

**Experiencia en la reproducción de la carpa
Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta
splendens*)**

Carlos David Arauz Jovel

ZAMORANO

Diciembre, 2000

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Experiencia en la reproducción de la carpa
Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta
splendens*)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Carlos David Arauz Jovel

Zamorano-Honduras
Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reserva los derechos de autor

Carlos David Arauz Jovel

Zamorano-Honduras
Diciembre, 2000

Experiencia en la reproducción de la carpa Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta splendens*)

Presentado por:

Carlos David Arauz Jovel

Aprobada:

Dr. Daniel Meyer
Asesor Principal

Dr. Miguel Vélez
Coordinador de Area
Temática

Lic. Esperanza Izaguirrez
Asesora

Ing. Jorge Iván Restrepo
Coordinador de la Carrera
De Ciencia y producción
Agropecuaria

Ing. Aura Juárez
Asesora

Dr. Antonio Flores
Decano Académico

Dr. John Jairo Hincapié
Coordinador PIA

Dr. Keith Andrews
Director

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres Rolando y Avelina.

A mi querida abuela Argentina.

A mis Hermanos.

A toda mi familia.

A mis compañeros Diego, Eduardo, Karlos, Leonidas y Hermann Castro.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la fuerza de seguir adelante en mis estudios en Zamorano.

A mis padres que sin su apoyo y amor no hubiera salido adelante.

A mi abuelita que siempre esta pendiente en lo que hago.

A toda mi familia que me brindaban su apoyo.

A todas mis amistades que logré hacer en Zamorano.

A mi asesor el Dr. Daniel Meyer por la paciencia que me tuvo y por su colaboración en la realización de este proyecto.

A Hermann que tuvo que soportar los ultimos días de corrección de tesis.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mi padre Rolando por haberme dado el financiamiento para mis estudios.

RESUMEN

Arauz Jovel, Carlos David. 2000. Experiencia en la reproducción de la carpa Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta splendens*) bajo condiciones de Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 19 p.

Durante los últimos años se ha incrementado el uso de peces ornamentales exóticos en Honduras con fines recreativos y decorativos. En Honduras la reproducción y crianza de peces ornamentales es un tema nuevo y los piscicultores hondureños no tienen mucho conocimiento acerca de la actividad. El objetivo del estudio fue probar técnicas de reproducción y crianza de la carpa Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta splendens*), divididas en dos fases, bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. Los reproductores de carpa Koi se mantuvieron en pilas de concreto con una capacidad de 7,000 litros de agua y se alimentaron con concentrado importado (Sanyu[®]). Las carpas Koi tuvieron una reproducción no inducida o natural y otra reproducción inducida con la hormona LH-RHa. Se observó que la carpa se reprodujo mejor bajo es sistema de inducción hormonal que el natural. Los reproductores Betta se mantuvieron en condiciones de laboratorio en peceras de vidrio con capacidad de 40 litros de agua y se alimentaron con concentrado importado (Wardley[®]). Los Bettas lograron reproducirse, pero por problemas de alimentación y temperatura del agua, no se logró la supervivencia de las crías.

Palabras claves: Betta, carpa Koi, LH-RHa, manejo reproductivo, peces ornamental, reproducción inducida, reproducción natural.

NOTA DE PRENSA

Peces ornamentales: una opción más para la acuicultura de Honduras.

Los peces ornamentales tienen una gran importancia económica a nivel mundial por su uso en la decoración y en la exhibición. En Honduras la reproducción y crianza de peces ornamentales es un tema completamente nuevo y los piscicultores hondureños no tienen ningún conocimiento acerca de esta actividad lucrativa.

Debido a la falta de conocimiento en esta área de la piscicultura, en el laboratorio de acuicultura y en el laboratorio de biología de Zamorano, se llevó a cabo una reproducción natural y otra inducida de la carpa ornamental (Koi) y la reproducción del pez Betta (pez de pelea).

Bajo las condiciones que se desarrolló este ensayo, se observó que bajo condiciones de Zamorano se logró exitosamente la reproducción y la crianza de los alevines de la carpa Koi y que con la reproducción inducida se obtuvieron el mayor número de alevines cosechados. En cuanto al pez Betta si se logró la reproducción, pero por la temperatura baja y la falta de experiencia en la alimentación de los alevines todos murieron en la primera semana de vida.

