFIA 8. Aspecto de la captura y selección de reproductores de *C. idellus*



FOTOGRAFIA 9. Marcaje de los reproductores en el dorso de la cabeza



FOTOGRAFIA 10. Implementos utilizados para la preparación de los extractos de hipófisis

A las hembras se les aplicaron dos dosis, al 10% y al 90% de la dosis total, adjudicando un lapso de 10 horas entre las mismas, siendo las horas de suministro a las 10:00 y a las 20:00 hs. Las soluciones remanentes se conservaron en refrigeración durante este período.

Para la primera dosis se emplearon jeringas desechables de 1 ml ( $\pm 0.005$  ml de precisión), y de 3 ml ( $\pm 0.05$  ml) para la segunda.

#### 4.2.5 Sitio de aplicación

Los extractos preparados se aplicaron en la cavidad corporal (vía celómica), introduciendo la aguja de 1.0 a 1.5 cm en la base del lóbulo de la aleta pectoral.

La inyección se realiza levantando esta aleta y colocando la jeringa en un plano perpendicular al eje longitudinal del cuerpo, aplicando un ligero masaje después de retirar la aguja para evitar un flujo retrógrado (Fotografía 11).

#### 4.2.6 Transferencia al sistema acoplado

Al término de la aplicación de la segunda dosis, los reproductores se transfirieron al desovadero circular, el cual fue previamente activado con un gasto de agua de aproximadamente 0.8 l/seg; con lo que se aporta una velocidad de flujo en el perímetro de alrededor de 0.15 m/seg.

Es importante mencionar que tanto el sistema acoplado como el estanque de cultivo de hembras y la sala de maduración se encuentran en la misma zona, muy próximos entre sí; con lo que se acortan las distancias y los tiempos de traslado de los organismos (Fotografía 2). El desmontaje de los desoves se realizó al día siguiente de la ovulación.

#### 4.2.7 Manejo del sistema

El día programado para el montaje del desove se limpia perfectamente el sistema con agua corriente, se deja secar al sol y se llena gradualmente.

Una vez que se colocan los reproductores en el desovadero se reactiva el flujo al nivel señalado. En cuanto se inicia la ovulación a la mañana siguiente el huevo pasa automáticamente a la incubadora. El desove demora generalmente de 2 a 4 horas.

El manejo de los gastos de agua que se emplean en estas incubadoras es variable, y los flujos que brindan los mejores resultados en términos de sobrevivencia son específicos de cada instalación. La experiencia en el Centro ha mostrado que los



FOTOGRAFIA 11. Detalle de la aplicación del extracto hipofisiario por vía celómica

mejores resultados se obtienen aplicando el menor flujo posible.

Al inicio de la incubación, cuando los huevos se han hidratado completamente, y hasta antes del inicio de la eclosión, el flujo de agua debe de ser el mínimo suficiente para mantener a la mayoría de los huevos suspendidos en la columna de agua.

Antes del inicio de la eclosión, lo cual se detecta por los movimientos cada vez más frecuentes y regulares de los embriones, se recomienda reducir el suministro de agua para lograr que la eclosión sea más homogénea, evitando siempre el estacionamiento de los huevos y larvas en el piso de la incubadora.

Una vez ocurrida la eclosión, y de ser necesario, se incrementa nuevamente el flujo para impedir el asentamiento de las larvas. Se debe evitar en este momento un flujo exagerado que pueda ocasionar que las larvas se peguen en las mallas de filtración, como resultado de una mayor tracción en el área de desfogue. En el caso específico de la incubadora disponible en el Centro, el flujo medio de referencia es de 0.8 l/seg; lo que se logra con un patrón de abertura general de las 5 válvulas disponibles a aproximadamente 7/8 de vuelta.

La reabsorción de la vesícula vitelina demora de 3-4 días, y los alevines se cosechan una vez que llenan la vejiga gaseosa, momento en el que logran una natación definitivamente horizontal.

Al término de este período los alevines se colectan en la pileta adyacente a la incubadora, colocando previamente un corral de tela de organza en el tubo de descarga (Fotografía 12).

Una vez terminado el vaciado, se desconecta el corral y se concentran los alevines en su extremo distal para proceder a su conteo, cosecha y traslado (Fotografía 13).

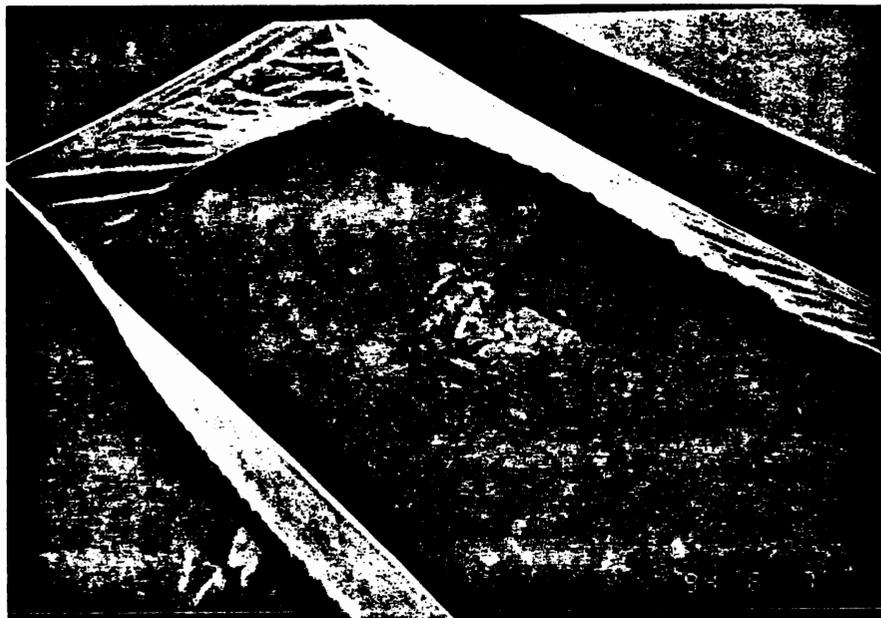
#### 4.3 Trabajos de gabinete

##### 4.3.1 Evaluación de los parámetros principales

###### 4.3.1.1 Determinación del margen de ovulación

Se determinó en base a las hembras que desovaron con respecto al total de hembras participantes, por montaje, y con relación a los 8 eventos que fueron instrumentados; estableciendo una relación porcentual.

El criterio utilizado en la determinación fue la revisión de las hembras en el momento del desmontaje, el cual se realizó al día siguiente de la ovulación; considerando a una hembra que



FOTOGRAFIA 12. Detalle de la maniobra de cosecha de los alevines



FOTOGRAFIA 13. Concentración de los alevines para su conteo y traslado a los estanques de crecimiento

desovó a aquella que presentó un vientre flácido, y que mostró unos cuantos óvulos residuales a una presión abdominal; además de un peso menor con respecto al dato inicial. Las hembras que no alcanzaron la ovulación no presentaron un cambio aparente en la forma y consistencia del vientre, ni liberaron óvulos a una presión abdominal; además de que no presentaron un peso inferior con respecto al dato inicial. Para el pesaje se utilizó el mismo procedimiento descrito en el capítulo 4.2.3 .

#### 4.3.1.2 Determinación del porcentaje de fertilización

Se realizó tomando muestras de huevo de la cámara de incubación que variaron de 99 a 202 unidades, obtenidas por sifoneo con un tubo de vidrio de 1.2 m de largo por 0.5 cm de diámetro, de entre 7 a 12 horas después de la fertilización; es decir, del inicio del desove y del paso de los huevos a la incubadora.

Los análisis para la verificación del estadio de desarrollo se realizaron con el auxilio de un microscopio estereoscópico marca American Optical, de graduación de 0.7 a 4.2, una caja de Petri de 15 cm de diámetro y una aguja de disección de punta roma. Los conteos se realizaron directamente en el tubo recolector, obteniendo por diferencia el número de huevos viables.

