

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL *Hypostomus plecostomus* Y ALTERNATIVAS DE UTILIZACIÓN.

INTRODUCCIÓN

La presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" se construyó con la finalidad de incrementar la capacidad hidroeléctrica del país; al mismo tiempo permitió el desarrollo de otros dos aspectos de gran relevancia. La conservación de la ictiofauna nativa de la cuenca del río Balsas e impulsó la economía regional de tierra caliente en los estados de Michoacán y Guerrero, a través de la actividad pesquera.

En el primer aspecto, representa una zona de transición de un ecosistema lótico a uno léntico, cuya morfometría proporciona diferentes tipos de hábitat. Aquí se desarrollan distintas especies como: el charal de tierra caliente (*Atherinella balsana*), el bagre del balsas (*Ictalurus balsanus*), la mojarra del balsas (*Cichlasoma istlanum*), la doradilla (*Astyanax sp.*), un gupy nativo (*Poeciliopsis balsas*) y un tiro (*Ilyodon whitei*) (Rosas-Moreno, 1976; NOM-027-PESC-2000). En cuanto a la pesca, ha sido el embalse más productivo de México, con casi el 20% de la producción total de las aguas interiores del país, llegando a superar las 20,000 toneladas. Esto ha establecido una fuente de empleo a más de 3,000 pescadores (Juárez-Palacios, 1995).

"El pez diablo" *Hypostomus plecostomus*, actualmente esta invadiendo a la presa "El Infiernillo", ha manifestado una rápida adaptación y proliferación en los diferentes hábitat que presenta este cuerpo de agua. Esto ha originado problemas de diferente índole, dentro de los cuales destaca el impacto socio-económico en la región, porque esta afectando una de las principales actividades económicas: la pesquería. Este pez llega a superar el 70% del porcentaje de captura en las redes de los pescadores ribereños, sustituyendo a la tilapia (*Oreochromis aureus*) que es la especie objetivo y mejor valorada.

Aunado a lo anterior la presencia de placas óseas en la superficie corporal del pez diablo provoca la destrucción de las redes y daños severos en las manos de los pescadores. Todo esto ha significado la pérdida del empleo de los habitantes de las localidades cercanas a la presa, ya que la pesca es una actividad comunitaria, las que han sido orillados a emigrar hacia otras regiones de nuestro país o a los Estados Unidos de Norte América.



Desde el punto de vista ecológico el pez diablo ha establecido una competencia inter específica con la tilapia, debido a que comparten hábitat muy parecidos (Hernández-Betancour, 1988). De acuerdo a los datos de captura, esta competencia parece beneficiar más la población

del pez diablo ya que se encuentra más en las redes. También su dieta puede ser variada (Horeau et al., 1998), con la posibilidad de consumir el alimento de otros peces nativos dependiendo la disponibilidad en la presa. Por otra parte, en forma indirecta este pez genera problemas de calidad del agua (sabor y olor desagradable) por favorecer el crecimiento sin control de algas microscópicas, ya que provee nutrientes en el agua por excreción y perturbación del fondo (Novales-Flamarique et al., 1993).

Cuando una especie de pez se establece en un cuerpo de agua no se le puede erradicar (Rasmussen, 2002). Lo más importante entonces es buscar una manera de aprovecharlo y mantenerlo bajo control (Pimentel et al., 2000). La búsqueda de alternativas del aprovechamiento de un producto pesquero que no se utiliza y que actualmente se deposita al medio ambiente sin control, como un foco infeccioso y de contaminación, es considerada de suma importancia, ya que su captura no representa ningún beneficio para los pescadores, y si una merma económica importante.

En la actualidad ambas características se ven amenazadas por la presencia de una especie invasora de pez, llamada comúnmente "pleco", el cual desarrolla competencia con las especies locales. Esto consiste, por una parte, en el posible consumo del alimento preferencial de otros organismos, trayendo como consecuencia la redistribución de los recursos alimenticios del ambiente. Por otro lado, con respecto a la competencia interespecífica por los espacios, debido a que algunas de las especies del cuerpo de agua tienen comportamiento reproductivo territorial, construyendo nidos en el sustrato y cuidando de los huevecillos y alevines (Hernández-Betancourt, 1988). Lo anterior, aunado a que el invasor no tiene depredadores nativos, puede provocar un crecimiento sin control de su población. Al llegar a este momento, el impacto trasciende a diferentes etapas del ciclo de vida de otros peces, generando el efecto "cuello de botella" (McLean et al., 1994).