Los resultados de este experimento pueden servir de guía para estudios futuros en el área de la piscicultura, con el fin de mejorar las técnicas en la reproducción de peces ornamentales.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de cuadros.....	xi
1.	INTRODUCCION.....	1
1.1.	Carpa Koi.....	2
1.2.	Pez Betta.....	3
2.	MATERIALES Y METODOS.....	5
2.1.	Localización.....	5
2.2.	Animales.....	5
2.3.	Manejo de carpa Koi (Fase 1).....	5
2.4.	Alimento.....	6
2.5.	Calidad de agua.....	7
2.5.1.	Temperatura (°C) y Oxígeno disuelto.....	7
2.5.2.	pH.....	7
2.5.3.	TAN.....	7
2.6.	Reproducción no inducida de la carpa Koi.....	7
2.7.	Reproducción inducida de la carpa Koi.....	7
2.8.	Manejo del pez Betta (Fase 2).....	8
2.9.	Alimento.....	9
2.10.	Calidad de agua.....	9
2.11.	Reproducción en cautiverio del pez Betta.....	9
3.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	10
3.1.	Carpa Koi.....	10
3.1.1.	Calidad de agua.....	10
3.1.2.	Reproducción no inducida de la carpa Koi.....	10
3.1.3.	Reproducción inducida de la carpa Koi.....	11
3.1.4.	Análisis económico.....	12
3.2.	Pez Betta.....	13
3.2.1.	Calidad de agua.....	13
3.2.2.	Reproducción.....	13
3.2.3.	Análisis de costos.....	14

4.	CONCLUSIONES.....	15
5.	RECOMENDACIONES.....	16
6.	BIBLIOGRAFIA.....	17

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Dosis de la hormona según el peso vivo de la hembra de carpa Koi inyectadas con LH-RHa.....	8
2.	Parámetros de calidad de agua en la reproducción y crianza de carpa Koi en Zamorano (Abril-Junio 1999).....	10
3.	Resumen de actividad reproductiva no inducida de la carpa Koi bajo condiciones de Zamorano (11 de Marzo de 1999).....	11
4.	Resumen de actividad reproductiva de carpa Koi inyectadas con LH-RHa en Zamorano (18 de Mayo de 1999).....	12
5.	Análisis económico de la reproducción natural y la inducida con la hormona LH-RHa de la carpa Koi.....	12
6.	Parámetros de calidad de agua en la reproducción y crianza del pez Betta (Julio-Agosto de 1999).....	13
7.	Resumen de la actividad reproductiva en parejas de Betta mantenidas en peceras con 15 L de agua en Zamorano (2 de Julio de 1999).....	14
8.	Costos de la reproducción del pez Betta según condiciones en Zamorano.....	14

1. INTRODUCCION.

El interés en la reproducción y la crianza de los peces ornamentales se ha ido desarrollando durante muchos años. La comercialización internacional de peces ornamentales empezó alrededor de la primera mitad del siglo XIX (Wisner, 1996).

Los peces ornamentales tienen importancia económica a nivel mundial por su uso en la decoración y en la exhibición. La afición de tener peces ornamentales en casa favorece a las importaciones y al cultivo de estos peces exóticos. También estimula a las industrias de fabricación de acuarios, jardines acuáticos y la distribución de una gama de equipos, materiales y publicaciones relacionadas al tema (Wohlfarth, 1995).

La mayoría de los peces denominados como “peces tropicales” son nativos del Río Amazonas, la península de la India, el sudeste de Asia y de varias de las islas del Pacífico. En estos lugares se encuentra una gran variedad de especies de peces pequeños de agua dulce. Alrededor de 100 especies han sobresalido y con valor comercial (Andrews, 1986). Se le denomina pez “ornamental” por sus características, que puede ser el colorido llamativo o su forma física inusual (Burgess, 1983).

En un principio algunas especies se utilizaron como parte de la dieta humana. Luego, algunas personas empezaron a seleccionar los peces más vistosos. Realizando cruzamientos controlados, se crearon líneas puras de peces con colores y formas físicas llamativas. Desde entonces la propagación y mejoramiento de los peces ornamentales ha ido creciendo conjuntamente con el interés en investigar los medios para su cultivo en cautiverio (Giani, 1992).

La comercialización de estos peces genera divisas para los países exportadores. En los Estados Unidos, durante la primera mitad de 1992 las importaciones de peces ornamentales fueron de 21.4 millones de dólares y provenían de Asia (Singapur, Tailandia, Indonesia, Hong Kong y las Filipinas), y de algunos países americanos (Colombia, Brasil, Costa Rica y Trinidad).

Las importaciones de peces ornamentales a los Estados Unidos disminuyeron a medida que los especialistas locales adquirieron los conocimientos para reproducirlos en cautiverio (Axelrod, 1997). En Honduras la reproducción y crianza de peces ornamentales es un tema nuevo y los piscicultores hondureños no tienen mucho conocimiento acerca de la actividad.

1.1. CARPA KOI.

La carpa ornamental o “Koi” es originaria de Japón y conocido allí con el nombre de “nishikigoi”. Son carpas con diferentes colores llamativos descendientes de la carpa común (*Cyprinus carpio*). Se desarrolló hace 200 años como un pez ornamental en la isla de Honshu (Rothbard, 1997).

En 1980 la carpa Koi fue introducida a Israel. Hoy en día, Israel es considerado como uno de los países en el mundo de mayor producción de alevines de carpa Koi (Rothbard, 1997).