Cabe señalar que al cabo de 7 horas después de la fecundación prácticamente todos los huevos no viables adquirieron una coloración blanquecina; lo que facilitó la diferenciación, la cuantificación y el análisis.

Las determinaciones se realizaron en los estadios del IX al XIII de la secuencia del desarrollo embrionario para *C. idellus* propuesta por Barnard (1984); los cuales comprenden los estadios avanzados de blástula y gástrula, respectivamente; siendo el estadio XIII cuando el embrión se alarga y envuelve al vitelo (Ver Tabla 3). Una ilustración de esta secuencia se presenta en la Figura 5.

Lin. et al. (op. cit.) recomiendan realizar la determinación del índice de fecundación a partir del estadio de gástrula, ya que en etapas anteriores como la de mórula, algunos óvulos infecundos al hidratarse llegan a presentar segmentación en el protoplasma germinal, con lo que se puede afectar el análisis.

#### 4.3.1.3 Evaluación del índice de eclosión

Se llevó a cabo en base al porcentaje de sobrevivencia o viabilidad del huevo poco antes de la eclosión, a partir de muestras que fluctuaron de 65 hasta 158 unidades, obtenidas por sifoneo de la manera descrita en el punto anterior; de entre 23 a

T A B L A    3

DESCRIPCION:

22 Estadios del Desarrollo Embrionario del Huevo de las Carpas Chinas<sup>y</sup>

E S T A D I O

D E S C R I P C I O N

I	Unos minutos después de la fecundación el huevo ha comenzado su hidratación, el blastodisco está formado y se puede observar el espacio perivitelo. El diámetro del huevo es de 1.7 a 2 mm.
I I	La membrana se separa del vitelo y el plasma se encuentra en el polo animal (de 20 a 60 minutos después de la fecundación).El vitelo es de color marrón pálido.
III	El blastodisco se divide en 8 blastómeros que son visibles en el polo animal.
I V	Comienza el estado de mórula. La hidratación del huevo no está completamente terminada y el tamaño del huevo es de 3.5 mm de diámetro.Los blastómeros son de color azulado y el vitelo es color marrón pálido.
V	El estado mórular es más avanzado.
V I	La hidratación ha sido completada y el diámetro del huevo alcanza a medir 6 mm.
VII	Continúa el estado de mórula, se marca una clara separación entre la membrana y el embrión.
VIII	Comienza el estado de blástula.
I X	El estado blastular es más avanzado.
X	El blastómero empieza a exonerse en la superficie del vitelo. Aparece un engrosamiento en la franja del blastodermo. En el cuerpo embrionario comienza la diferenciación del ectodermo y mesodermo.
XI, XII y XIII	El embrión se alarga progresivamente y envuelve el vitelo.
XIV y XV	La segmentación de la cabeza empieza en el polo vegetal.
XVI	Se forman las vesículas ópticas. La segmentación del mesodermo empieza con la aparición de las primeras somitas.La parte embrionaria presenta un color azul y el vitelo un color marrón pálido.
XVII	El embrión se comienza a desplegar. Aparecen las manchas de los ojos. La notocorda es visible y el cuerpo es segmentado.
XVIII	La cola se observa independientemente del saco vitelino. Las somitas aparecen más claramente al igual que las vesículas olfativas.
X I X	La parte caudal se separa totalmente del saco vitelino. El embrión empieza a tener movimientos regulares, perpendiculares en sentido de la longitud del cuerpo, teniendo como punto de flexión el centro del cuerpo.
X X	Los movimientos del embrión son más rápidos y su eclosión comienza; el embrión con sus movimientos rápidos y bruscos rompe la membrana, el líquido interno sale, la membrana se pliega y por fin el embrión logra salir.
XXI y XXII	Los alevines son capaces de moverse en la incubadora y la eclosión de todas las larvas dura algunas horas lo que está en función de la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto.

<sup>y</sup> Barnard,1984. (Tomado de Arredondo y Juárez, op. cit. p. 93)

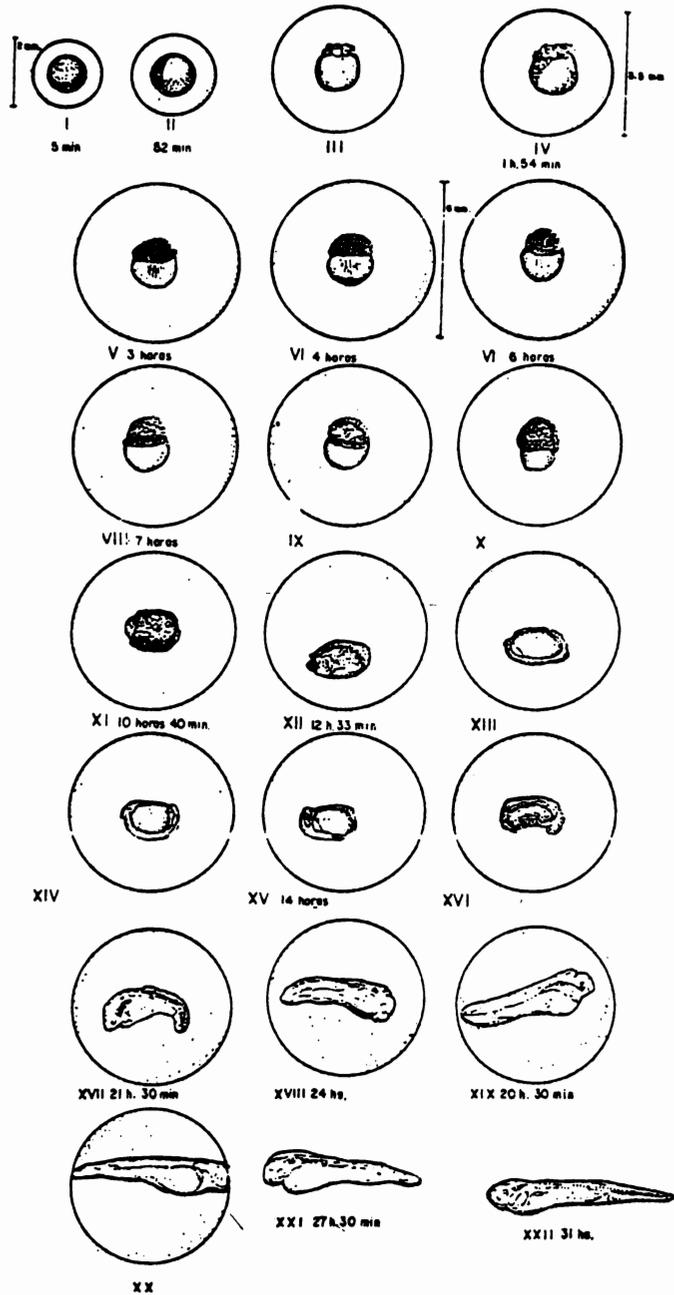


FIG. 5. DESARROLLO ONTOGENICO DE LA CARPA HERBIVORA, SEÑALANDO SUS 22 ESTADOS, DE ACUERDO CON BARNARD, 1984. (Tomado de Arredondo y Juárez, 1986).

32 horas después de la fertilización, en los estadios XVII al XX de la secuencia del desarrollo mencionada, y que son previos a la eclosión.

#### 4.3.2 Determinación de parámetros complementarios

##### 4.3.2.1 Cuantificación de alevines

Se realizó por extrapolación de volumen al momento de la cosecha de los alevines, de 3-5 días después de la eclosión; empleando un corral de tela de organza de 1.2 x 0.7 x 0.6 m, dispuesto en la pileta de cosecha, y acoplado al tubo de vaciado de la incubadora.