En el contexto económico, sus secuelas se ven reflejadas en la actividad pesquera del embalse. Según comunicaciones personales, se detecta por primera vez este organismo en 1998, atrapándose esporádicamente con las artes de pesca empleadas. Sin embargo en la actualidad (2002), en un análisis prospectivo, se encontró que llega a representar del 30 al 94% de la captura, para algunos sitios específicos del embalse. Además, por las características externas del pleco (piel dura y rasposa con filas de espinas), causa daños en las redes y en los pescadores al manipularlos.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La presa "El Infiernillo", está ubicada en los municipios de Arteaga, La Huacana y Churumuco del estado de Michoacán y el municipio de Coahuayutla del estado de Guerrero. Es un embalse artificial construido con el propósito de captar agua para la generación de energía eléctrica, aprovechamiento para el riego y como medio de control de avenidas (Marsal y Resendiz, 1979).

Tiene una longitud máxima de 120 kilómetros y fue proyectada para soportar un volumen máximo de 11 860 Mm³ a la cota denominada "nivel de aguas máximas extraordinarias". Las principales corrientes que alimentan el embalse son los ríos Balsas, Tacámbaro, Tepalcatepec y Marqués. El embalse se ubica en una región de clima seco y cálido, con lluvias en verano. La precipitación anual promedio es de 673.6 milímetros, correspondiendo a una media mensual 56.13 milímetros (Juárez-Palacios, 1995).

En cuanto a la calidad del agua, el embalse se caracteriza por aguas cálidas y cercanas a la neutralidad, con escasez de oxígeno solamente en zonas muy profundas (tabla 1). A partir de los parámetros de conductividad, alcalinidad, dureza total y cloruros, se detectan tres zonas en la presa: (1) por la influencia del río Tepalcatepec, (2) la porción media norte del río Balsas y (3) río Balsas inferior hasta la cortina (Juárez-Palacios, 1995).

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE INVASORA

El pleco forma parte del orden Siluriformes, familia Loricariidae (Loricáridos), a la cual pertenecen los Peces Gato Acorazados de Sudamérica (Reis et al., 1990). El género está formado por más de 50 especies y tienen su origen en la cuenca del río Amazonas y se distribuyen naturalmente en la vertiente del Pacífico de Costa Rica hasta Uruguay (Miller, 1966).

Plecostomus commersoni es conocido como "cascudo" en Brasil (Paturle, 1975) y en Argentina y Uruguay se le llama comúnmente "vieja" (SUDEPE, 1971). En Perú, Ortega, et al. (1977), denominan a *Plecostomus phrixosoma* y *P. micropunctatus* "carachama" y señalan que forman parte de la ictiofauna de Pucallpa, Loreto, Perú. Menezes (1973), mencionan que *Plecostomus spilurus* ha sido capturado en el río Parnaíba en la Barra Do Longa, Brasil. *Plecostomus plecostomus*, llamado "bodó", se ha reportado por la flota pesquera de Manaus en el lago Boa Esperança (Petrere, 1978). *Plecostomus commersoni* es conocido

como cascudo en Brasil (Paturle, 1975) y en Argentina y Uruguay se le llama comúnmente vieja (SUDEPE, 1971). En Perú, Ortega, et al. (1977), denominan a *Plecostomus phrixosoma* y *P. micropunctatus* carachama y señalan que forman parte de la ictiofauna de Pucallpa, Loreto, Perú. Menezes (1973), mencionan que *Plecostomus spilurus* ha sido capturado en el río Parnaíba en la Barra Do Longa, Brasil. *Plecostomus plecostomus*, llamado bodó, se ha reportado por la flota pesquera de Manaus en el lago Boa Esperança (Petrere, 1978). *Plecostomus commersoni* es conocido como cascudo en Brasil (Paturle, 1975) y en Argentina y Uruguay se le llama comúnmente vieja (SUDEPE, 1971). En Perú, Ortega, et al. (1977), denominan a *Plecostomus phrixosoma* y *P. micropunctatus* carachama y señalan que forman parte de la ictiofauna de Pucallpa, Loreto, Perú. Menezes (1973), mencionan que *Plecostomus spilurus* ha sido capturado en el río Parnaíba en la Barra Do Longa, Brasil. *Plecostomus plecostomus*, llamado bodó, se ha reportado por la flota pesquera de Manaus en el lago Boa Esperança (Petrere, 1978).

