



REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria

E-ISSN: 1695-7504

redvet@veterinaria.org

Veterinaria Organización

España

Hernández Hernández, Armando; Victoria León, Ricardo  
Reutilización del agua residual tratada en la Unidad Académica Profesional Amecameca de la UAEM  
en la producción de *Cyprinus carpio specularis* para consumo humano  
REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. VII, núm. 7, julio, 2006, pp. 1-25  
Veterinaria Organización  
Málaga, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612753007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**Reutilización del agua residual tratada en la Unidad Académica Profesional Amecameca de la UAEM en la producción de *Cyprinus carpio specularis* para consumo humano.** (“Sewage water second use, treated in Amecameca at the Academic Unit UAEM in the production of *Cyprinus carpio specularis* human intake”)

MEE **Hernández Hernández, Armando:** Licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia Unidad Académica Profesional Amecameca de la Universidad Autónoma del Estado de México Km 2.5 Carretera Amecameca-Ayapango C.P. 56900 correo electrónico [a\\_hernandez\\_h@hotmail.com](mailto:a_hernandez_h@hotmail.com) | **M en SHO Victoria León, Ricardo:** Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Tollocan No. Toluca, México C.P. correo electrónico [rvictoria11@hotmail.com](mailto:rvictoria11@hotmail.com)

### Resumen

El proyecto iniciado en julio de 2004 y finalizado en noviembre de 2005 consistió en utilizar el agua proveniente de la planta de tratamiento de la Unidad Académica Profesional Amecameca (UAPA) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), que tiene un proceso anaerobio - aerobio – electrofloculación, para la producción de carpa (*Cyprinus carpio specularis*), utilizando concentraciones de agua en proporciones del 10 % (de agua tratada), midiendo constantemente los factores físico-químicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, OD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, pH, Conductividad, temperatura, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, turbidez,) y biológicos (coliformes totales y coliformes fecales). Un aspecto más que se promovió en el estudio fue la elaboración de raciones alimenticias con maíz de los campos de cultivo y lombrices producidas en la UAPA además de alimento para aves

Se concluyó que al utilizar agua reciclada los peces que se obtuvieron en esta producción son aptos para el consumo humano de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-112-SSA1-1994,; sin embargo, no se obtuvo la reproducción que se obtendría con en agua corriente cuyos parámetros son los idóneos). Los análisis reportaron los siguientes parásitos de los peces (*Lernaea cyprinacea*) y piojo acuático (*Argulus* sp), además se aisló un bacilo Gram Negativo identificado como *Shigella boydii*

En cuanto a la dieta bajo el régimen utilizado y cubriendo las necesidades básicas para la producción de la carpa común se obtuvieron ganancias de peso de enero a julio de 2005 teniendo como mínimo de 35 g. y un máximo de 45 g. Los resultados demuestran una ligera ganancia de peso en las carpas alimentadas con maíz – harina de lombriz , pero al realizar el análisis de varianza éste indica que no hubo diferencia significativa entre las tres dietas, por lo tanto se concluye que al suministrar cualquiera de las tres dietas se obtendrán las mismas ganancias de peso.

**Palabras clave:** carpa (carp) | agua tratada (treated water) | dieta (diet)

## **Abstract**

This project that began in July 2004 and finished in November 2005 consisted on the following: carp (*Cyprinus carpio specularis*) was raised using the water coming from the UAP Amecameca treatment plant which has a electrofloculation anaerobic-aerobic process. The water was concentrated at 10% proportions (treated water) physic and chemic factors were constantly measure (DBO<sub>5</sub>, DQO, OD, NH<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, pH, conductivity, temperature, suspended solids, dissolved solids, turbidity)and biological factors ( totally coliforms and fecal coliforms). Carps were nourished also with feeding portions of corn, and worms both produced at the UAP Amecameca. Bird food was included too.

It was concluded that when we used recycled water the carps obtained are human intake as stated by the Mexican Official Rule (NOM-112-SSA!-1004). However the quantity of production obtained was not as good as the one produced in a current water which parameters are just competent). Lab analysis reported the following parasites in the fish (*Lernaea cyprinacea*) and acuatic louse (*Argulus* sp), a negative gram bacillus identified as *Shigella boydi*.

Regarding the diet under the three intakes feeding the carps, and once the basic needs were covered body weight growth from January to July 2005 as much as 35 g. minimum and 45 maximum. Results show that there was a slight body weight growth in those fish fed with corn and worm flour. However when variety of analysis was performed it did not show an important variation.

## **Introducción**

De todas las especies utilizadas por el hombre, la carpa común (*Cyprinus carpio*) tiene la historia de cultivo mas larga, el cultivo de carpa ha sido en general exitoso y se ha difundido notablemente como método de producción de proteína para consumo humano.

Por otra parte el éxito de cultivo de carpa se debe en gran medida a la relativa facilidad con la cual se puede hacer que la carpa se reproduzca en cautiverio y también a la resistencia de la especie en todas las etapas de su vida. Las carpas se adaptan tanto a aguas ácidas como alcalinas y toleran fácilmente salinidad de mas del 20 %. En Israel las carpas se cultivan en aguas con un grado de salinidad de mas del 30 %, y aunque esta producción es baja, el cultivo se lleva a cabo con el fin de desarrollar una especie de carpa que sea resistente a esas condiciones.

La carpa es por naturaleza tolerante a un amplio rango de temperaturas y un cultivo selecto ha reforzado esta ventaja al producir especies adaptadas a una amplia variedad de temperaturas. Así, la carpa se cultiva ahora exitosamente desde los trópicos hasta los limites de la parte norte de la zona templada. A diferencia de la mayoría de las especies, la carpa se desarrolla bien en aguas turbias.

Complementando la resistencia general de la carpa están sus hábitos alimenticios universales. El alimento natural de la carpa joven es el zooplancton. Posteriormente se

alimentan de invertebrados en el fondo. Otros alimentos consumidos en la naturaleza incluyen algas, pececillos, gusanos de tierra y otros invertebrados terrestres y varias clases de detritos, particularmente materia vegetal en descomposición. Como se podría esperar, la carpa en cautiverio aprende rápidamente a aceptar una amplia variedad de alimentos vivos y preparados.

La importancia de la resistencia de la carpa radica en que no se ha encontrado todavía ningún pez que pueda ser tan fácilmente manejable para dar altos rendimientos por unidad de superficie o volumen de agua, ni tampoco hay muchas otras especies que se puedan cultivar a tan bajo costo.

### **Material y Métodos**

Esta investigación se compone de dos objetivos; a) **Reutilización del agua residual tratada en la Unidad Académica Profesional Amecameca de la UAEM en la producción de *Cyprinus carpio specularis* para consumo humano** y b) **Comparar tres dietas para la producción de *Cyprinus carpio* en la etapa de alevinaje en agua reciclada en la U.A.P.A.**

La investigación se llevó a cabo estanques construidos en la UAP Amecameca (Unidad Académica Profesional Amecameca) con dimensiones de 7 x 2 metros con una profundidad de 1 m ( 14 m<sup>3</sup>; 14 mil litros), donde se sembraron **25 crías** de carpa por cada metro cúbico.



*Construcción y acondicionamiento de estanques en la UAP AMECAMECA*

La razón por la que se seleccionó a la carpa, es por su alta resistencia frente a aguas contaminadas o aguas sin la calidad necesaria para su crecimiento apropiado. La densidad de siembra de los cultivos recomendada es para la carpa 75 org/m<sup>3</sup> (Klontz, W.G.1991. Producción de trucha arcoiris en granjas familiares. Universidad de IDAHO.USA. p 88 ). Sin embargo para este estudio se sembraron 25 por metro cúbico.