Una vez finalizada la maniobra, los alevines se concentraron en el extremo distal del corral (Fotografía 13) y se tomaron muestras de 2 a 7 ml con un vaso de precipitados de plástico de 10 ml (graduación mínima de 1.0 ml), a partir de las cuales se contaron los organismos contenidos con el auxilio de un vaso de precipitados de 1,000 ml y una pequeña coladera de plástico con luz de malla de 0.5 mm; obteniendo el factor del número de alevines/ml, para extrapolar sobre esta base al volumen total colectado, el cual se midió con un vaso de 500 ml y una probeta graduada de 50 ml, con una graduación mínima de 2 ml.

##### 4.3.2.2 Estimación del número de óvulos liberados

Se realizó por inferencia a partir del número obtenido de alevines por montaje de desove, y al porcentaje de sobrevivencia del huevo previo a su eclosión.

De esta manera, el número captado de alevines representó el porcentaje determinado de viabilidad del huevo; y el 100% lo constituyó, sobre esta base, el número aproximado de óvulos producidos.

##### 4.3.2.3 Monitoreo de la calidad del agua

Con la finalidad de integrar información básica de respaldo, se realizaron monitoreos de calidad del agua en la misma fecha de los montajes de desove; a las 17:30 hs, y sobre muestras de agua tomadas del aljibe principal de distribución, el cual abastece al sistema acoplado.

Los parámetros medidos fueron: Temperatura, Oxígeno disuelto, pH, Dureza y Alcalinidad totales, y Amonio no ionizado. Para la temperatura se utilizó un termómetro de alcohol de -10 a 110° C Marca Brannan, con una graduación mínima de 1° C. Para el resto de los parámetros se empleó un estuche de análisis de

campo marca HACH, modelo FF-2, con titulador digital.

El pH se valoró por comparación colorimétrica de la muestra con un disco especial, el cual presenta una precisión de  $\pm 0.25$  puntos. El oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad y el amonio no ionizado se midieron con el titulador digital, que presenta una precisión de  $\pm 0.5$  mg/l.

Las determinaciones de oxígeno disuelto y temperatura durante el seguimiento del desarrollo embrionario, y para agilizar la secuencia de medición, se empleó un oxímetro portátil marca YSI, modelo 51B; con una precisión de  $\pm 0.1$  mg/l para el oxígeno disuelto y de  $\pm 0.5$  °C para la temperatura.

## V. RESULTADOS

Se realizaron un total de 8 montajes de desove dentro del período comprendido del 17 de mayo al 28 de julio de 1994, con la participación de un total de 31 hembras y 62 machos de carpa herbívora de un promedio de edad de 7 años y 3.83 Kg. de peso, a partir de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

### 5.1 Margen de ovulación

Del total de hembras participantes 22 alcanzaron la ovulación y el desove, lo que significó un porcentaje global de ovulación del 70.96%

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos por montaje de desove. Como puede apreciarse, el índice de ovulación fluctuó desde el 50 % (M05 y M08) al 100% (M01), dentro de un intervalo de temperatura inicial en el agua de 20 a 25° C; presentándose un tiempo de efecto que varió de 10.5 hs (10 hs 30 min) a 14.92 hs (14 hs 55 min) a partir de la aplicación de la segunda dosis a las hembras (Figura 6). Se consigna también el número de hembras y machos participantes, la proporción empleada, la biomasa total de hembras, su peso promedio, la hora detectada del inicio de la ovulación y el número de hembras desovadas.

Como información complementaria se presentan al pie de la tabla referida los factores que permanecieron constantes en todos los montajes de desove, los cuales están especificados en el capítulo IV. El agente inductor utilizado fue pituitaria seca pulverizada de *C. carpio* a una dosis de 4.0 mg/Kg en las hembras y 2.0 mg/Kg en los machos. El gasto base de suministro de agua al desovadero fué de 0.8 l/seg.

### 5.2 Porcentaje de fertilización

La determinación de este parámetro se realizó en los estadios del IX al XIII de la secuencia del desarrollo ontogénico propuesta por Barnard (op. cit.); encontrando margenes de fertilización que fluctuaron del 58.54% en el montaje No. 5 (M05) al 91.58% en el M06, con un promedio general del 84.34% .

El bajo índice obtenido en el M05 (58.54%) muy probablemente estuvo determinado por la utilización de machos despermados en los desoves anteriores, ya que no fue posible capturar ejemplares nuevos, para este caso, plenos en su capacidad reproductiva.

TABLA 4 . Resumen de los resultados logrados en la determinación del índice de ovulación en las hembras de *C. idellus*

NO. DE MONTAJE	F E C H A	TEMP. DEL AGUA(°C) 1/	NO. DE HEMBRAS	NO. DE MACHOS	PROPORCION	BIOMASA HEMBRAS(Kg)	PESO PROM.Kg	INICIO OVULACION	TIEMPO DE EFECTO 2/	NO. DE HEMBRAS DESOVADAS	% DE OVULACION
MO1	17-05-94	21.0	4	8	1:2	12.7	3.18	10:30 hs	14 hs	4	100
MO2	24-05-94	24.0	4	8	1:2	15.15	3.79	06:45	10 hs/30 min	3	75
MO3	01-06-94	25.0	5	10	1:2	18.4	3.68	07:00 hs	11 hs	4	80
MO4	07-06-94	23.0	6	12	1:2	21.1	3.52	07:00 hs	10 hs/45 min	4	66.6
MO5	16-06-94	22.0	4	7	1:1.75	16.25	4.06	08:20 hs	12 hs/05 min	2	50
MO6	30-06-94	23.0	3	6	1:2	10.7	3.57	08:30 hs	12 hs	2	66.6
MO7	18-07-94	20.0	3	6	1:2	14.55	4.85	11:30 hs	14 hs/55 min	2	66.6
MO8	28-07-94	22.0	2	5	1:2.5	9.8	4.9	08:45 hs	11 hs/45 min	1	50
TOTALES/PROMEDIO :		22.5	31	62	1:2.03	118.65	3.83	08:32 hs	12 hs/07 min	22	69.35

Agente inductor utilizado en todos los casos: pituitaria seca de *C. carpio*.

Dosis: 4.0 mg/Kg en las hembras y 2.0 mg/Kg en los machos. (VER CAPITULO 4.2.4)

Instalación empleada: desovadero circular del sistema acoplado.

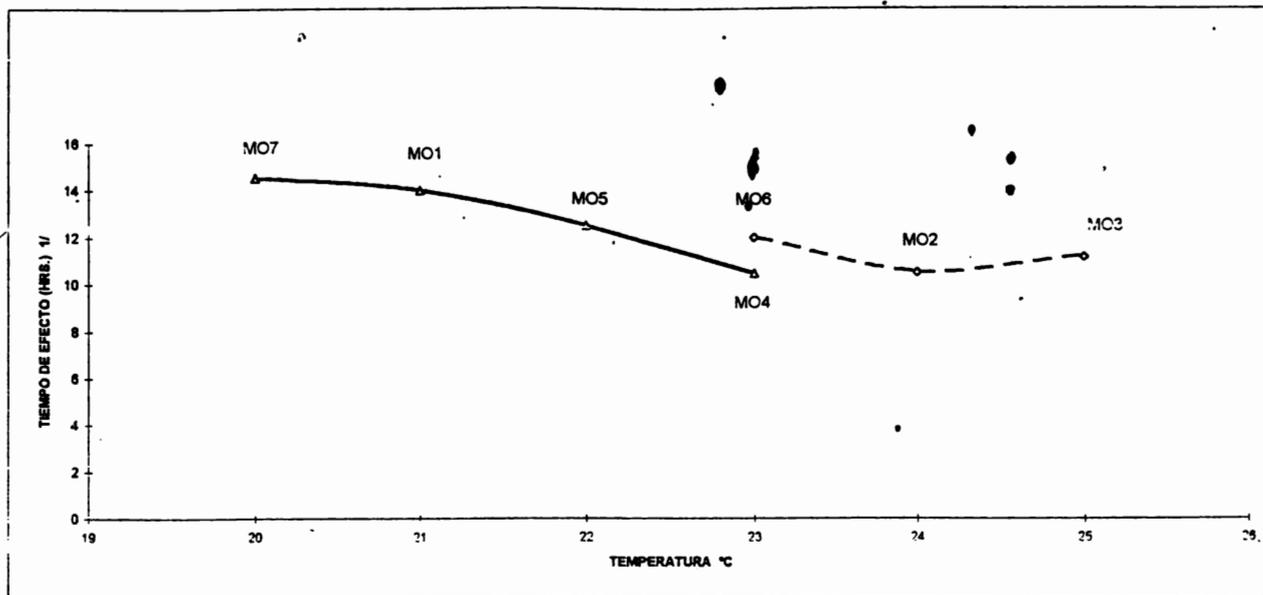
Gasto de agua de suministro: 0.8 l/seg.