La carpa Koi, como todos los ciprinidos, es una especie prolífica. Hay dos técnicas para manejar la reproducción en cautiverio. Una es la reproducción inducida o método seco mediante el uso de hormonas exógenas y la otra es la reproducción natural. La técnica de la reproducción inducida surgió en Sur América en 1934 por un científico brasileño que empezó a trabajar con peces nativos de la familia Characidae. El logró una reproducción inducida utilizando extracto de pituitaria de peces donadores maduros. Al mismo tiempo un científico ruso logró la reproducción inducida en peces de la familia de los esturiones (*Acipenser stellatus*) usando extracto de pituitaria fresca (Yaron, 1986). El método seco corresponde a la manipulación de las carpas Koi afuera del agua. Las hembras son desovadas artificialmente. Los huevos recolectados así son fecundados en un recipiente plástico con semen expulsado de los machos (Rothbard, 1997).

En estado natural, el macho es el responsable de estimular el desove y de fertilizar los huevos. Los huevos se adhieren a cualquier superficie mediante una mucosa que lo rodea (corion). La reproducción natural es algo violenta para la hembra ya que el macho la golpea contra las paredes para que deposite los huevos. El macho después fertiliza los huevos liberando su semen en el agua. Si la hembra es golpeada fuertemente, puede ser lastimada. En este caso es recomendable el uso de un sustrato natural o artificial. El sustrato puede ser vegetación acuática o material sintético. Así el macho llevara a la hembra a depositar los huevos al sustrato sin ser lastimada y dará un mejor control de los huevos desovados. Las carpas Koi en su medio natural son estimuladas a la reproducción por cambios de temperatura en el agua de frío a caliente (Cooper, 1996).

El efecto de las hormonas consiste en una estimulación directa a las gónadas del pez mediante la administración por vía intramuscular de extractos de glándulas pituitarias de salmones y carpas. También se utilizan hormonas sintéticas como la hormona liberadora de la hormona leutinizante análoga (LH-RHa) (Yaron, 1986).

Actualmente la utilización de hormonas en la reproducción de carpa Koi y de otras especies de peces es una actividad rutinaria. En el mercado internacional hay una gran variedad de productos que se pueden utilizar para modificar el balance hormonal del pez y promover la maduración de los óvulos y su postura en una piscifactoria (Rothbard, 1997).

Las carpas Koi alcanzan su madurez sexual a los tres años de edad. Carpas de tres a cuatro años de edad son las más recomendadas en la reproducción en cautiverio y pueden llegar a producir más de 100,000 huevos por desove (Rorthbard, 1997).

1.2. PEZ BETTA.

El pez Betta (*Betta splendens*) es un pez tropical de agua dulce nativo de Asia. También se le conoce a los Bettas como siames de riña, pez luchador y pez de pelea. Su clasificación corresponde a la familia de los Anabántidos. Fue descubierto en 1909 en Malasia y Tailandia. Vive en los arrozales donde hay una gran cantidad de elementos orgánicos en descomposición y fue domesticada en Tailandia para usar los machos en combates. Son ovíparos. En la mayoría de los Anabántidos, el macho es el que construye el nido donde se incuban los huevos (Andrews, 1997).

El pez Betta ha adquirido mucha popularidad por la característica agresiva del macho y porque no requiere de ningún tipo de aireación artificial, ya que poseen un sistema de respiración especializado, llamado laberíntido, el cual le permite respirar oxígeno atmosférico. Por ellos, este pez puede vivir en cuerpos de agua pobres en oxígeno y adaptarse bien a condiciones no aptas para otras especies ornamentales (Marty, 1984).

Los machos presentan un comportamiento muy agresivo con cualquier otro macho Betta, pero no con otros peces. Las hembras pueden compartir el acuario entre ellas y con otros peces, pero no con Bettas machos (Hermoso, 1992).

Es difícil hacer la diferenciación sexual en ejemplares de cuatro meses de edad. En los adultos de más de seis meses los machos tienen un mayor tamaño de cuerpo y de aletas y las hembras adultas presentan su vientre bien redondeado y abultado. El poro genital de la hembra es en forma saliente, de color blanco y se ve a simple vista. La edad ideal para la reproducción del pez Betta esta entre los seis y los 14 meses de edad (Hermoso, 1992).

El acuario para la reproducción de Bettas deberá tener tres divisiones o compartimentos. La división central será para el macho y las laterales para dos hembras. De esta manera el macho puede elegir a una de las hembras. El comenzará a construir su nido de burbujas contra la división que lo separa de la hembra aceptada. Luego habrá que retirar la otra hembra y así dejar todo el espacio para la pareja (Marty, 1984).

El macho hace el nido en la superficie del agua, con miles de pequeñas burbujas de aire que él produce con su saliva. Este nido de burbujas se eleva de unos milímetros hasta uno o dos centímetros sobre el agua en la pecera y se extiende un círculo con un diámetro de cinco a ocho centímetros. Cuando el nido esta completamente formado se libera a la hembra para que comience el cortejo (Marty, 1984).