El líquido provino de la planta de tratamiento de agua que procesa 4,000 litros diarios y que proviene de los sanitarios de las aulas y la cafetería. El proceso de tratamiento del agua es **anaerobio - aerobio – electrofloculación**, donde existe una remoción del 90% de la DBO (Demanda Biológica del Oxígeno), se ha incrementado el OD (Oxígeno Disuelto) y también el COD (Concentración de Oxígeno Disuelto). Con un proceso de desinfección previo se disminuyó el contenido de coliformes y se eliminaron los huevos de helmintos.

La proporción fue del 10 % de agua tratada para ambos estanques. **Para este estudio se utilizaron dos estanques de concreto previamente construidos de 7 metros de largo, 2 metros de ancho y 1 de profundidad.**

El alimento que se les proporcionó a las carpas, consistió en: maíz y lombrices producidos en Unidad Académica Profesional Amecameca, además de alimento comercial para aves. Se alimentaron de la siguiente manera:

Fase de crecimiento	Proteína	Grasa	Fibra
Alevinaje (0-50 g. de peso), se da con base al 6% de biomasa al día; 6 dosis al día	40%	4%	5%
Desarrollo (50-70 g. de peso), se da con base al 6 % de la biomasa por día; 4 dosis al día.	35%	3%	5%
Crecimiento (70-100 g.. de peso), se da con base al 4 % de la biomasa al día; 3 dosis al día	30%	3%	6%
Finalización (100 g. en adelante), seda con base al 1% de la biomasa; 1 dosis al día	25%	2%	6%

(Fuente: malta Cleyton, 2002; p. 1)

La evaluación del alimento se realizó con base en el crecimiento de los peces según los datos reportados en la bibliografía.

El recambio de agua fue del 10 % una vez por semana y aereándose diario, con una bomba de un caballo de fuerza.

Los estanques fueron desinfectados utilizando:

Baños: Permanganato de potasio	4ppm
Sal	3.5%
Sulfato de cobre	500 ppm por 1-2 minutos
Formalina	250 ppm por 1 hora
Verde de malaquita	67 ppm por 10–30 segundos”

(Chakroff, 1990; p. 193)

### Equipamiento de los estanques

El primer paso del proyecto fue el acondicionamiento de los estanques, este se llevó a cabo principalmente con la adición de agua corriente y posteriormente con un equipo de recirculación de agua, compuesto por una motobomba de un caballo de fuerza, la cual evitó



que el agua se mantuviera totalmente estancada y logrando que el agua se oxigenara para una mejor adaptación y sobrevivencia de los peces al agua reciclada.

Por dificultades con el espacio original para el proyecto (insuficientes estanques) se construyó un estanque para separar y alimentar a los peces con las dietas que corresponden.

### **Transporte y aclimatación de los peces al agua corriente**

La técnica de transporte y aclimatación se llevó a cabo primeramente con la adquisición de los reproductores en la unidad piscícola de “la paz” especializada en reproducción de *Cyprinus carpio* (carpa espejo). Tal unidad piscícola está ubicada en el municipio de Atlacomulco Estado de México, a una distancia aproximada de 3 horas del municipio de Amecameca de Juárez, Estado de México.

Se compraron 150 peces de la especie *Cyprinus carpio* con un peso aproximado de 100 g y una talla de 12 cm aproximadamente, los cuales se empaquetaron en 3 bolsas de plástico con 50 peces cada una, adicionadas con oxígeno para su transportación a la Unidad Piscícola de la U.A.P.Amecameca.

Una vez que los peces se encontraron dentro de las bolsas se transportaron de su lugar de origen a la Unidad Piscícola de la U.A.P.Amecameca. A su arribo se inició su aclimatación en agua corriente.

Dentro de la aclimatación inicialmente se colocó anticloro al agua para eliminar el exceso de este en una proporción de 250 ml de anticloro por cada 1000 litros de agua corriente, posteriormente se colocaron las bolsas aun cerradas dentro de los estanques para que estas flotaran y que el agua contenida dentro de las mismas tomara la temperatura del agua de los estanques y evitar así pérdidas por shock térmico, pasados 15 minutos se liberó el contenido de cada una de las bolsas en el estanque en donde se llevó a cabo la reproducción (*Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaria de pesca 1982*).

**Siembra de carpas:** Con respecto a este punto, no se pudo llevar a cabo sino hasta finales del mes de noviembre ya que la calidad de agua que se pretendía utilizar no era la adecuada.

**Análisis fisicoquímicos del agua:** Esta actividad se realizó y se determinaron principalmente la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH.

**Muestreo de la calidad del agua:** Se realizaron diferentes mediciones de temperatura y pH. En lo referente al oxígeno, se aprovechó la presencia del grupo **Globe** (que se encontraba impartiendo un curso de capacitación en la UAPA) para la determinación de parámetros fisicoquímicos del agua. El grupo determinó con equipo de campo: Temperatura, pH, oxígeno disuelto y transparencia. Esto se llevó a cabo en el mes de junio teniendo los siguientes resultados: Temp. 18°C, pH: 6.9, oxígeno disuelto: 9 ppm y la transparencia con el disco de Secchi de 35 cm.



*Muestreo de la calidad del agua*

Se realizó un total de tres análisis de agua, así como de un análisis microbiológico final a los peces. La primer toma de muestra y análisis se realizó directamente de la planta de tratamiento de la U.A.P. Amecameca y las 2 siguientes muestras de agua fueron tomadas de los estanques de producción de la misma institución, en los meses de Noviembre 2004 (1er. toma de muestra y análisis), Marzo (2ª toma de muestra y análisis), Julio (3er. toma de muestra y análisis) y Noviembre 2005 (análisis microbiológico de los peces), por medio del laboratorio CEDMAA (Centro de Diagnóstico Microbiológico de Aguas y Alimentos), contratado especialmente para este tipo de análisis. Cabe mencionar que se obtuvo una última muestra al término del proyecto, la cual consistió en analizar la carne de las carpas para considerar la probabilidad de que fueran aptas para consumo humano.

Así mismo, es importante señalar que se realizaron mes tras mes diferentes pruebas de campo para tratar de obtener la calidad del agua requerida para el desarrollo de las carpas, así como la determinación de diferentes parámetros fisicoquímicos. Desde el mes de julio al de octubre los resultados no fueron los esperados ya que al realizar las pruebas individuales con los peces, éstos morían puesto que las condiciones no eran las adecuadas. Esto es, se pudo apreciar una gran cantidad de algas en el agua. Por ello, se realizaron varias necropsias, observándose repetidas obstrucciones de las branquias en los peces; lo que les provocó la muerte. Aunado a lo anterior, se tuvo el problema del exceso de sustancias cloro y desinfectantes que se usaban en el aseo de los sanitarios lo que también contribuyó notablemente en la mortalidad de los peses.

**Recambio del agua:** A este respecto se puede mencionar que se siguieron las recomendaciones hechas por los árbitros del proyecto en las que se nos señaló que el agua se utilizara al 10 % y que se fuera cambiando ese mismo volumen a diario. Esto se llevó a cabo y no fue sino hasta el final del mes de noviembre de 2004 en que comenzaron a sobrevivir los peces.

### **Adaptación de peces al agua reciclada proveniente de la planta de tratamiento de la U.A.P. Amecameca**

El proceso de aclimatación al agua reciclada se realizó una vez hecho el análisis de la misma. Este proceso se llevó a cabo en una proporción de 10 a 90, es decir, 10% de agua residual y 90% de agua corriente. Este proceso se hizo en forma pausada para dar tiempo a que los peces se aclimataran a las nuevas condiciones físico-químicas del agua.