Velocidad de flujo en el perímetro: 0.15 m./seg

1/ Corresponde a la fecha del montaje. (VER TABLA 8)

2/ A partir de la aplicación de la segunda dosis a las hembras.

**FIGURA 6. RELACION ENTRE EL TIEMPO DE EFECTO EN LA OVULACION DE *C. idellus* Y LA TEMPERATURA DEL AGUA**



- 1/ PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LA APLICACION DE LA DOSIS DEFINITIVA A LAS HEMBRAS Y EL INICIO DE LA OVULACION.  
 2/ LOS TIEMPOS DE EFECTO PARA MO6, MO2 Y MO3 FUERON ESTIMADOS. LA OVULACION OCURRIO ANTES DE LA HORA EN QUE SE REALIZO LA SUPERVISION DEL DESOVE AL DIA SIGUIENTE DE LA INDUCCION, RAZON POR LA CUAL ESTOS PUNTOS SALEN DEL COMPORTAMIENTO APRECIADO EN LA GRAFICA.

Soslayando este dato en la determinación del promedio general, el porcentaje de fertilización se incrementa al 88.6%; lo que significa que el sistema en promedio aportó una eficiencia de casi 89 óvulos fecundados por cada 100 unidades liberadas.

En la Tabla 5 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en la determinación de este parámetro por montaje de desove. Se presenta el número inferido de óvulos y la fecundidad resultante en las hembras, en relación a la biomasa inicial de aquellas que alcanzaron la ovulación y el desove. Como puede apreciarse, el índice de fecundidad varió desde 80,675 óvulos/Kg a 128,942 óvulos /Kg, presentándose una media de 94,265 óvulos/Kg de peso.

### 5.3 Evaluación del índice de eclosión

Este parámetro se determinó en base al porcentaje de sobrevivencia del huevo antes de la eclosión, en los estadios del XVII al XX de la secuencia propuesta por Barnard (op. cit.). En la Tabla 6 se presentan los detalles de la realización de los muestreos del huevo; así como el tiempo transcurrido aproximado a partir del inicio de la fertilización, el estadio del desarrollo embrionario detectado, y los tamaños de muestra obtenidos.

En la Tabla 5 se puede apreciar que el porcentaje de eclosión presentó una media general del 68.87%, variando desde el 63.83% (M03) al 78.46% (M07), obteniéndose una producción total aproximada de 3'668,371 alevines; lo que arroja una tasa promedio de eficiencia en producción de casi 70 alevines por cada 100 óvulos liberados; y, en referencia a la biomasa de hembras que desovaron (72.6 Kg), de 50,529 alevines/Kg.

En la Figura 7 se presenta un gráfico que ilustra el comportamiento de los índices de eficiencia para los tres parámetros principales a lo largo de los montajes instrumentados.

En la Figura 8 se ilustra de manera esquemática un resumen de los resultados promedio obtenidos.

### 5.4 Parámetros complementarios

#### 5.4.1 Cuantificación del número de alevines

En la Tabla 7 se presentan los resultados de la cuantificación de alevines por montaje de desove, en la que se anotan los alícuotas captados, el número de alevines por

TABLA 5. Resultados obtenidos en la determinación de los índices de fertilización y eclosión en *C. idellus*

NO. DE MONTAJE	BIOMASA CON DESOVE NETO (Kg) 1/	NO. APROX. DE OVULOS 2/	FECUNDIDAD 3/	% DE FERTILIZACION	% DE VIABILIDAD EN INCUBACION 4/	NO. DE ALEVINES	% DE ECLOSION
M01	12.7	- 5/	-	-	-	-	-
M02	11.0	887,420	80,675	87.4	65.82	584,100	65.82
M03	12.3	1'110,685	90,300	84.85	63.83	708,950	63.83
M04	11.2	936,305	83,599	87.0	73.13	684,720	73.13
M05	3.45	444,849	128,942	58.54 6/	- 7/	260,370	- 7/
M06	7.8	671,330	86,068	91.58	64.37	432,135	64.37
M07	10.05	925,231	92,063	89.92	78.46	725,936	78.46
M08	4.1	402,663	98,210	91.07	67.59	272,160	67.59
<b>TOTALES/PROML :</b>	<b>72.6</b>	<b>5'378,483</b>	<b>94,265</b>	<b>84.34</b>	<b>68.87</b>	<b>3'668,371</b>	<b>68.87</b>

1/ Corresponde al peso inicial de las hembras que desovaron.

2/ Inferido sobre alevines cuantificados en la cosecha, y al % de viabilidad en el huevo previo a la eclosión.

3/ En base al número inferido de óvulos liberados y a la biomasa inicial de las hembras desovadas (óvulos/Kg. de peso).

4/ En base al muestreo de viabilidad realizado previo a la eclosión (estadios del XVII al XX de la secuencia propuesta por Barnard, 1984).

5/ Perdida total de los huevos en la eclosión por falla en el suministro de energía eléctrica.

6/ Bajo índice de fertilización determinado por la utilización de machos despermados en desoves anteriores.

7/ No se realizó muestreo previo a la eclosión.

TABLA 6. Desglose de los resultados obtenidos en la determinación de los índices de fertilización y eclosión en *C. idellus* en la incubadora de canal circulante

NO. DE MONTAJE	INICIO FERTILIZACION	F E C H A	FECHA DEL MONITOREO	H O R A	TIEMPO TRANSC. 1/	ESTADIO DE DESARROLLO 2/	PARAMETRO EVALUADO	NO. TOTAL MUESTRA	NO. HUEVOS MUERTOS	% DE VIABILIDAD	TEMP. °C	OXIG. DIS. (mg/l)
MD1 3/	10:30 hs	180594	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MD2	06:45 hs	250594	250594	14:00 hs	7 hs/15 min	IX	fertiliz.	127	16	87.4	23	6.77 4/
			260594	10:00 hs	27 hs/15min	XIX	eclosión	158	54	65.82	23	-
MD3	07:00 hs	020694	020694	19:00 hs	12 hs/00 min	XIII	fertiliz.	99	15	84.85	23	5.6
			030694	13:45 hs	30 hs/45 min	XX	eclosión	94	34	63.83	24	4.9
MD4	07:00 hs	080694	080694	17:30 hs	10 hs/30 min	XI	fertiliz.	100	13	87.00	22	5.6
			090694	11:25 hs	28 hs/25 min	XIX	eclosión	67	18	73.13	22	4.9
MD5 5/	08:20 hs	170694	170694	19:00 hs	10 hs/40 min	XI	fertiliz.	123	51	58.54	22	5.8
MD6	08:30 hs	010794	010794	17:30 hs	09 hs/00 min	IX	fertiliz.	202	17	91.58	22	5.9
			020794	08:30 hs	24 hs/00 min	XVIII	eclosión	87	31	64.37	21.5	6.4
MD7	11:30 hs	190794	190794	21:00 hs	09 hs/30 min	IX	fertiliz.	119	12	89.92	20.5	5.0
			200794	20:15 hs	32 hs/45 min	XIX	eclosión	65	14	78.46	21	5.8
MD8	08:45 hs	290794	290794	17:30 hs	08 hs/45 min	IX	fertiliz.	112	10	91.07	21.5	6.2
			300794	07:30 hs	22 hs/45 min	XVII	eclosión	108	35	67.59	21	4.9

Gasto inicial de suministro de agua en la incubadora: 0.8 l/seg.