Una vez que la pareja se acepte mutuamente, el macho forma un arco con su cuerpo abrazando a la hembra y juntando sus regiones anales, y por consiguiente, la terminación de sus órganos de reproducción. Así se inician la puesta de los huevos y la fecundación de los mismos. Esta acción dura aproximadamente una hora y en cada abrazo la hembra libera de seis a diez huevos de aproximadamente un milímetro de diámetro que caen al

fondo del acuario. El macho, que es el primero en recuperarse del acto sexual, desciende rápidamente tras los huevos, los recoge en su boca, los lleva hacia el nido donde quedan adheridos a las burbujas. Una vez que la hembra no tiene más huevos que expulsar, el macho se torna agresivo con ella retirándola del nido. En este momento hay que sacar a la hembra y dejar solo al macho cuidando al nido (Ostrow, 1996).

Los Bettas adultos son carnívoros. En su ambiente natural, subsisten de pequeños insectos, larvas, lombrices y crías de otros peces. El Betta se alimenta artificialmente con alimentos secos (concentrados) y vivos como lombrices y larvas de mosquitos. La alimentación de los alevines es importante ya que en esta etapa es donde se registran casi todos los fracasos en la reproducción del pez Betta (Hermoso, 1992).

El parámetro ambiental más importante a considerar en la reproducción y cría de alevines de Bettas es la temperatura del agua, el rango óptimo es de 25 a 31°C (Marty, 1984).

En vista de la demanda creciente por peces ornamentales en Honduras, se decidió probar técnicas de reproducción y crianza de alevines de la carpa Koi (*Cyprinus carpio*) y del pez Betta (*Betta splendens*) bajo condiciones de laboratorio de Zamorano.

2. MATERIALES Y METODOS.

Este trabajo se realizó en dos fases. En la primera del 11 de Marzo al 5 de Septiembre de 1999 se estudió la reproducción de la carpa Koi. En la segunda fase del 2 de Julio al 28 de Agosto de 1999 se intentó reproducir Bettas.

2.1. LOCALIZACIÓN.

El trabajo se realizó en los laboratorios de Acuicultura (Fase 1) y de biología de Zamorano (Fase 2). Zamorano está ubicado al Este de Tegucigalpa, con una altitud de 800msnm, con promedio anual de 24 a 25°C.

En la primera fase se utilizaron seis pilas de concreto de 3m de largo, 2.5m de ancho y 1.5m de alto. Para la segunda se utilizaron 20 peceras de vidrio de 0.45m de largo, 0.30m de alto y 0.30m de ancho.

2.2. ANIMALES.

Los peces para los dos ensayos fueron importados de los Estados Unidos (Florida y Texas). De carpa Koi se obtuvieron ocho machos y seis hembras con una edad promedio de 1.5 años, sexualmente maduros. La madurez sexual se determina mediante la edad y una palpación de la parte abdominal del pez. En los machos de carpa Koi se realiza un masaje cerca de las gónadas, si expulsa semen, el pez está sexualmente maduro. En la hembra la madurez sexual se puede determinar a simple vista. Una hembra madura presenta la parte abdominal bien redondeada, rellena y bien suave.

De los Bettas se obtuvieron 20 machos y 20 hembras de seis meses de edad, sexualmente maduros al comenzar las pruebas. En los Bettas la madurez sexual se determina por la edad del pez y las mismas características físicas mencionadas en la introducción (Ostrow, 1996).

2.3. MANEJO DE CARPA KOI (FASE 1).

Cada pila de concreto fueron desinfectadas previa la siembra de las carpas con una solución de sal a una concentración de 95,873ppm (3.6kg de sal en 37.85L de agua) para eliminar patógenos que pudieran afectar a los peces. Luego se lavaron y llenaron con agua potable.

Para eliminar el cloro activo en el agua se utilizó un anticloro y acondicionador de agua (Stress coat[®]) en una dosificación de 343ppm, según recomendación del fabricante (Aquarium Pharmaceuticals, Inc.).

El pH del agua se reguló adicionando 30g de cal hidratada por 7000 litros de agua (3ppm) y se aplicó un bloqueador de algas (Pond Care[®]) para facilitar la observación del comportamiento de los peces dentro de cada pila en una concentración de 23ppm.

Para evitar problemas de niveles bajos de oxígeno se instalaron piedras difusoras conectadas a un soplador de dos caballos de fuerza (HP).

En cada pila se colocó sustrato natural y artificial para la postura de los huevos. El sustrato natural consistió de 25 plantas de jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) en cada pila. El sustrato artificial consistió de 50 tiras plásticas adheridas a un marco flotador de PVC. El marco fue hecho con tubos de 5cm de diámetro y tenía 1m de ancho por 1.5m de largo.