El agua reciclada se transportó al estanque por medio de una moto de un caballo de fuerza, ya que la distancia entre el estanque y la planta de tratamiento se encuentra a una distancia de aproximadamente 50 m; una vez adicionada el agua reciclada se procedió a recircular el agua en el estanque con el objetivo de proporcionar una mejor oxigenación y una mezcla homogénea de ambos tipos de agua.



#### *Oxigenación de estanques con motobomba*

La recirculación del agua se llevó a cabo 2 días a la semana durante un periodo de 30 minutos cada una, con el objetivo de proporcionar una buena oxigenación.

### **Sexado de los peces y creación del ambiente apropiado para la reproducción**

El sexado se realizó a los 150 peces destinados a la reproducción, de una forma manual, usando la técnica de Wainarovich la cual consta de hacer un masaje en la región ventral del animal, de adelante hacia atrás para obtener ya sea el esperma (macho) o la hembra) (*Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaría de pesca 1982*), obteniendo un resultado de 30 hembras y 60 machos disponibles y 60 peces de reemplazo de los cuales fueron 30 hembras y 30 machos.



Una vez echo el sexado, se realizó el acondicionamiento de los estanques para la reproducción, lo cual se logró introduciendo lirio acuático a los mismos ya que las raíces de estos son adecuadas para que se lleve a cabo la ovoposición; dicha actividad se realizó en el mes de Marzo puesto que la época propicia para la reproducción es en los meses mas calurosos del año abarcando principalmente Marzo, Abril, Mayo, Junio.

#### *Aclimatación de peces al ambiente de AMECAMECA*



### **Supervisión de la reproducción**

La supervisión se puso énfasis en el cortejo, ya que una vez que los peces lo realizan las hembras están listas para la ovoposición.

La puesta de los huevos se realizó como se esperaba, en las raíces de los lirios acuáticos, ya que la literatura menciona que el huevo de la carpa espejo es de tipo adherente y recomienda hacer la puesta del mismo en un medio húmedo (Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaria de pesca 1982), una vez realizada la puesta se separó el lirio acuático con los huevos adheridos a sus raíces en unos toneles con agua reciclada igualmente a una proporción 10 a 90 para su próxima eclosión.

La eclosión duro 2 días, de aquí se separó a las larvas en contenedores (peceras) con la misma calidad de agua usada en la reproducción a una concentración de 10% de agua reciclada y 90% de agua corriente. Cabe mencionar que las crías pasan por varias etapas en su crecimiento como son: huevo, larva, alevín, juvenil, crecimiento y engorda (adulto), siendo las etapas de larva y alevín las más difíciles.

En cuanto a una reproducción óptima que se obtendría en agua corriente, ésta se relaciona con el peso y edad de la hembra, mientras mas viejas y grandes son las hembras más grandes son los desoves, la literatura menciona de 100,000 a 150,000 huevos por kg de peso, pero debido a perdidas durante la incubación y la temprana crianza solo parte de estos sobreviven, de un pez de 3 a 5 gg se estima que se obtendrán de 50,000 a 200,000 alevines, dependiendo de las condiciones ambientales (Balfour, H. y Pruginin 1991).



Perdida de algunos ejemplares por  
inadaptabilidad al ambiente:  
temperatura, condiciones del agua residual

Los pesos promedio mantenidos en nuestra población de peces oscilan entre los 100 y 150g debido a que las hembras aun son jóvenes y a que la reproducción se realizó en agua reciclada, la producción obtenida fue mínima.

Se formularon y elaboraron las dietas a comparar para la producción de *Cyprinus carpio*. (maíz - alimento para aves, maíz - harina de pescado, maíz - harina de lombriz).

### Balanceo de Dietas

Para el balanceo de dietas se utilizó un cuadro de Pearson simple de la siguiente manera:

- ❖ El requerimiento que se debe cubrir de proteína para la carpa común es de un 40 %.

Dietas a balancear son:

Maíz (8.8%) de proteína. — Alimento para aves crecimiento (proteína 28 %) — Harina de pescado. (Proteína 66.6%) — Harina de lombriz (proteína 70%)

#### DIETA 1 – ESTANQUE 1 MAIZ – ALIMENTO PARA AVES.

Maíz 8.8 %		50%
	40%	
Aves. 28 %		50%

Estos dos alimentos son bajos en proteína, no cubrieron el 40% de proteína requerida, por lo tanto no es posible balancearla y es por eso que se agregó un 50 % de cada alimento del total de alimento a balancear.

#### DIETA 2 – ESTANQUE 2. MAIZ – HARINA DE PESCADO.

Maíz	8.8 %		26.6	
	-	40%		+
H. pescado	66.6 %		31.2	
	<hr/>		<hr/>	
	57.8		57.8	
	57.8 -100%			
maíz	26.6	- x		x = 46.02 % (8.8) = 4.04
H. pescado	31.2	- x		x = 53.97 % (66.6) = 35.94
				<hr/>
				99.99%      39.98%

#### DIETA 3 – ESTANQUE 3. MAIZ – HARINA DE LOMBRIZ.

Maíz	8.8		30.0	
	-	40%		+
H. lombriz	70		31.2	
	<hr/>		<hr/>	
	61.2		61.2	
	61.2 -100%			
maíz	30	- x		x = 49.01% (8.8) = 4.31

$$H. lombriz \quad 31..2 - x \quad x = \frac{50.98 \% (70)}{99.99\%} = \frac{35.68}{39.99\%}$$

❖ Para dar inicio al suministro de dietas se realizó el balanceo para un total de 5 kg.

**DIETA 1**  
**MAIZ – ALIMENTO PARA AVES**

$$\left. \begin{array}{l} \text{Maíz} \quad 2.5 \text{ kg} \\ \text{Aves} \quad 2.5 \text{ kg} \end{array} \right\} 5 \text{ kg total.}$$

**DIETA 2**  
**MAIZ – HARINA DE PESCADO**

$$\left. \begin{array}{l} \text{Maíz} \quad 2.3 \text{ Kg} \\ \text{H. pescado} \quad 2.69 \text{ kg} \end{array} \right\} 5 \text{ kg total.} \quad \begin{array}{l} 5 \text{ kg} - 100 \% \\ X = 2.3 \text{ kg} - 46.02 \% \\ X = 2.69 \text{ kg} - 53.97\% \end{array}$$

**DIETA 3**  
**MAIZ – HARINA DE LOMBRIZ**

$$\left. \begin{array}{l} \text{Maíz} \quad 2.4 \text{ Kg} \\ \text{H. lombriz} \quad 2.59\text{kg} \end{array} \right\} 5 \text{ kg total.} \quad \begin{array}{l} 5 \text{ kg} - 100 \% \\ X = 2.4 \text{ kg} - 49.01 \% \\ X = 2.59 \text{ kg} - 50.98\% \end{array}$$

Suministro diario de las tres dietas diferentes dos veces al día para los peces de cada estanque.

- Estanque 1: maíz (molido) – harina de pescado.
- Estanque 2: maíz (molido) – harina de lombriz
- Estanque 3: maíz ( molido) – alimento para aves ( crecimiento)

Se evaluó y determino la ganancia de peso cada 15 días de los peces de cada estanque.

Se analizaron los resultados de la comparación de las tres dietas suministradas a los peces de cada estanque.

El método estadístico que se utilizó es un análisis de varianza de la ganancia de peso quincenal de los tres estanques para saber si existe diferencia significativa entre las medias, junto con un análisis descriptivo agrupando los resultados obtenidos a través de gráficas y cuadros.