1/ A partir del desove y fertilización.

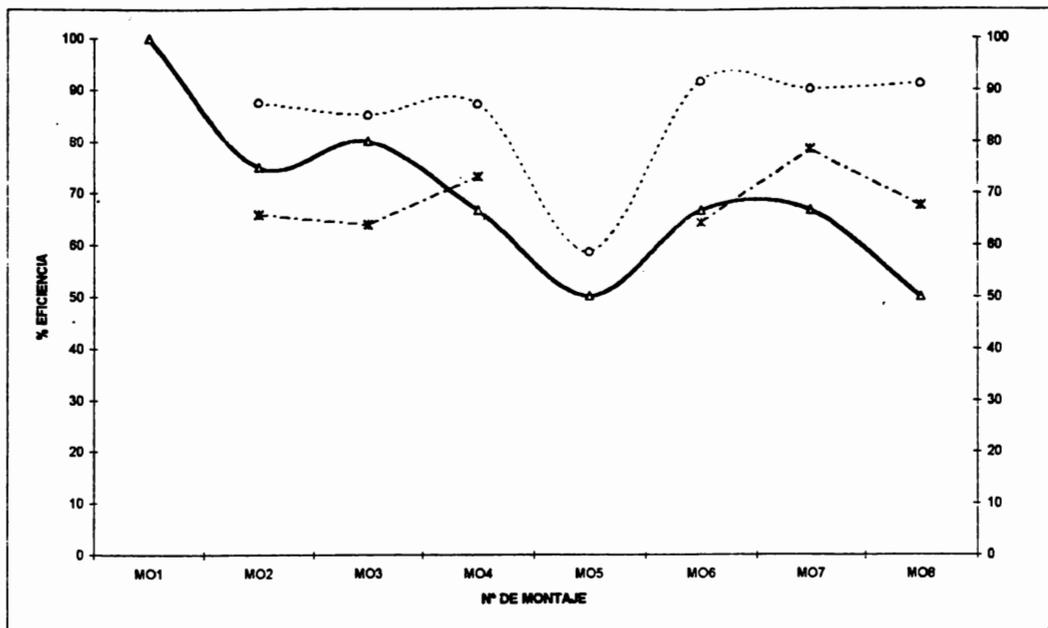
2/ En base a la secuencia propuesta por Barnard, 1984.

3/ Perdida total de huevos en la eclosión por falla en el suministro de energía eléctrica.

4/ Corresponde en éste montaje al valor de oxígeno disuelto medido en la fecha del montaje de desove. (24-05-94).

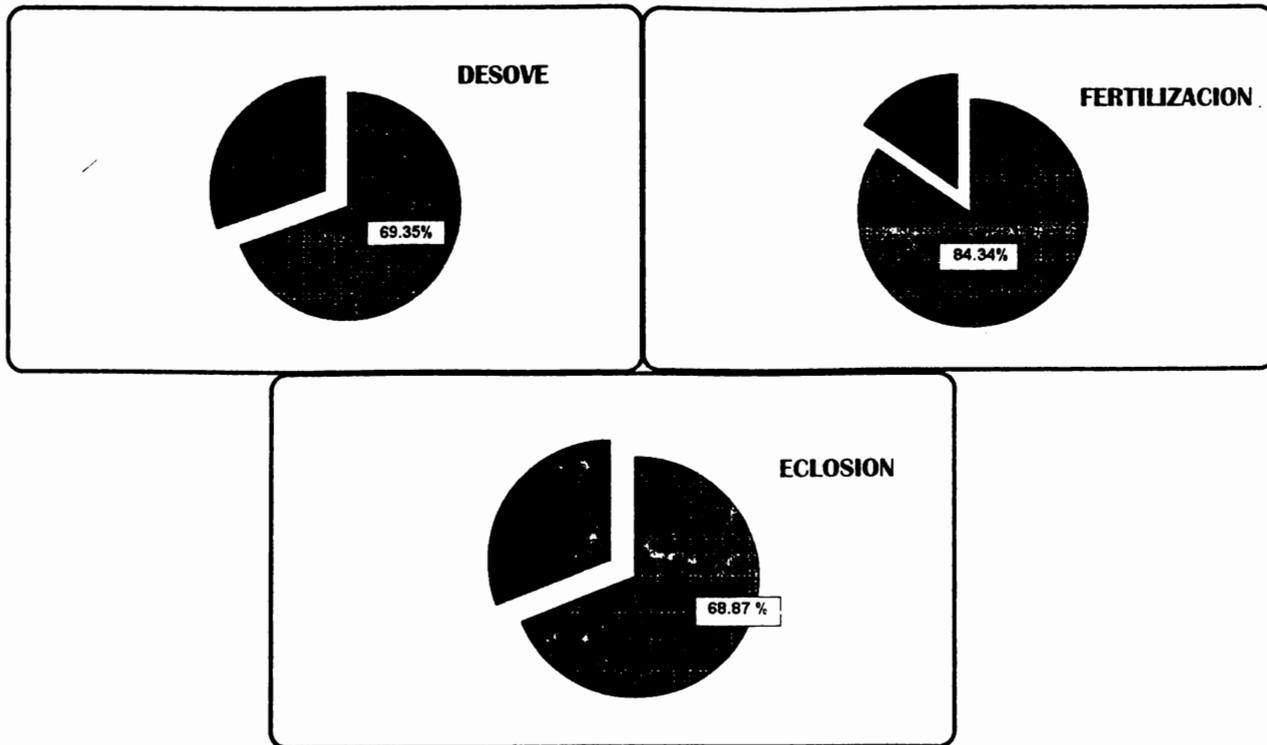
5/ No se realizó muestreo en la eclosión.

**FIGURA 7. COMPORTAMIENTO DE LOS INDICES DE EFICIENCIA OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE LOS PARAMETROS PRINCIPALES 1/**



— % DE DESOVE  
..... % DE FERTILIZACIÓN  
- - - % DE ECLOSIÓN

**FIGURA 8. RESUMEN ESQUEMATIZADO DE LOS MARGENES  
PROMEDIO DE EFICIENCIA OBTENIDOS <sup>1/</sup>**



<sup>1/</sup> En base a las tablas de resultados 4 y 5.

TABLA 7. Resultados en la determinación del número de alevines obtenidos por montaje de desove

NO. DE MONTAJE	FECHA DE COSECHA	PERIODO DE ABSORC. VITelo 1/	VOL. DE LA MUESTRA (ml)	NO. DE ALEVINES	NO. DE ALEV./ml	VOL. TOTAL COLECTADO(ml)	NO. TOTAL ALEVINES	% DE ECLOS.
M01	- 2/	-	-	-	-	-	-	-
M02	30-05-94	4 días	5.0	649	129.8	4,500	584,100	65.82
M03	07-06-94	4 días	7.0	902	128.9	5,500	708,950	63.83
M04	13-06-94	4 días	5.0	951	190.2	3,600	684,720	73.13
M05	22-06-94	4 días	3.0	789	263	990	260,370	- 3/
M06	06-07-94	4 días	2.0	291	145.5	2,970	432,135	64.37
M07	25-07-94	5 días	5.0	769	153.8	4,720	725,936	78.46
M08	02-08-94	3 días	6.25	1,772	283.5	960	272,160	67.59
<b>TOTALES/PROMEDIO :</b>		<b>4 días</b>	<b>4.75</b>	<b>875</b>	<b>184.9</b>	<b>23,240</b>	<b>3'668,371</b>	<b>68.87</b>

1/ A partir de la eclosión.