Los ejemplares fueron recibidos el 11 de Marzo de 1999. Fueron aclimatados a las condiciones locales durante 60 minutos y sembrados en dos pilas, con siete peces en cada una. Cuatro pilas se usaron en el transcurso del ensayo para la incubación de los huevos y el descanso de las carpas.

2.4. ALIMENTO.

Se alimentaron con un concentrado peletizado flotante para carpa Koi importado de los Estados Unidos de la compañía "Sanyu[®]". El análisis aproximado según el fabricante es: 35% de PC, 3% de grasa, fibra cruda 5% y humedad 10%.

La alimentación de las carpas adultas se realizó dos veces al día (mañana y tarde). Se les dio la cantidad que pudieron consumir en cinco minutos.

Las crías recién nacidas recibieron zooplancton (microorganismos flagelados y ciliados) durante dos semanas. El zooplancton fue producido en un tanque circular de fibra de vidrio con una capacidad de 380 litros de agua. Se utilizaron 4.5kg de estiércol de ganado vacuno con 14kg de heno para estimular una proliferación del zooplancton en el agua del tanque. Dos días después de fertilizar el agua se notó en la superficie una capa blanca de zooplancton, listo para ser ofrecido a los alevines, que se recolectó en una botella de dos litros.

A los alevines se les ofreció el zooplancton cuatro veces al día durante dos semanas. Luego recibieron un concentrado para peces con 35% de proteína cruda, molido y cernido, que fue brindado cuatro veces al día durante 91 días.

2.5. CALIDAD DE AGUA.

2.5.1. Temperatura (°C) y oxígeno disuelto.

Se monitoreó la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua con un medidor polarigráfico (YSI, modelo 55) tres veces por semana.

2.5.2. pH.

El pH del agua fue ajustado con cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Para medir el pH se utilizó un indicador de pH de la casa comercial "Wardley[®]" del tipo colorimétrico.

2.5.3. TAN.

El nitrógeno amoniacal total se midió semanalmente en cada pila mediante el método "Nessler" (Rothbard, 1997).

2.6. REPRODUCCIÓN NO INDUCIDA DE LA CARPA KOI.

Al momento de la siembra se presentó una reproducción espontánea de las carpas. Los huevos en el jacinto acuático o en el sustrato artificial fueron transferidos a dos pilas con agua preparada, para evitar que las carpas adultas se los comieran. Luego, se realizó un muestreo de los huevos, para lo cual se cogió una raíz de un jacinto acuático y se lavaron todos los huevos adheridos a ella a un beaker de 50ml. De estos se contaron 50, los cuales fueron observados por microscopio (40X) para determinar el número de huevos viables.

Luego, las carpas fueron separadas por sexo en dos pilas para descansar durante 68 días. Luego del descanso, las carpas adultas fueron transferidas a dos pilas con cuatro machos y tres hembras en cada una.

2.7. REPRODUCCIÓN INDUCIDA DE CARPA KOI.

Para inducir la ovulación, se inyectó a cada una de las hembras con 600 UI de la hormona LH-RHa por kg de peso vivo, en forma intramuscular atrás de la aleta dorsal (Rothbard, 1997).

Para la aplicación de la hormona se anestesiaron las carpas con Tricaine Methanesulfanate con una concentración de 264ppm, por lo cual se mezclaron 10gr de TMS en 37.85 litros de agua.

El 18 de mayo de 1999 se inyectaron tres hembras una sola vez con la dosis completa de LH-RHa; las otras tres hembras fueron inyectadas dos veces, la primera vez con 20% y la segunda 80% de la dosis de LH-Rha (Cuadro 1). Después de la primera inyección fueron mantenidas en una hapa durante 12 horas hasta la segunda inyección.

Cuadro 1. Dosis de la hormona según el peso vivo de la hembra de carpa Koi inyectadas con LH-RHa.

Peso de la Hembra	Dosis total/pez (mL de LH-Rha/kg P.V.)	Primera Inyección*	Segunda Inyección**
720 g	0.720	0.144	0.576
550 g	0.550	0.110	0.440
1364 g	1.364	0.273	1.090
550 g	0.550	0.550	
410 g	0.410	0.410	
909 g	0.909	0.909	

* Primera inyección con el 20% del de la dosis total de la hormona.

* Segunda inyección con el 80% restante de la hormona.

Cada grupo de hembras fue transferido a dos pilas con sustrato y los machos; a razón de cuatro por las tres hembras.

En esta prueba se utilizó únicamente el jacinto acuático como sustrato para la postura de huevos. Se observaron los peces 24 horas después de la última inyección para detectar la presencia de los huevos. Luego, el jacinto con los huevos adheridos se extrajo y se transfirió a dos pilas con agua preparada, en donde se dejó hasta la eclosión de los huevos.

Los huevos fueron muestreados con la misma técnica de la reproducción natural y también fue igual la alimentación de las carpas y de los alevines.