## Resultados

### PRODUCCION QUE SE OBTENDRIA CON AGUA CORRIENTE PRODUCCION DEL CICLO REPRODUCTIVO

MES	# DE HUEVOS (PRODUCTIVIDAD)	# DE ALEVINES (NATALIDAD)
MARZO	350,000	66,660
ABRIL	340,000	64,755
MAYO	365,000	69,516
JUNIO	350,000	66,660
	$\Sigma = 1,405,000$	$\Sigma = 267,591$

### MORTALIDAD

MES	CANTIDAD DE HUEVO NO ECLOSIONADO
MARZO	283,340
ABRIL	275,245
MAYO	295,484
JUNIO	283,340
	$\Sigma = 1,137,409$

En una densidad de alevines alta, las pérdidas por lo general son muy altas. Hay varias razones para estas, siendo las más importantes: parásitos e insectos acuáticos (Balfour, H. y Pruginin 1991).

Reproducción de los peces en agua reciclada de la planta de tratamiento de la U.A.P.AMECAMECA.

El conteo de los huevos se realizó verificando la puesta de los peces en los lirios acuáticos, ya que la ovoposición es uniforme durante 2 horas aproximadamente, la cantidad de huevo que logra adherirse a la raíz de los lirios también es en un número uniforme (Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaria de pesca 1982) por lo que se realizó el conteo de huevo en 10 de un total de 100 lirios cada mes, obteniendo los siguientes resultados.

### PRODUCCION DE HUEVO OBTENIDA MENSUALMENTE

MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
LIRIO	# DE HUEVOS	LIRIO	# DE HUEVOS	LIRIO	# DE HUEVOS	LIRIO	# DE HUEVOS
1	100	1	95	1	100	1	95
2	83	2	90	2	105	2	90
3	95	3	100	3	100	3	85
4	73	4	105	4	82	4	89
5	105	5	90	5	100	5	93
6	88	6	87	6	98	6	95
7	95	7	93	7	105	7	100
8	90	8	104	8	99	8	87
9	81	9	85	9	102	9	90

10	97	10	99	10	105	10	95
Σ=	907	Σ=	948	Σ=	996	Σ=	919
X=	91	X=	95	X=	100	X=	92
ΣT=	9,100	ΣT=	9,500	ΣT=	10,000	ΣT=	9,200

**PRODUCCIÓN OBTENIDA EN AGUA RECICLADA PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA U.A.P.AMECAMECA**

MES	# DE HUEVOS/10 LIRIOS	No. DE HUEVOS (PRODUCTIVIDAD)	No. DE ALEVINES (NATALIDAD)
MARZO	907	9,070	4,500
ABRIL	948	9,500	5,000
MAYO	996	10,000	5,200
JUNIO	919	9,200	4,600
	Σ= 3,770	Σ= 37,770	Σ=19,300

**HUEVO NO ECLOSIONADO**

MES	CANTIDAD DE HUEVO NO ECLOSIONADO
MARZO	4,570
ABRIL	4,500
MAYO	4,800
JUNIO	4,600
	Σ=18,470

**PORCENTAJE DE MORTALIDAD DEL ALEVÍN**

MES	% DE MORTALIDAD POR ENFERMEDADES	% DE MORTALIDAD POR DEPREDADORES	% DE MORTALIDAD POR BAJAS TEMPERATURAS	% MORTALIDAD
MARZO	15%	15%	14%	44%
ABRIL	20%	18%	18%	56%
MAYO	9%	8%	8%	25%
JUNIO	18%	18%	16%	52%

Dentro de los resultados de las temperaturas tomadas mes con mes se obtuvo una media de T de 20 °C, dando con esto una buena adaptabilidad de *Cyprinus carpio* al clima de la región para la reproducción, las temperaturas registradas son las siguientes:



**REGISTRO MENSUAL DE TEMPERATURAS**

MES	TEMPERATURA °C
NOVIEMBRE	18
DICIEMBRE	18
ENERO	17
FEBRERO	18
MARZO	19
ABRIL	19
MAYO	20
JUNIO	22
JULIO	22
AGOSTO	20
SEPTIEMBRE	19
OCTUBRE	19

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL (RECICLADA) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ESTANQUES DE LA U.A.P.AMECAMECA**

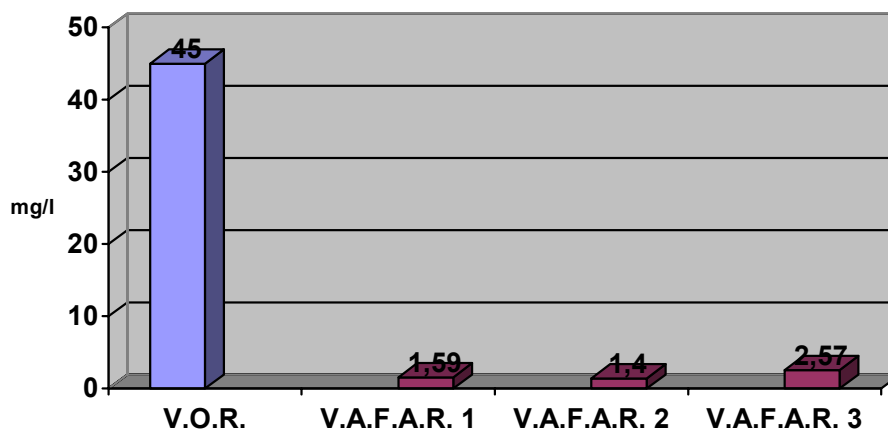
DETERMINACION	RESULTADO ANALISIS 1er	RESULTADO ANALISIS 2º	RESULTADO ANALISIS 3er
Demanda bioquímica de Oxígeno	100.0 mg/l	110.0 mg/l	81.0 ± 20.42 mg/l
Oxígeno disuelto	8.0 mg/l	10.0 mg/l	6.58 mg/l
Potencial de hidrógeno pH	8.9	8.57	8.14
Temperatura	18.0 °C	24.1 °C	22 °C
Nitritos	0.25 mg/l	0.15 mg/l	0.38 mg/l
Nitratos	1.59 mg/l	1.4 mg/l	2.57 mg/l

**VALORES NORMALES DEL AGUA CORRIENTE PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA CARPA**

DETERMINACION	VALORES	UNIDADES
Oxígeno disuelto	8.84	Mg/l
pH	7-8	
Temperatura	>20	C°
Nitratos	45	Mg/l

El oxígeno disuelto esta determinado por la temperatura del agua a 20° C el oxígeno disuelto es de 8.84 mg/l

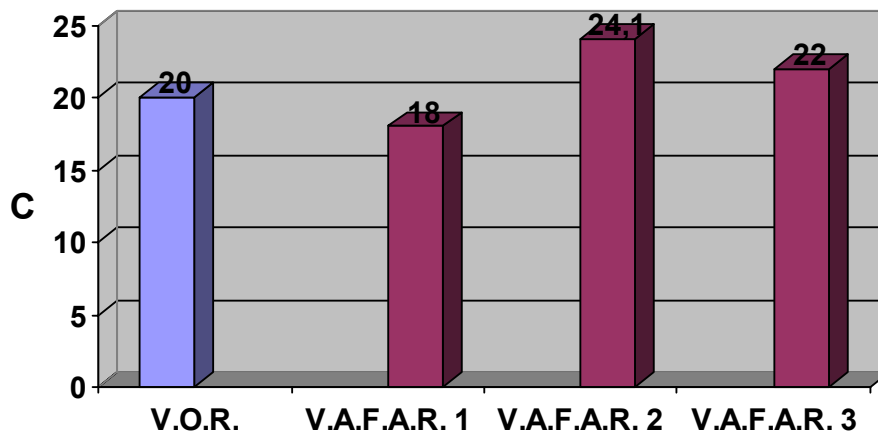
### NITRATOS



V.O.R.: Valor Óptimo Requerido

V.A.F.A.R. 1, 2 y 3: Valores del Análisis Físico Químico del Agua Residual de la planta de tratamiento de la U.A.P.A.