2/ Pérdida de los huevos en la eclosión por falla en el suministro de E. eléctrica.

3/ No se realizó muestreo previo a la eclosión.

SER

muestra y la proporción de alevines/ml; además del volumen total colectado, parámetros que sirvieron de base para calcular el número de alevines logrados en cada uno de los eventos. Como puede apreciarse, del total de los montajes realizados se logró una producción global aproximada de 3'668,371 alevines.

#### 5.4.2 Número de óvulos producidos

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la estimación de este parámetro por montaje. Como puede apreciarse, la cantidad total inferida fue de 5'378,483 óvulos para las 22 hembras que desovaron.

#### 5.4.3 Monitoreo de la calidad del agua

En la Tabla 8 se presentan los resultados de los monitoreos realizados.

Como puede apreciarse, la mayor parte de los muestreos fueron verificados a las 17:30 hs. En el caso de la temperatura, se presentó una variación de los 20 a los 25° C, con una media de 22.5° C, a lo largo de la temporada de reproducción de esta especie. Para el resto de los parámetros considerados se obtuvieron los siguientes valores promedio: 5.8 mg/l de oxígeno disuelto, 7.2 de pH, 36.7 mg/l de dureza total, 30.7 mg/l de alcalinidad total y 0.0032 mg/l de amonio no ionizado; niveles que son adecuados para la reproducción y el desarrollo de *C. idellus*.

TABLA 8. Registro de parámetros de la calidad del agua 1/

NO. DE MONTAJE	HORA	TEMP. DEL AGUA (°C)	OXIGENO DIS. (mg/l)	pH	DUREZA TOTAL (mg/l)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	AMONIO 2/ (mg/l)
M01	17:30 hs	21.0	-	-	-	-	-
M02	18:30 hs	24.0	6.77	7.0	38.0	29.0	0.002
M03	17:30 hs	25.0	6.0	7.5	32.0	30.0	0.006
M04	17:30 hs	23.0	5.2	7.0	54.0	25.0	0.002
M05	17:30 hs	22.0	-	-	-	-	-
M06	17:30 hs	23.0	5.6	7.5	36.0	31.0	0.005
M07	17:30 hs	20.0	5.05	7.0	30.0	31.0	0.002
M08	17:30 hs	22.0	6.4	7.0	30.0	38.0	0.002
<b>P R O M E D I O</b>	<b>:</b>	<b>22.5</b>	<b>5.8</b>	<b>7.2</b>	<b>36.7</b>	<b>30.7</b>	<b>0.0032</b>

1/ Realizado en la fecha de los montajes de desove en el aljibe principal de distribución de agua (VER TABLA 4).

2/ Amonio no ionizado (NH<sub>3</sub>).

SER

## VI DISCUSION

De la revisión y análisis de los resultados resulta interesante mencionar lo siguiente:

En cuanto a la ovulación y el desove se considera que el margen global obtenido del 70.97% (22 hembras desovadas de 31 participantes) es adecuado. En términos prácticos se tiene que 7 de cada 10 hembras respondieron exitosamente a la inducción.

La declinación en el índice de ovulación que se aprecia en la Tabla 4, a partir del M05, es probable que haya estado influenciada por la utilización de hembras de mayor talla en relación a los cuatro primeros eventos de desove. Es muy posible que estas hembras de un peso mayor a 4 kg requieran de una dosis más alta del extracto hipofisiario utilizado.

Respecto al período de ovulación o tiempo de efecto, la disparidad que se observa en los puntos obtenidos en los montajes 6, 2, y 3, con respecto a la tendencia que se presenta en el trazo de la gráfica (Figura 6), estuvo determinada por el hecho de que la valoración del inicio de la ovulación, específicamente para estos montajes, fue estimada; es decir, no se pudo apreciar el momento justo en que ésta se inició. Cuando se realizó la supervisión del desove a primera hora de la mañana, la incubadora ya presentaba huevo dentro de la cámara de incubación; por lo que los tiempos de efecto estimados debieron ser en realidad menores en cuanto a su duración.

Cabe mencionar que la proporción de oocitos residuales en los ovarios de las hembras que ovularon fue poco significativa. Los ejemplares que fueron revisados en los dos primeros montajes presentaron emisión de unos cuantos óvulos a una presión abdominal.

Respecto a la valoración de la eficiencia en la fertilización de los óvulos, el promedio general obtenido del 84.34% (88.63% sin considerar el resultado obtenido en el M05) es notablemente alto, considerando que la fecundación ocurre de manera natural en el contenedor de desove.

Salvo en el caso del montaje No. 5, en el que se utilizaron machos con participación en desoves anteriores, los porcentajes de fecundación fueron superiores al 80% en todos los casos; e incluso de casi el 92% en el montaje No. 6.

Sobre este aspecto, se considera intervinieron como factores coadyuvantes en la obtención de estos resultados, la alimentación intensiva de los reproductores de *C. idellus* con malezas

acuáticas (*Potamogeton sp.*), y el proporcionamiento de condiciones adecuadas en la calidad del agua durante el ciclo de maduración, que propiciaron las mejores condiciones para el desarrollo de la gametogénesis; lo que debió contribuir en consecuencia a la producción de gametos con un margen alto de viabilidad; y por otra parte, durante el período de maduración final y el desove, el factor de movimiento de la columna de agua en el desovadero, que aunado a niveles altos de oxígeno disuelto, favorecieron un despliegue intenso del cortejo sexual en los reproductores, en respuesta a las hembras que alcanzaron la ovulación (Fotografía 14); además de una concentración de los productos sexuales liberados hacia el centro y el fondo del contenedor de desove. El mismo movimiento circular del agua determina que todo tipo de partícula suspendida, incluidos en este caso los gametos, se ubiquen en corto tiempo en un espacio reducido y delimitado.

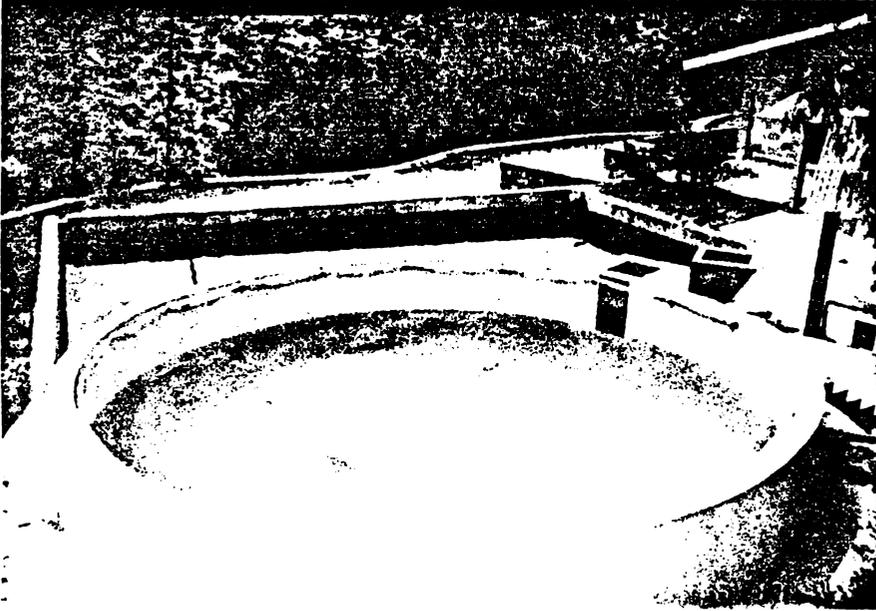
Se debe mencionar igualmente que la proporción de sexos utilizada (2 machos por hembra) contribuyó al logro de estos resultados.