2.8. MANEJO DEL PEZ BETTA (FASE 2).

Se sembró una pareja de Bettas en cada una de las 20 peceras. Cada pecera fue llenada con 15 litros de agua potable. Para desclorar y acondicionar el agua se utilizó el producto Stress Coat[®] a 343ppm. El pH se ajustó a neutro con un nivelador de pH de la casa Wardley[®], ya que este es el adecuado para la reproducción del pez Betta (Hermoso, 1992).

Se colocaron seis plantas acuáticas en cada pecera (*Anacharis canadiense*). La planta es necesaria para la reproducción de los Betta porque sirve para que la hembra, al momento del apareo, tenga refugio del macho agresivo (Ostrow, 1996).

Cada pareja de Bettas se mantuvo separada por una rejilla metálica que impedía el contacto físico entre ellos; para evitar que el macho maltratara a la hembra y para darle la oportunidad de formar el nido de burbujas.

2.9. ALIMENTO.

Los Bettas adultos se alimentaron dos veces al día con un concentrado peletizado, importado de los Estados Unidos de la compañía “Wardley[®]”. El análisis del fabricante indica que contiene: 40% proteína cruda, 4% grasa cruda, 3% fibra cruda, 9% humedad y 1.25% fósforo.

La alimentación de los alevines fue de dos tipos: comenzando a los tres días de edad durante siete días se les suministró alimento vivo en la forma de nauplios de artemia (*Artemia fransiscana*), luego recibieron concentrado en polvo para alevines de Bettas de la casa Wardley[®].

2.10. CALIDAD DE AGUA.

La temperatura del agua de las peceras fue medida con un termómetro fijo¹. Se tomó la lectura tres veces a la semana al momento de alimentar los peces. El resto de los parámetros se midieron de igual manera que la descrita para la reproducción de la carpa.

2.11. REPRODUCCIÓN EN CAUTIVERIO DEL PEZ BETTA.

Una vez que el macho tuvo el nido de burbujas formado se removió la rejilla metálica para iniciar el apareo. Si la hembra no se encontraba ovada y receptiva, se volvía a colocar la rejilla metálica. Si la hembra no estaba receptiva se esperaba dos días más para volver a intentar el apareo.

¹ Termómetro fijo: Termómetro dentro de una pecera sostenido por una ventosa durante todo el ensayo.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. CARPA KOI.

3.1.1 Calidad de agua.

En la carpa Koi, al igual que en las carpas comunes, la temperatura juega un papel muy importante en la estimulación hormonal y la ovulación. Las carpas Koi son fácilmente estresadas por cambios en las condiciones del agua como alteraciones en el oxígeno disuelto, temperatura, pH y nitrógeno en el agua (Rothbard, 1997).

En general, la calidad del agua en las pilas fue buena (Cuadro 2). En ningún momento se observó un parámetro fuera del rango de valores óptimos para la reproducción de la carpa Koi (Horvath, 1986).

Cuadro 2. Parámetros de calidad de agua en la reproducción y crianza de carpa Koi en zamorano (Marzo-Junio de 1999).

Parámetro	Máxima	Mínima	Promedio (n)	Valores óptimos
Temperatura (°C)	25.1	23.9	24.5 (150)	20-26°C (Horvath, 1986)
Oxígeno disuelto (ppm)	8.0	6.0	7.0 (150)	> 2 (Meyer, 1999)
PH	8.0	7.0	7.5 (25)	7.5-7.8 (Yaron, 1986)
TAN ¹ (mg/L)	0.42	0.30	0.36 (2)	< 1.1 (Meyer, 1999)

¹Nitrógeno amoniacal total

3.1.2 Reproducción no inducida de la carpa Koi.

Al momento de la siembra, se observó que todas y cada una de las hembras estaban con la panza rellena y suave, lo que indica que la tienen llena de huevos maduros (Cuadro 3). Se observó que los pocos minutos de ser introducidas en las pilas los machos se pusieron detrás de las hembras y no se separaron de ellas.

Veinticuatro horas después de la siembra se observó la presencia de huevos en el sustrato en ambas pilas. Esta reproducción no inducida se atribuye al cambio brusco de temperatura que los peces experimentaron al ser enviados de Texas, U.S.A. a Honduras en los primeros días de Marzo.

En la reproducción natural de carpa Koi el porcentaje de huevos fecundados viables oscila entre 25-52%. Con técnicas más sofisticadas de manejo, por ejemplo haciendo la fertilización artificial, se puede lograr una fertilidad de 75-98% (Suzuki, 1979).

La cantidad total de alevines obtenidos de las dos pilas fue inferior a la producción normal de carpas Koi, ya que una hembra de 2-3kg puede producir 500 gramos de huevos y un gramo contiene aproximadamente de 600-700 huevos (Rothbard, 1997).

Cuadro 3. Resumen de la actividad reproductiva no inducida de la carpas Koi bajo condiciones de Zamorano (Marzo de 1999).