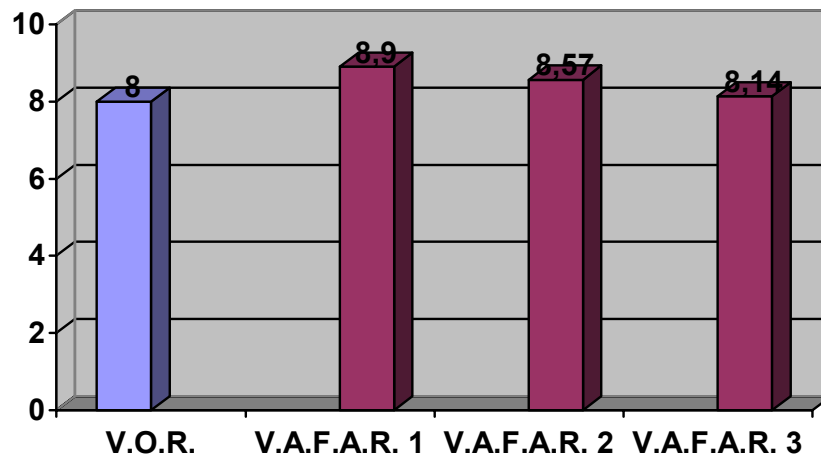
### TEMPERATURA



V.O.R.: Valor Óptimo Requerido

V.A.F.A.R. 1, 2 y 3: Valores del Análisis Físico Químico del Agua Residual de la planta de tratamiento de la U.A.P.A.

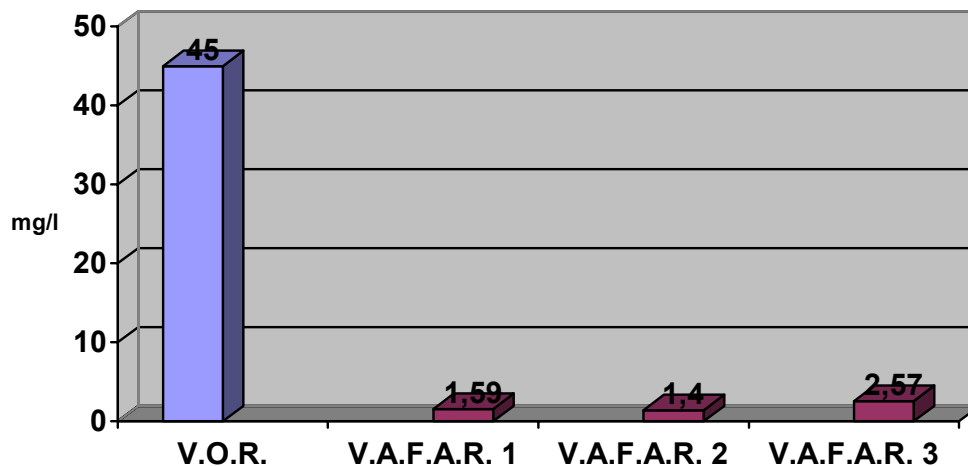
### POTENCIAL DE HIDROGENO



V.O.R.: Valor Óptimo Requerido

V.A.F.A.R. 1, 2 y 3: Valores del Análisis Físico Químico del Agua Residual de la planta de tratamiento de la U.A.P.A.

### NITRATOS



V.O.R.: Valor Óptimo Requerido

V.A.F.A.R. 1, 2 y 3: Valores del Análisis Físico Químico del Agua Residual de la planta de tratamiento de la U.A.P.A.

Hernández Hernández, Armando; Victoria León, Ricardo. **Reutilización del agua residual tratada en la unidad** 15

**Académica Profesional Amecameca de la UAEM en la producción de *Cyprinus carpio specularis* para**

**consumo humano. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 07, Julio/2006,**

***Veterinaria.org*® - *Comunidad Virtual Veterinaria.org*® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual.**

Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070706.html>

### Lombriz cultivada en la UAP AMECAMECA

#### Alimentación de los peces

A pesar de saber que la carpa es capaz de adaptarse a cualquier tipo de ambiente gracias a su rusticidad y resistencia, se pudo observar que durante la aclimatación al agua reciclada algunas carpas (las más pequeñas) requerían más tiempo y mejores condiciones climáticas para adaptarse. Esto se debe a que en este periodo murieron 14 peces de un total de 70 que se aclimataron mismos que fueron reemplazados y puesto que la investigación se



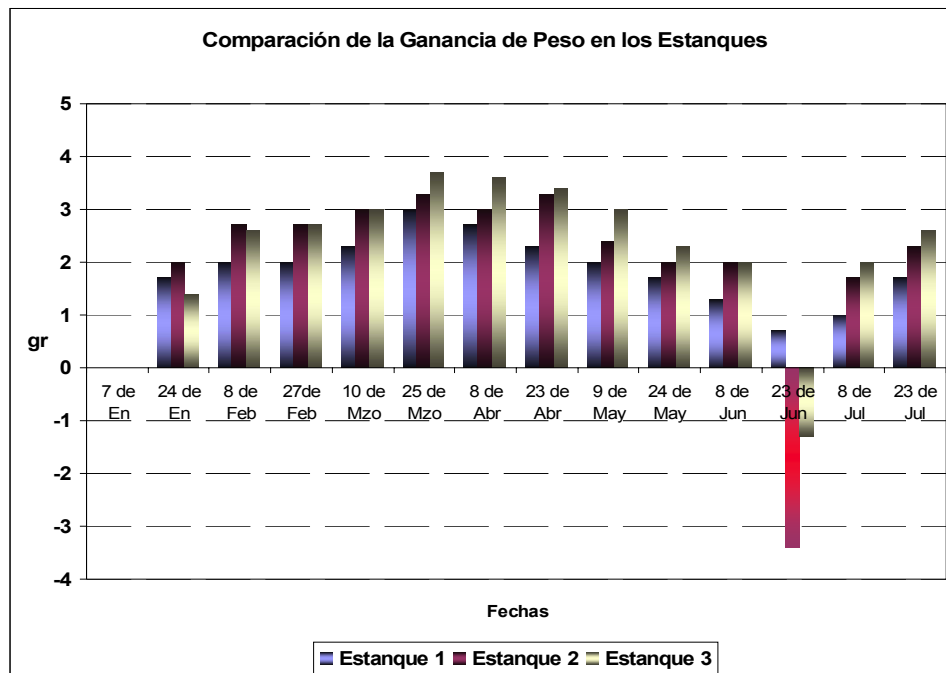
inició en la época de invierno donde las temperaturas en los estanques oscilaban entre los 10 y 13 °C, se presentó una ligera mortalidad de 8 peces también reemplazados. Por otra parte ocurrieron largos periodos de inactividad en los que casi no se consumió alimentos lo cual coincide con las afirmaciones realizadas por Bardach John. E., 1990. Aunado a lo anterior, el agua se oxigenó y se cuidó que los porcentajes entre el agua potable y reciclada en cada estanque fuera (10% de agua reciclada y 90 % de agua residual). En el primer mes de la investigación al suministrarles las dietas se obtuvieron resultados contradictorios a lo planteado en la hipótesis, registrando una ganancia de peso de 1.4 g. en el estanque tres (maíz - harina de lombriz), 2 g. en el estanque 2 (maíz - harina de pescado) y 1.7 g. en el estanque 1 (maíz - alimento para aves), estos resultados se debieron a que los peces del estanque tres eran relativamente más pequeños que los otros estanques, lo que los llevó a un mayor tiempo de adaptabilidad al medio de agua reciclada viéndose reflejado en la poca ganancia de peso.