En relación a los índices de eclosión que se muestran en la Tabla 5, se puede apreciar que presentan una dispersión reducida con respecto al valor medio, el cual fué del 68.87%.

Para el montaje No. 5 no se realizó muestreo de evaluación de la viabilidad del huevo. Sin embargo, considerando que el índice de fecundación fue reducido por las razones ya expuestas, el porcentaje de eclosión para este montaje debió ser necesariamente inferior al 58%. El dato de este montaje no se incluye en la determinación del promedio general.

El índice global de eficiencia obtenido en la eclosión es alto, de acuerdo a los patrones que se reportan en México en la aplicación de la técnica artificial de desove, los cuales varían del 40 al 70%, y que se menciona se obtienen en el Centro Acuícola de Tezontepc en la reproducción manual de la carpa herbívora y otros ciprínidos de huevo pelágico (SEPESCA, op. cit.).

Cabe resaltar que el más alto margen de eclosión fue el logrado en el M07 (Tabla 5) con un 78.46%, y que se estima estuvo determinado por la aplicación de un menor gasto de agua de suministro a la incubadora en comparación con los eventos anteriores; lo que determinó probablemente una menor pérdida de alevines en las mallas de filtración del área de rebozamiento de agua de la misma, al presentarse una menor succión; particularmente en la etapa en que las larvas que eclosionan primero comienzan a ascender en la columna de agua.



FOTOGRAFIA 14. Aspecto sobre el momento culminante del desove y la emisión sincrónica de los gametos

En la parte de recomendaciones se presentan las sugerencias para el manejo de la incubadora en esta etapa, que se considera determinante para el logro de las mayores tasas de eclosión; mismas que se desprenden de los resultados y las experiencias adquiridas en el desarrollo de este trabajo.

En lo que respecta al cálculo del número de alevines (Tabla 7), las tasas obtenidas del número de organismos por mililitro, a partir de las muestras especificadas, son muy dispares, presentándose un rango de variación de 128 (M03) a 283.5 (M08) alevines /ml, con una media de 184.9 unidades/ml.

Cabe resaltar que esta variación está determinada por el hecho de que al momento de la cosecha no es posible estandarizar un mismo patrón de concentración de los alevines en el corral de colecta (Fotografía 12). De esta manera, el hacinamiento de los alevines, previo al conteo, resultó diferente en cada montaje; lo que determinó las tasas obtenidas. Sin embargo, el procedimiento empleado constituye un método práctico, cuyo uso se ha generalizado para el conteo de alevines en los sistemas de incubación de canal circulante.

En relación a la determinación del número de óvulos producidos, el sistema por su funcionamiento no permite realizar un conteo directo, por los métodos gravimétrico o volumétrico por extrapolación, como en la técnica artificial de desove. No obstante, este dato puede ser inferido fácilmente, como ya fue mencionado, a partir del número obtenido de alevines y del porcentaje de sobrevivencia del huevo poco antes de la eclosión.

Cabe mencionar que en los análisis de viabilidad del huevo realizados en los estadios que se especifican en la Tabla 6, los óvulos infecundos y los huevecillos no viables, que adquiere una coloración blanquecina, permanecieron intactos; es decir, no se apreció desintegración de los mismos a lo largo del período de incubación; aún para el montaje No. 7, en el que la determinación se realizó casi 33 horas después del inicio de la fertilización, en el estadio XIX de la secuencia del desarrollo ontogénico ya mencionada, y a 21° C de temperatura en el agua; lo que da factibilidad a este método de evaluación.

La estimación del número de óvulos producidos a través del método gravimétrico no resultó adecuada para este sistema, ya que la diferencia de peso que se obtuvo en las hembras que desovaron, con respecto al dato inicial, resultó poco significativa; presentándose casos en los que no se observó variación aparente. Se considera que está implícito en estos casos errores de medición en el pesaje.

## VII CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos, y con referencia a los patrones de eficiencia que se logran en México con respecto a los parámetros principales que se evaluaron en el presente trabajo, se puede afirmar que este sistema de desove presenta un alto grado de eficiencia para la producción masiva de alevines, que como la carpa herbívora presentan huevo de tipo pelágico, considerando que los resultados alcanzados son muy similares a los que se logran con la aplicación de la técnica artificial de desove en carpas chinas, y de que el presente sistema requiere de una mucho menor aplicación de mano de obra; además de que se reduce notablemente la manipulación de los reproductores, en contraste con la técnica mencionada.

Tomando como referencia el porcentaje de eclosión, que de hecho constituye el principal indicador para evaluar la eficiencia de cualquier técnica de reproducción controlada en peces, el índice promedio obtenido del 68.87%, es alto, de acuerdo al margen de eclosión que se reporta en México en la aplicación del desove artificial, el cual varía del 40 al 70% (SEPESCA, op. cit.). En términos prácticos, el sistema aportó una eficiencia promedio en producción de casi 70 alevines viables de 3 a 5 días de eclosión por cada 100 óvulos liberados; y, en referencia a la biomasa de hembras que desovaron (72.6 Kg), de 50,500 alevines/Kg de hembra.

- El extracto heteroplástico de hipófisis de *C. carpio* utilizado a una dosis de 4.0 mg/Kg, en todos los casos, presentó una capacidad para inducir la ovulación en las hembras de carpa herbívora en un margen promedio del 71%.

- El porcentaje promedio de fertilización obtenido del 88.34% (sin considerar el resultado del M05) es notablemente alto, y cercano al 90%, considerando que la fecundación ocurre de manera natural en el contenedor de desove. Salvo en el caso considerado, en el que se utilizaron machos despermados en desoves anteriores, los porcentajes determinados de fertilización fueron superiores al 80% en todos los casos. Bajo estas consideraciones, la proporción de sexos empleada de 2 machos por hembra resulta adecuada en la utilización de este dispositivo.

- Respecto a las condiciones de la calidad del agua, los valores obtenidos en los distintos parámetros son adecuados para la reproducción y el cultivo de *C. idellus* y de otros ciprínidos alóctonos de importancia acuacultural; y se ubican dentro de los intervalos óptimos que se establecen para el desarrollo de estas especies.

Finalmente, considerando los beneficios aportados por este

sistema de propagación en el Centro Acuícola El Peaje, en el incremento sustancial de la producción de alevines de carpa herbívora que se ha logrado desde su aplicación en el mismo, y en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, de los cuales se concluye que el sistema presenta un alto grado de eficiencia para la producción masiva de alevines, se considera importante extender su aplicación en México, con la finalidad de ampliar y optimizar en gran medida la oferta de alevines para los programas acuaculturales que incluyen el manejo de la carpa herbívora y otros ciprínidos asiáticos de huevo pelágico, como la carpa plateada (*H. molitrix*), la carpa cabezona (*A. nobilis*), y la carpa negra (*M. piceus*), de gran importancia en el contexto alimentario a nivel mundial.

## VIII RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas líneas tentativas de trabajo, que guardan relación con el manejo mismo del sistema y con diversos aspectos sobre los que sería interesante realizar una mayor investigación:

1.- Para incrementar la sobrevivencia durante el desarrollo embrionario en la incubadora de canal circulante, se recomienda aplicar recambio adicional de agua mientras esté pasando el huevo a la cámara de incubación (1/2 vuelta a cada una de las válvulas de suministro); esto es, durante el lapso de desove de los reproductores, a fin de lograr que éste se distribuya uniformemente en el piso de la incubadora en lo que completa su hidratación.