Se localiza principalmente en cuerpos de agua lóticos, hacia las zonas más profundas, escondidos entre las rocas, troncos, ramas y raíces, para alimentarse y evitar ser depredados (Sakurai et al., 1992). En estado libre, los individuos de estas especies llegan a medir más de medio metro de longitud (Axelrod et al., 1971). Su coloración clara en el fondo con numerosos puntos y franjas marrón por todo el cuerpo, le permite mimetizarse con el sustrato. La piel, es dura y presenta placas óseas con filas de pequeñas espinas que van desde el opérculo hasta el pedúnculo caudal. Además presenta espinas bien desarrolladas al principio de las aletas dorsales y pectorales. La boca está en posición ventral, carece de mandíbula y solamente se observan dos labios con los que pueden chupar el lodo. Puede ser atrapado con chinchorro pero no con anzuelo.

La carne se considera excelente y para quitarle las placas óseas se coloca unos pocos minutos en las brasas, frotándose dos individuos de estos peces (Paturle,

1975). Otro procedimiento que se emplea al momento de su consumo es: cortar la cabeza junto con las aletas pectorales, después se abre el vientre y se sacan las vísceras, se corta la cola y se quitan las placas con un cuchillo y queda el cilindro de carne listo para prepararse. Algunos prefieren comer el pleco asado en su propia "cáscara", otros lo comen crudo quitando las placas parcialmente (Petrere, 1978). También, es un organismo que se ha adaptado a vivir como especie de ornato, la cual se utiliza como limpiador de algas de las paredes de los acuarios, lo que lo hace muy atractivo a los acuaristas de todo el mundo (Sterba, 1983).

En cautiverio se ha observado que presenta resistencia a las enfermedades. Esto, le da una gran ventaja sobre las especies que son más vulnerables y hace difícil establecer un control biológico de su población. En cuanto a su reproducción, los machos maduros desarrollan barbillas alrededor de la boca y en las hembras el abdomen se presenta redondeado. Los huevos son depositados en la superficie de substratos como piedras o troncos y se tiene cuidado parental por el macho durante la incubación (3 a 5 días) (Sakurai et al., 1992). Hubbs et al. (1978) encontraron como valor de fecundidad absoluta 716 huevos maduros (operculados) de aproximadamente 3.25 mm de diámetro, en una hembra de 18.2 cm de longitud estándar.

Sus requerimientos alimenticios son preferentemente herbívoros, con una dieta compuesta principalmente de algas y detritos (Courtenay y Stauffer, 1990). Son organismos raspadores que presentan como adaptación la boca ventral en forma de ventosa y filas de dientes viliformes (Lagler et al., 1984).

Objetivos:

Determinar el rendimiento de las partes comestibles del pez, su composición bromatológica y digestibilidad de la proteína.

Proponer las mejores alternativas de utilización para el consumo humano, elaboración de alimento balanceado para ganado o su posible uso agrícola.

Metodología.

El trabajo se inicio con la colecta de peces en la presa "El Infiernillo", los cuales fueron separados en dos tallas: los medianos (peso 117 g y longitud total 24 cm) y grandes (peso 525 g y longitud total 39.5 cm). Luego se destazaron para separar las diferentes partes del cuerpo y definir que porcentaje en peso correspondía a cada una de ellas (rendimiento), con respecto al peso total del organismo. Una vez destazado y separado en partes el pez, se registró el peso como inicial y se colocó en una estufa para comenzar su secado a una temperatura de 50 °C. A partir de la diferencia en peso se registro el porcentaje de humedad.