Para los meses de febrero, marzo y abril, mejoraron las condiciones climáticas, la temperatura en los estanques aumentó entre 20 y 27 °C maximizándose el consumo de alimento lo cual es mencionado por Bardach John. E., 1990. Posteriormente se continuó con la oxigenación (15 - 20 min. diarios), con el intercambio de agua reciclada (al 5%) del total de agua potable contenida en cada estanque y con el suministro de alimento 2 veces al día, siendo notable la ganancia de peso en el estanque 3 y 2, donde se cubrían los requerimientos del 40 % de proteína que los peces demandan para su desarrollo, mientras en el estanque 1 dado que los dos alimentos balanceados tenían un bajo porcentaje de proteína llegando a proporcionar solamente un 28 % de esta, lo que hizo evidente que estos peces ganaran menos peso.

En los siguientes dos meses (mayo y junio), la ganancia de peso fue mermada en los estanques 2 y 3, por la presencia de parásitos y la enfermedad conocida como Saprolegniasis (algodoncillo), las cuales manifiestan en los peces debilidad, anorexia, hemorragias y manchas blancas en aleta y escamas.

Por último al culminar el experimento en el mes de julio se reemplazaron 3 carpas y a su vez se trataron a los peces enfermos con azul de metileno para controlar el algodoncillo y en

el caso de los parásitos se quitaron de forma manual e individual, evitando con esto la pérdida de peso y la muerte de los peces de los estanques 2 y 3 logrando así una recuperación notable en la ganancia de peso como se muestra en las gráficas 1 y 1a.

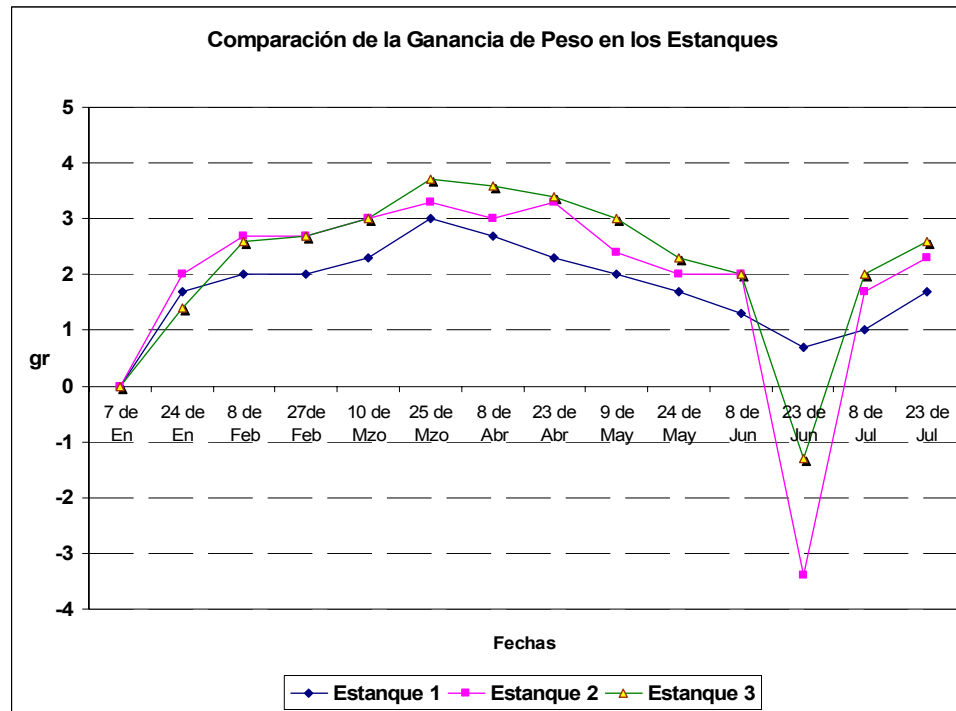


Al final del experimento se hizo un recuento de los daños y de un total de 100 peces que buscaron su aclimatación al agua reciclada 70 se adaptaron adecuadamente. De éstos, se tomaron 45 para el experimento quedando 25 carpas como reserva, de las cuales se tomaron 8 para sustituir los muertos por bajas temperaturas, 3 por algodoncillo y parásitos.



Separación de parásitos





Finalmente se verificó que las carpas del estanque 1 alimentadas con maíz - alimento para aves al no cubrir sus requerimientos proteicos quedaron rezagados en la ganancia de peso en comparación con los otros dos estanques que si cubrían dicho requerimiento (40% de proteína). No obstante las carpas del estanque 3 (maíz- harina de lombriz) lograron una mayor ganancia de peso debido a que este alimento acelera el crecimiento de los alevines, aumentando su fuerza y velocidad, con respecto a la utilidad del agua reciclada, el manual: Agua Potable para comunidades rurales, reuso, y tratamiento avanzado de aguas residuales domésticas, en el capítulo 7 se constata que es posible producir alevines de carpa en este medio. Por lo anterior, la hipótesis queda comprobada, demostrándose que el agua reciclada no fue un impedimento para que éstos se desarrollaran y así se comprueba que la carpa es una de las especies con la que se puede trabajar y obtener resultados favorables bajo condiciones extremas como temperaturas menores a los 13 ° C, p H de hasta 8.9 y una demanda de oxígeno disuelto de 6.58 mg/l.

Los hallazgos reportados en el presente estudio, en torno a la reproducción de la carpa espejo (*Cyprinus carpio*) en agua reciclada, señalan una reproducción menor a la obtenida en agua corriente, esto debido a la baja adaptabilidad de los alevines al agua reciclada y no a los parámetros fisicoquímicos obtenidos del agua reciclada de la planta de tratamiento de la U.A.P.Amecameca, obteniendo una producción de 19,300 alevines, se debe mencionar que algunos de los parámetros fisicoquímicos del agua reciclada caen dentro del rango de

los valores óptimos para la reproducción de la misma, la siguiente tabla muestra una comparación entre los valores óptimos para la reproducción y los valores obtenidos en los análisis del agua reciclada.

DETERMINACION	VALORES OPTIMOS REQUERIDOS	RESULTADO 1er ANALISIS 05/NOVIEMBRE/04	RESULTADO 2º ANALISIS 08/MARZO/05	RESULTADO 3er ANALISIS 01/JULIO/05
Oxigeno disuelto	8.84 mg/l	8.0 mg/l	10.0 mg/l	6.58 mg/l
Potencial de hidrogeno p H	7-8	8.9	8.57	8.14
Temperatura	>20 °C	18.0 °C	24.1 °C	22 °C
Nitratos	45 mg/l	1.59 mg/l	1.4 mg/l	2.57 mg/l

Las carpas son peces que requieren de agua caliente, o sea que para lograr buenos resultados en su desarrollo necesitan temperaturas superiores a 20 ° C (Pérez, L.Á 1982). Debido a esto la reproducción de los peces se realizó en la estación de primavera principalmente, abarcando los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio que son los meses con mas altas temperaturas en el municipio de Amecameca.. La temperatura promedio obtenida en los análisis del agua reciclada dio un resultado de 20 ° C, con lo cual se obtuvo una buena adaptabilidad de los reproductores al agua reciclada para la reproducción.