2.- Con el objeto de uniformizar la valoración del índice de eclosión, será conveniente procurar realizar los muestreos de viabilidad del huevo siempre en el estadio XIX (Barnard, op. cit.), el cuál es la etapa previa a la eclosión; a través de la integración de una gráfica que permita establecer, con bastante precisión, la hora en que dicho estadio se alcance, en función de la temperatura del agua.

3.- El punto de las dosis del extracto de hipófisis para inducir la ovulación en *C. idellus*, ofrece una alternativa interesante para desarrollar mayor investigación al respecto; sobre todo en lo que se refiere a las cantidades efectivas por intervalo de peso en los reproductores, uniformizando los procedimientos de selección de los mismos a través de monitoreo ovárico.

4.- Respecto a la eficiencia de los sistemas de incubación de canal circulante, será interesante realizar mayor investigación sobre el seguimiento del desarrollo embrionario en esta especie, en función, sobre todo, del gasto de agua de suministro; para establecer con precisión los flujos que determinen los mayores índices de eclosión.

5.- En relación al punto anterior, resulta importante subrayar que los más altos porcentajes de eclosión se obtienen aplicando el menor flujo posible, que evite tan solo que los huevos y las larvas se acumulen en el piso de la incubadora. Como dato de referencia, en el caso particular de la incubadora disponible en el Centro, esta situación se logra con un gasto de alrededor de 0.8 l/seg.

6.- Respecto al diseño y readecuación del sistema, será conveniente contemplar en proyectos posteriores la inclusión del tubo para el suministro tangencial del agua (Figura 3) dentro del

mismo muro perimetral del desovadero; y para favorecer el movimiento circular del agua, la instalación de un tubo de surtimiento de 1 1/2" de diámetro en la parte basal del mismo, y en dirección tangencial a su perímetro; así como el acoplamiento de al menos dos incubadoras de canal circulante (de hecho un desovadero del tipo considerado tiene la capacidad para abastecer a 4 incubadoras), con el objeto de mantener una línea de producción continua de alevines, tomando como referencia el patrón de diseño aquí expuesto.

En el Centro Acuícola El Peaje se tiene considerado dentro de las obras de conservación y mantenimiento posteriores, la realización de estas readecuaciones; además de la conexión al sistema de otra incubadora de canal circulante ya disponible, con el objeto de ampliar la capacidad de producción de alevines de carpa herbívora a una primera fase de producción de 18 millones de alevines por año.

## REFERENCIAS

- Anónimo, 1977, A new highly effective ovulation agent for fish reproduction. *Sci. Sin.*, (China). 4, 469-474. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Anónimo, 1977, Further research into the effects of LRH-A on induced ovulation of farm fish. *Fish. Mar. Serv. Transl.* 4469. Originally published in *Biophys. Sinica* 9, 14-23. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Arredondo, F.J.L., 1983, Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biótica* 8 (2): 175-179. (Citado por Arredondo y Juárez, 1986).
- Barnard, M., 1984, Estudio preliminar de la eficiencia de las incubadoras de canal circulante en carpas chinas. Reporte de trabajo, 82 p. (Citado por Arredondo y Juárez, 1986).
- Bayley, W.M. y Boyd, R.L., 1970, A preliminary report on spawning and rearing of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in Arkansas. Presentado al 24 th Annual Conf. Southeastern Association of game and Fisheries Commissioners, Atlanta, Georgia, 1970. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Boonbrahm, M. et al., 1968, Induced spawning by pituitary hormone injection of pond-reared fishes. *Proc. Indo-Pacific Fish. Comm.* 13, 162-170. (Citado por Harvey y Hoar, 1986).
- Boyd, C.E. y Lichtkoppler, F., 1979, Water quality management in pond fish culture. *Research and Development Series*. No. 22. International Center for Aquaculture, Auburn University.
- Chen, F.Y. et al., 1969, Induced spawning of the three major chinese carps in Malacca. *Malaysid. Malay. Agric. J.* (Malasia), 47, 24-38. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Escárcega, R.S., 1988, China y su modelo de policultivo. *Rev. Acuavisión, México*, año III, No. 13: 24-25p.
- Escárcega, R.S., 1988, Informe de la comisión realizada en la República Popular China, del 12 al 30 de noviembre de 1987. *Del. Fed. de Pesca en el Edo. de Méx.* 44 p.
- Escárcega, R.S., 1990, Panorama actual de la reproducción inducida de ciprínidos en China. *Rev. Acuavisión, México*, IV, 18:11-14p.
- FAO, 1983, Freshwater aquaculture development in China. Report of the FAO/UNDP study for organized for french-speakin african

- countries. 1983. FAO fisheries technical paper No.214 FIR/T215 124 p. (Citado por Arredondo y Juárez, 1986).
- FAO, 1992. Propagación artificial de las carpas chinas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, Roma.
- Harvey, B.J. y Hoar, W.S., 1980. Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo. Ottawa, Can., y Bogotá, Col.
- Horváth, L. y Tamás, G., 1986, La carpa común. (Parte I). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma.
- INEGI, 1985, Síntesis geográfica del Estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), México.
- INEGI, 1993, Anuario estadístico del Estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), México.
- Konrat, H.G., 1967, Methods of breeding the grass carp *Ctenopharyngodon idella* (val.) and the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* (Val.)). FAO Fish. Rep. 44 (4): 195-205. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Lagler, K.F. et al.; 1984, Ictiología. A.G.T. Editor, S.A., México.
- Lin, Z. et al., 1980, Pond fish culture in China. Pearl River fisheries research Institute. China National Bureau of Aquatic Products, Guangzhou, China.
- Michaels, V.K., 1988, Carp farming. Fishing News Books LTD., 1 Long Garden Walk Farnham. Surrey, England.
- Montoya, J.M., Escárcega, R.S. et al., 1988, Informe de las comisiones realizadas por técnicos mexicanos a la República Popular China (Del 14 al 29 de noviembre de 1987). Secretaría de Pesca, México. 43-80 p.
- Nichols, J.T., 1943, The fresh-water fishes of China. Nat. Hist. Central Asia. Vol. 9, Amer. Mus. Nat. Hist. 322 p. (Citado por Arredondo y Juárez, 1986).
- Nikol'skii, G.V., 1961, Special Ichthyology (Chastnaya Ikhtiologiya). Israel Program for Scientific Translations (Translated from Russian). Jerusalem, 538 p. (Citado por Arredondo y Juárez, 1986).

- Ramírez, R.H., García, M.E., Gutiérrez, H.M.A, Tamayo, D.P. y Escárcega, R.S., 1988, Manual biotecnológico para el cultivo y reproducción de ciprínidos en México. Secretaría de Pesca, México.
- Restrepo, I., 1995, Predicciones para el año 2000. Publicado en La Jornada, octubre 3 de 1994, p. 6.
- SEPESCA, 1990, Pescados y mariscos de las aguas mexicanas. Catálogo. Secretaría de Pesca, México.
- SEPESCA, 1992, Anuario estadístico de pesca. Secretaría de Pesca, México.
- SEPESCA, 1994, Reproducción de carpas. Col. Nal. de Man. de Cap. Pesq. Secretaría de Pesca, México.
- Shrestha, S.B., 1973, Induced breeding of grass carp in Nepal. Bamidgeh (Israel) 25, 10-16. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Singh, S.B. et al., 1970, Further observations on induced breeding of silver carp and grass carp during 1968. Proc. Nat. Acad. Sci. India 40, 88-98. (Citado por Harvey y Hoar, 1980).
- Woynarovich, E. y Horváth, L., 1981, Propagación artificial de peces de aguas templadas : Manual para extensionistas. FAO, Doc. Tec. Pesca. (201): 187 p.