Una vez secas y estabilizadas las muestras, se molieron utilizando primero un molino mecánico para disgregar la muestra y posteriormente pulverizarla con un molino de martillos. El producto resultante se tamizó con el propósito de homogenizar la partícula, obteniendo una harina de cada parte del cuerpo. Los análisis bromatológicos se realizaron considerando las Normas Oficiales Mexicanas (proteína cruda NMX-Y-118-A-1982, humedad NMX-F-428-1982, lípidos NMX-F-089-S-1978 y ceniza NMX-F-066-S-1978).

Se efectuaron posteriormente análisis de las cenizas para la determinar que elementos minerales contenía. Los minerales son clasificados en dos principales grupos, acorde a su concentración en la muestra: los macro y micro elementos. Estas determinaciones se realizaron considerando como micro elementos al Fe,

Cu, Zn por extracción con DTPA (Lindsay y Norvell, 1978) y macro elementos al P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Al, Zn y SO_4 por digestión con $HNO_3/HClO_4$ (Jackson, 1964; Gorsuch, 1970; Alla, 1971; AOAC, 1980).

Para el análisis de la digestibilidad de la proteína se considero la Norma Mexicana (NMX-Y-085-1976) la cual se basa en la digestión de la muestra con una solución ácida de pepsina, lo que permite determinar la proteína digerible.

Tomando en cuenta las condiciones climáticas, es factible la deshidratación de alimentos utilizando secadores solares adecuados a la región, para pasar de un producto perecedero a uno no perecedero. El secado es un proceso de disminuir la humedad a una determinada sustancia o cuerpo, por medio de la evaporación y eliminación del agua contenida en la misma.



Para llevar a cabo este proceso se deben considerar los siguientes factores: humedad del aire, velocidad del viento y la única fuente de energía que utiliza es la radiación solar.

Para efectuar el secado natural de los peces se han estado realizando diferentes pruebas, monitoreando el tiempo de secado. Los ejemplares se han expuesto de diferentes formas al secado: (1) enteros, (2) abiertos (corte longitudinal por la parte abdominal del pez) y (3) desviscerados (corte longitudinal por la parte abdominal del pez con eliminación de las vísceras).

El procedimiento llevado a cabo fue determinar la pérdida de humedad a través del tiempo, monitoreando cada hora la temperatura dentro del secador y cada 24 horas el peso individual de los peces hasta que este fue constante.

Uno de los principales problemas para el consumo de la carne de esta especie, es la dificultad que se tiene en la obtención de la parte comestible, ya que la

piel se encuentra adherida fuertemente a la parte muscular. Para tratar de solucionarlo se realizó una prueba física, que consiste en someter a un tratamiento térmico por medio de un cocedor solar de construcción doméstica.

Otro aspecto importante que se consideró es la evaluación de las pesquerías de la tilapia, tomando en cuenta el total de la captura, utilizando las redes que tradicionalmente se usan en la presa, para ello se realizó una reunión con la asociación de pescadores tanto de la comunidad "Churumuco" como "El Canelo", se les explico que requeríamos de los peces capturados en una de sus redes, para registrar los datos morfométricos de los peces (longitud y peso), longitud de su red y abertura de malla. Se repartieron bolsas grandes y cada pescador nos entrego el total del pez capturado y la información requerida de sus artes de pesca, obteniendo de esta manera la proporción de cada una de las especies considerando el total de la captura.

Para el análisis de la relación longitud-peso se emplea la formula: $W = a \cdot L^b$ (Bagenal y Tesch, 1978). El factor de condición se calcula como: $K_n = W/aL^b$ (Le Cren 1951).

Así mismo se realizó la caracterización limnológica de los sitios de captura del pez en la presa, registrándose los siguientes parámetros: Concentración de oxígeno disuelto (ppm), porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, conductividad eléctrica (mS/cm), salinidad (0/00), sólidos totales disueltos (ppm), pH, profundidad (mt), transparencia (mt), alcalinidad (ppm como CaCO_3), dureza (ppm como CaCO_3) y nitrógeno amoniacal (ppm).