Parámetro	Pila 1	Pila 2	Promedio
Hembras sembradas	3	3	
Machos sembrados	4	4	
Hembras ovadas	3	3	
Tiempo de ovulación* (días)	1	1	
Presencia de huevos en el sustrato	Si	Si	
# huevos muestreados sustrato	50	50	
# huevos fecundados/muestra de 50	12	17	15
Fertilidad o viabilidad (%)	24	34	29
Total de Alevines cosechados	213	148	181

* Días entre su siembra y ovulación.

3.1.3 Reproducción inducida de la carpa Koi.

En la reproducción inducida es recomendable que todas las hembras sean del mismo tamaño para que den aproximadamente el mismo número de huevos y en los machos que sean grandes para que produzcan suficiente semen (Horvath, 1986).

Se observó la presencia de huevos en la pila con las hembras que recibieron una sola dosis de hormona a las 24 horas después de haber sido inyectadas. En la pila con las hembras inyectadas dos veces se notó la presencia de huevos a las 36 horas. Carpas Koi que reciben el tratamiento de dos inyecciones tienden a desovar (12-14 horas) después de la segunda inyección. El desove puede ser controlado ajustando la temperatura del agua; a 24°C las hembras ovadas ovulan 8-10 horas después (Rothbard, 1997).

El porcentaje de fertilidad de los huevos de la reproducción inducida fue similar a la obtenida con la reproducción no inducida de la carpa Koi (Cuadro 4).

El total de alevines cosechados en la reproducción inducida fue inferior a la producción normal de carpa Koi, pero mayor que la reproducción no inducida.

Cuadro 4. Resumen de actividad reproductiva de Carpa Koi inyectadas con LH-RHa en Zamorano (Mayo de 1999).

Parámetro	1 Inyección	2 Inyecciones	Promedio
Hembras sembradas	3	3	
Machos sembrados	4	4	
Hembras ovadas	3	3	
# huevos muestreados	67	57	
# huevos fecundados	21	23	
Fertilidad o viabilidad (%)	31	40	36
Total de Alevines cosechados	520	437	479

3.1.4 Análisis económico

En ambas pruebas de reproducción se obtuvieron utilidades ya que los ingresos fueron mayores que los costos (Cuadro 5). Se vendieron 361 alevines producto de la reproducción natural y 957 alevines producto de la reproducción inducida, ambas cosechas fueron vendidas a un precio de Lps 60.00 por alevín. El mayor costo de la reproducción artificial se debe al costo de la hormona de Lps 58.33 por hembra y por el tranquilizante de Lps 178.75 de manera global y de Lps 29.79 por hembra tratada.

Cuadro 5. Análisis económico de la reproducción natural y la inducida con la hormona LH-RHa de la carpa Koi.

	Reproducción	
	Natural	Inducida
Ingresos		
Venta de alevines	21,660.00	57,420.00
Costos		
Peces reproductores	2,107.00	2,107.00
Agua	20.00	20.00
Alimentación	2,046.00	2,046.00
Hormona	0.00	350.00
Otros costos	216.25	395.05
Total	4,389.25	4,918.05
Utilidad	17,270.75	52,501.95

Cada adulto de la carpa Koi se obtuvo por un precio de \$150.00 más el flete y los impuestos de introducción. Se calculó su valor asumiendo una vida útil de 10 años y que se reproduce dos veces al año.

3.2. PEZ BETTA.

3.2.1. Calidad de agua.

La temperatura del agua en las peceras fue inferior al óptimo para los peces Bettas (Cuadro 6). Los Bettas son peces tropicales y presentan poca actividad reproductiva cuando la temperatura del agua es inferior a 25°C; la temperatura óptima es 27°C (Marty, 1984). El resto de las variables de calidad del agua estuvieron dentro del rango de valores óptimos para Bettas.

Cuadro 6. Parámetros de calidad de agua en la reproducción y crianza del pez Betta (Julio-Agosto de 1999).

Parámetro	Máxima	Mínima	Promedio	(n)	Valores óptimos
Temperatura (°C)	24.8	23.6	24.2	(75)	25-31°C (Camp, 1983)
Oxígeno disuelto (ppm)	7.8	2.1	4.95	(75)	> 2.0 (Meyer, 1999)
PH	7.6	6.8	7.2	(50)	6.6-7.4 (Ostrow, 1996)
TAN ¹ (mg/L)	0.9	0.3	0.6	(2)	< 1.1 (Meyer, 1999)

¹Nitrógeno amoniacal total

3.2.2. Reproducción.

Durante las ocho semanas de prueba, la mayoría de los machos fueron estimulados suficientemente a construir un nido de burbujas en su respectiva pecera (Cuadro 7). Aproximadamente la mitad de los machos que construyó nido logró formar una pareja con la hembra Betta. La mayoría de las hembras de las parejas lograron realizar el desove. En cada caso hubo un desarrollo normal de los embriones y se notó la presencia de alevines en el agua de las peceras. Los Bettas se reproducen fácilmente y logra producir 200-400 huevos por hembra desovada (Ostrow, 1996).