En cada uno de los análisis se obtuvieron diferentes resultados. Es conveniente aclarar que el primer estudio se realizó en el agua de la planta de tratamiento y en los dos últimos estudios se realizaron en los estanques en donde el agua reciclada ya se encontraba en una concentración del 10%.

Dentro de cada uno de los factores fisicoquímicos antes mencionados en los análisis se encontraron resultados óptimos para la sobrevivencia de los peces en el agua reciclada proveniente de la planta de tratamiento de la U.A.P. Amecameca. Los parámetros más importantes son: Oxígeno disuelto: es el gas indispensable para la respiración de los peces y demás animales acuáticos. Su concentración en el agua depende principalmente de la influencia de los vientos sobre la superficie y de la fotosíntesis (*Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaria de pesca 1982*). Los resultados obtenidos en este parámetro fueron de 8.0mg/l, 10.0mg/l y 6.58mg/l con un valor óptimo requerido de 8.84mg/l. El pH (potencial de Hidrógeno) mide la acidez, alcalinidad o neutralidad del agua, los resultados obtenidos fueron de 8.9, 8.57 y 8.14 respectivamente con un valor óptimo requerido de 7 a 8 en este parámetro especialmente se debe hacer mención de que la carpa requiere para

su sobrevivencia una calidad de agua que va de lo neutro a lo alcalino (*Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaria de pesca 1982*). Con respecto a la temperatura los valores obtenidos fueron de 18 °C, 24.1 °C y 22 °C, respectivamente con un valor óptimo requerido mayor a los 20 °C, con respecto a este parámetro, siendo que la carpa es un pez muy rústico esta puede soportar temperaturas bajas hasta de 12 °C pero a estas temperaturas los peces sólo se mantienen con vida pero no se reproducen (*Manual técnico para el cultivo de la carpa Secretaria de pesca 1982*). Dando con estos resultados una buena adaptabilidad de los peces reproductores al agua reciclada de la planta de tratamiento de la U.A.P. Amecameca.

Por último se realizó un análisis microbiológico a los peces producidos con el objetivo de verificar que estos sean aptos para consumo humano, de acuerdo con las especificaciones sanitarias establecidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-112-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TECNICA DEL NUMERO MAS PROBABLE), para coliformes fecales, se obtuvo una lectura de 2.40 NMP/g, siendo el límite máximo permisible de 400NMP/g, descrito en la norma antes mencionada. Asimismo, se aisló un vacilo Gram Negativo identificado como *Shigella boydii* (microorganismo causante de enfermedad gastroentérica, que se manifiesta por diarrea), cabe mencionar que esta bacteria se puede eliminar de el alimento (carpa) mediante adecuadas medidas sanitarias como son la desinfección seguida de una correcta cocción del mismo. Es necesario señalar que la presencia de *Shigella boydii* tuvo un registro muy por debajo de la norma.

La reproducción fue poco numerosa (19,300 alevines) en comparación de la que se obtendría en agua corriente (267,591 alevines) dando un porcentaje del 7.21% de producción obtenida en agua reciclada, contra un 100% de producción en agua corriente, ya que se menciona que una reproducción de peces en agua reciclada es menor aunado a pérdidas por enfermedades, por depredadores (insectos y aves), y por las bajas temperaturas principalmente.

- % de mortalidad en el mes de Marzo 44%
- % de mortalidad en el mes de Abril 56%
- % de mortalidad en el mes de Mayo 25%
- % de mortalidad en el mes de Junio 52%

El conteo fue realizado de la siguiente manera: la cantidad de huevo total obtenida por mes en 10 lirios se multiplico por 100 que es el numero total de lirios utilizados dándonos el total de huevo producido, a esta cifra se le resto el numero de huevo no eclosionado dándonos como resultado el numero de alevines nacidos. La producción que se obtendría según la literatura (*Balfour, H. y Pruginin 1991*) con los mismos peces usados en este proyecto, con agua corriente y en la misma región, sería de 267,591 alevines. Esta comparación de ambos tipos de producción debe mencionarse ya que con esta se puede saber cuál fue realmente la productividad en este experimento. Cabe mencionar también que en esta comparación se deben tomar en cuenta los mismos factores (temperatura, pH, oxígeno disuelto).

La mayor reproducción (producción) obtenida fue en el mes de Mayo reportando una productividad en numero de huevos de 10,000, un número de huevos no eclosionados de 4,800 y una natalidad de alevines de 5,200, la menor producción se reportó en el mes de Marzo con un número total de huevos de 9,070. El número de huevos no eclosionados de 4,570 y una natalidad de alevines de 4,500.

### Discusión

Para la primera aclimatación de los reproductores al agua corriente se aplicó anticloro al agua ya que el agua contenía cloro. La cantidad de anticloro fue dosificada (según recomendaciones del fabricante) a razón de 250 ml de anticloro por cada 1000 litros de agua corriente, tomando en cuenta que el agua de la región de Amecameca no es un agua que contenga cloro en cantidades excesivas

El agua reciclada utilizada en este estudio posee parámetros fisicoquímicos aceptables para la reproducción y/o producción de la carpa espejo (*Cyprinus carpio*), ya que los parámetros a medir considerados mas importantes se encuentran dentro de los rangos óptimos para la producción de la carpa.

Dado que durante los procesos de la reproducción y la eclosión del huevo, es cuando mas se deben cuidar los parámetros del agua, no se obtuvieron contratiempos con el uso del agua reciclada de la planta de tratamiento de la U.A.P.A., en esos aspectos, pero cabe señalar que una vez dada la eclosión y una vez que la cría se encontró en estado de larva, se obtuvieron pérdidas debido a la temperatura del agua y a depredadores (insectos y aves) principalmente, ya que en la región del municipio de Amecameca las temperaturas en la estación de invierno descienden hasta alcanzar temperaturas cercanas a los 10°C.



*Enfermedades en reproductores  
Principalmente por gusano ancla (*Lernaea cyprinacea*) y piojo acuático (*Argulus sp*)*



Se debe mencionar que los porcentajes de la producción quedaron de la siguiente manera: PORCENTAJE DE NATALIDAD = 56%, PORCENTAJE DE MORTALIDAD = 44%, PORCENTAJE DE HUEVO NO ECLOSIONADO = 48.9%, PORCENTAJE DE HUEVO ECLOSIONADO = 51.1%, PORCENTAJE DE ENFERMEDADES EN REPRODUCTORES principalmente por gusano ancla (*Lernaea cyprinacea*) y piojo acuático (*Argulus sp*) = 16.6% Y PORCENTAJE DE NO ENFERMOS EN REPRODUCTORES = 83.4%.