Durante el transcurso de la prueba murieron tres Bettas adultos. Debido al alto nivel reproductivo observado en las peceras, no se puede atribuir la mortalidad de los adultos a deficiencia nutricional ni a problemas de calidad de agua.

En menos de una semana todos los alevines murieron. Posiblemente la causa fue la baja temperatura del agua. Se intentó alimentar a los alevines con nauplios de artemia y alimento concentrado pulverizado, pero en ningún momento se observó consumo del alimento.

Cuadro 7. Resumen de la actividad reproductiva en parejas de Betta mantenidas en peceras con 15 litros de agua en Zamorano (Julio de 1999).

Actividad	Observado	Porcentaje
# machos sembrados	20	
# hembras sembradas	20	
# machos que construyeron el nido	15	75
# apareamientos	7	4
# machos que pusieron huevos en el nido	5	71
# de peceras con alevines	5	100

3.2.3 Análisis de costos.

El costo por alevín fue calculado para una producción de 1000 alevines (Cuadro 8). Se asumió una producción de 200 alevines por hembra y se observó que cinco de las veinte hembras lograron que el macho colocara los huevos en el nido.

Cuadro 8. Costos de la reproducción del pez Betta según condiciones en Zamorano.

Lempiras*	
Costos	
Peces	
Hembras	270.00
Machos	300.00
Agua	2.10
Alimentación	225.00
Peceras	400.00
Otros costos	336.70
Total	1,533.80
Costo por alevín	1.53

* 1 USD = 15.06 Lempiras

Todos los alevines tienen que pasar por un periodo de crecimiento y desarrollo de aproximadamente tres meses antes de su comercialización. Los machos adultos de Bettas son comercializados en Honduras a un precio de 55 Lempiras cada uno.

4. CONCLUSIONES.

- Bajo condiciones de Zamorano se puede reproducir la carpa Koi.
- Con el pez Betta hubo mucha actividad reproductiva, a pesar de las temperaturas bajas de Zamorano.
- No se logró una alimentación adecuada con los alevines del pez Betta y todos murieron dentro de una semana de haber nacido.
- La reproducción de la carpa Koi es factible y lucrativa en Honduras.

5. RECOMENDACIONES.

- Para obtener mejores resultados en la reproducción de carpa Koi se deben utilizar peces de tres o más años de edad.
- Se debe tener mayor control sobre la temperatura del agua al reproducir Bettas.
- Se deben probar otros tipos de alimentos vivos y concentrados para usar durante los primeros días de desarrollo de los alevines Bettas.

6. BIBLIOGRAFIA.

- ANDREWS, C. 1986. Fish Breeding. Canada. Turnhout publishers 116 p.
- ANDREWS, C. 1987. Fancy Goldfish. Canada. Turnhout publishers 116 p.
- AXELROD, H.R. 1997. Getting Fancy. Tropical Fish Hobbyist (U.S.A) 45(9): 120 – 123.
- BURGESS, N. 1983. Ornamental Fish. Tropical Fish Hobbyist (U.S.A) 31(9): 72 – 73.
- CAMP, S.V. 1983. The Splendid Splendens. Tropical Fish Hobbyist (U.S.A) 31(9): 44 – 53.
- COOPER, N. 1996. Keeping Koi. New York, U.S.A. Sterling publishers. 128 p.
- FUJITA, C. 1997. Water requirement and Filtration. Tropical Fish Hobbyist (U.S.A) 45(9): 19 – 23.
- GIANI, S. 1992. Acuarios. Acuarismo (Arg.) 1(2): 42 – 45.
- HERMOSO, D.E. 1992. El Betta. Acuarismo (Arg.) 1(3): 86 – 91.
- HORVATH, L. 1986. Relation between ovulation and water temperature by farmed cyprinids. Aquaculture Hungarica (Szarvas) 1: 58-70.
- MARTTY, H. 1984. El Betta. Argentina. Albatros. 88 p.
- MEYER, S.A. 1999. Pond Fish. Aquarium Fish (U.S.A) 11(3): 80 – 82.
- OSTROW, M.E. 1996. Bettas. Australia. T.F.H. publishers. 92 p.
- ROTHBARD, S. 1997. Koi Breeding. New Jersey, U.S.A. Neptune publishers. 48 p.
- SUZUKI, R. 1979. The culture of common carp in Japan. Advances in aquaculture, Fishing News Books, England, 161-166 p.
- WISNER, J. 1996. Fish with Color. Tropical Fish Hobbyist (U.S.A) 45(4): 14 – 17.

WOHLFARTH, G.W. 1995. Methods for improvement of Japanese ornamental carp. *Tropical Fish Hobbyist (U.S.A)* 43(7): 224 - 226, 228 - 232.

YARON, Z. 1986. Fluctuation in gonadotropin and ovarian steroids during the annual cycle and spawning of the common carp. *Fish Physiology and Biochemistry (U.S.A)* no. 2: 75 - 86.