**Se concluye que al utilizar agua reciclada de la planta de tratamiento de la U.A.P.A no se obtuvo la reproducción que a diferencia se obtendría en el agua corriente cuyos parámetros son los ideales, se debe mencionar también que los peces que se obtuvieron en esta producción son aptos para el consumo humano de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-112-SSA1-1994) . Aún así, este experimento en el que se utilizó agua corriente (90 %) y agua reciclada (10 %), es un aliciente para que en las comunidades se reutilicen las aguas domésticas para la producción acuícola, y así contribuir a mejorar las deficiencias que tendrá la población humana mundial en un futuro que se espera no sea muy cercano.**



*Carpa apta para consumo humano Preparación culinaria estilo regional de la carpa*

En cuanto a la Comparación de las tres dietas proporcionadas para la producción de *Cyprinus carpio* en agua reciclada se encontró que:

- Bajo el régimen utilizado y cubriendo las necesidades básicas para la producción de la carpa común se obtuvieron ganancias de peso favorables con un mínimo de 35 g. y un máximo de 45 g. lo que corrobora que esta especie es una de las más resistentes a cualquier medio y que puede ser considerada una fuente de alimento sin que el productor emplee mucho de su tiempo para realizar el manejo.
- Al terminar el experimento, los resultados demuestran una ligera ganancia de peso en las carpas alimentadas con maíz - harina de lombriz , pero al realizar el análisis de varianza éste indica que no hubo diferencia significativa entre las tres dietas, por lo tanto **se concluye que al suministrar cualquiera de las tres dietas se**



**obtendrán las mismas ganancias de peso.**

**Las recomendaciones para producción acuícola en aguas recicladas, según el estudio realizado son las siguientes:**

- Para iniciar una producción es necesario seleccionar animales de tamaño y peso estándar de acuerdo a la etapa en la que se pretenda trabajar y de esta manera facilitar y determinar la forma y cantidad del suministro del alimento.
- Es importante adicionar el agua reciclada al agua corriente de forma gradual para una mejor adaptación de los peces.
- Dado que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua reciclada es menor en comparación con el agua corriente, se recomienda hacer recircular el agua diariamente por 20 minutos mediante el uso de una motobomba, para crear un medio confortable a la carpa.
- Se recomienda que una vez realizada la puesta del huevo, este se separe en contenedores con la misma calidad de agua, 90% de agua corriente y 10% de agua reciclada, y se revisen los parámetros fisicoquímicos de la misma para su eclosión y para que se obtenga una mayor sobrevivencia de las crías.
- La alimentación del alevín se debe realizar con una fuente de energía cuya presentación sea en forma de polvo ya que si se le proporciona otro tipo de presentación del alimento que no sea el mencionado anteriormente, el alevín no obtendrá el mismo aprovechamiento de la fuente de energía.
- Por su bajo costo y su fácil obtención se recomienda utilizar harina de pescado como alimento para las carpas y así cubrir el requerimiento de proteína que éstas necesitan.
- Realizar un control estricto de las condiciones del agua como son: oxigenación, temperatura y uso de agua no clorada, ya que este control tendrá incidencia para una mayor sobrevivencia.
- Aunque la literatura menciona que la carpa requiere de una temperatura mínima de 22. 8°C, siendo 25. 8 °C el óptimo, el experimento demostró lo contrario ya que la carpa llegó a resistir temperaturas mucho menores como en el mes de diciembre donde se encontraron temperaturas de hasta 12 y 14 °C, por otro lado no hubo problema con respecto al oxígeno disuelto que fue de 6.58 mg/l y un pH de 8.14 (parámetros superiores a los requeridos) como se observa en los resultados fisicoquímicos del agua de los estanques, en el mes de marzo y julio. Se sugiere ubicar a los estanques de manera que reciban la luz solar la mayor parte del día y de esta manera mantener las temperaturas sin tener que aumentar los costos de producción.

- Para la limpieza de los estanques se recomienda lavar una vez al mes, tallando pisos y paredes con agua, jabón y cloro cuidando de no dejar residuos de estos.
- Se recomienda también un chequeo de los peces reproductores ya que es común las enfermedades por hongos y parásitos, en dichos casos se debe aplicar el tratamiento adecuado para evitar muertes no deseadas. En el caso de la U. A. P. Amecameca los problemas mas comunes en cuanto a parasitismo fueron causados por el gusano ancla (*Lernaea cyprinacea*) y piojo acuático (*Argulus* sp), los cuales deben ser retirados del cuerpo del pez manualmente con ayuda de unas pinzas de disección (o en su caso pinzas para depilar). Es necesario asegurarse de retirar el parásito completo (incluyendo la cabeza que es una especie de "ancla" fuertemente introducida en el cuerpo del pez y que es la que nos causa mayores problemas).
- Realiza una buena desinfección seguida de una buena cocción del alimento (carpa).

### **Agradecimiento**

Por la valiosa colaboración en este proyecto de los alumnos tesistas de la Lic. en Med. Vet y Zoot de la Unidad Académica Profesional Amecameca: Kendro García Alva, Antonio Martínez Martínez, Silvia Citlalli Socorro Larios Ramírez y Víctor Manuel Martínez Rendón.

### **Bibliografía y referencias en Internet**

- Klontz, W.G.1991.Producción de Trucha Arcoiris en Granjas Familiares. Universidad de IDAHO. USA. 88 pp
- Chakroff en Jensen, G. 1990. Construcción de estanques. Ed. Universidad de Aurburn, México, DF. 193 pp
- Secretaria de Pesca.1982. Manual Técnico para el Cultivo de la Carpa. 105 pp
- Hopher, B. y Pruginin, Y. 1991.Cultivo de peces comerciales. Ed. Limusa. México, DF. 315 pp.
- Pérez, L.A. 1982.Piscicultura, ecología, explotación, higiene. Ed. El manual moderno. México, DF . 154 pp.
- Huet, M. 1983. Tratado de piscicultura. Tercera edición, Ed. MUNDIPRENSA. España . 753 pp.
- Morales, A. 1991. La tilapia en México. Ed. AGT EDITOR. México, DF . 105 pp.
- Kemmer, F. 2001. Manual del agua su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Tomo 1, Ed. Mc Graw-Hill. México, DF . 190 pp.
- Pérez, L.A. 1989. Higiene y control de los productos de la pesca. Ed. CECSA. España. 121 pp.
- Wheaton. F. 1990. Acuicultura crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Ed. AGT EDITOR. México, DF. pp. 383-397
- Wheaton. F. 1982. Acuicultura diseño y construcciones de sistemas. Ed. AGT EDITOR. México, DF. 704 pp.
- Malta Cleyton 2002 En [www.Maltatexto.com.mx](http://www.Maltatexto.com.mx)

**Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**

ISSN 1695-7504

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>



Vol. VII, Nº 07, Julio/2006 –

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070706.html>

- Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y Servicios Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del número más probable  
[www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html)
- [www.t1msn.com.mx](http://www.t1msn.com.mx)
- [www.zootecnocampo.com](http://www.zootecnocampo.com)
- [www.omega.ilce.edu.mx](http://www.omega.ilce.edu.mx)
- [www.zootecnocampo.com/foro/foum10/html/000141.html](http://www.zootecnocampo.com/foro/foum10/html/000141.html)
- [www.fao.org/DOCREP/005/ADO21S03.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/ADO21S03.htm)
- [www.todopesca.com/fichas/carpac.htm](http://www.todopesca.com/fichas/carpac.htm)
- [www.fao.org/docrep/005/AC8685/AC868514.htm.53k](http://www.fao.org/docrep/005/AC8685/AC868514.htm.53k)
- [www.tierrarediris.es/hidroredebooks/ripda/contenido/capitulo07.html](http://www.tierrarediris.es/hidroredebooks/ripda/contenido/capitulo07.html)
- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020204.html>
- [www.agribands.com/contries/mexico/acuacultura18.htm](http://www.agribands.com/contries/mexico/acuacultura18.htm)
- [www.alquimistadeacuarios.com/articulos/Carassius.pdf](http://www.alquimistadeacuarios.com/articulos/Carassius.pdf)

Trabajo recibido el 06/03/2006, nº de referencia 070607\_RED VET. Enviado por su autor principal.  
Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet), ISSN 1695-7504 el 01/07/06.

[Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](http://www.comunidadvirtualveterinaria.org) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) –<http://www.veterinaria.org/> y [REDVET®](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) 1996 -2006