Resultados y discusión

Un aspecto importante para el aprovechamiento de un producto, es conocer la proporción comestible partiendo de su biomasa, para esta determinación se destazó el pez hallando que la parte comestible corresponde a un 19% del peso total

Partes	%
Músculo	19.02
Cabeza	31.5
Piel	27.1
Esqueleto	12.5
Visceras	9.72
Cuadro 1. Rendimiento de la parte comestible	

del organismo (cuadro 1), el resto se puede considerar desperdicio para este fin. Sin embargo, la proporción de proteínas encontrada en el músculo es alrededor del 85 % (cuadro 3) y un valor de digestibilidad del 75%, lo cual significa que puede ser una fuente alimenticia potencial para la región.

Partes del pez	% Humedad
Músculo	84.5
Visceras	69.5
Cabeza	71.0
Piel	65.5
Esqueleto	71.5
Cuadro 2. Humedad de las partes del cuerpo del pez	

Otro aspecto importante que se realizó al inicio, fue la determinación de la humedad inmediatamente después de haber sido destazado; obteniéndose como resultado que solamente el músculo sobresale con un 84.5% (cuadro 2) y el resto de los componentes se encuentran con un

valor que oscila alrededor del 70%.

COMPONENTES PRINCIPALES	CABEZA %	PIEL %	VISCERAS %	ESQUELETO %	MUSCULO %
HUMEDAD	1.39	1.12	1.055	1.085	1.09
CENIZAS	40.37	43.83	46.05	36.71	6.91
GRASA	14.82	9.83	17.43	11.24	7.33
PROTEINAS	40.09	42.20	24.47	47.78	85.094
CARBOHIDRATOS	3.33	3.02	11.00	3.19	0
TOTAL	100	100	100	100	100

Cuadro 3 Análisis bromatológico de las diferentes partes del cuerpo del pleco en base seca



Dentro de las limitantes para el consumo de este pez, están los factores sociales y culturales los cuales influyen fuertemente en la aceptación de productos nuevos (pleco). Otro es la dificultad para el procesamiento del pescado en fresco (fileteado, cortado en trozos y la separación de la piel del

músculo) lo cual provoca daños severos en las manos de los pescadores. Para solventar este problema se realizaron pruebas de calor encontrando que la piel y el músculo se separan fácilmente después de haber sido colocadas en un cocedor solar por un espacio de 1.5 horas a una temperatura de 70 °C o una hora a 110 °C. Estas pruebas se realizaron en las comunidades de Churumuco y El canelo, en las que se



consumieron los productos a base de pleco preparados utilizando un cocedor solar.

Otra alternativa de uso, es la transformación del pescado en harina, ingrediente importante en la formulación y elaboración de dietas forrajeras. En la región hay diferentes tipos de ganado (caprinos, bovinos, aves, entre otros), además de ser considerada esta zona en el Estado como importante desde un punto de vista agroindustrial. Como ventaja adicional, un concentrado de proteína de pescado se considera estable, ya que no muestra un importante deterioro en 6 meses a 27°C cuando se guarda en un recipiente herméticamente sellado (Clucas, 1997).

A pesar que los alimentos de origen animal aportan un conjunto de elementos faltantes en las mezclas de cereales, rara vez se usan estos ingredientes en rumiantes por el alto costo; Sin embargo, el proceso de la harina producto del pez diablo se puede considerar que es barato por los siguientes aspectos: (1) ecológico, la extracción de este pez del embalse reduce la presión que este manifiesta a la tilapia, por la competencia que presentan ambas especies; (2) El pez diablo adquiere valor agregado permitiendo a los pescadores la recuperación de sus artes de pesca, mismas que se destruyen en su captura; (3) el proceso de secado utilizando la energía solar disminuye los costos del proceso.

En el proceso de secado y transformación del pez en harina en la comunidad de Churumuco, ha tenido problemas debido a que en las diferentes etapas no se cuida que los peces esten en contacto directo con las moscas; la recepción se realiza en la caja de una camioneta al aire libre, el pez es contaminado con las puestas de las moscas mismas que incuban en los sitios de secado, estas instalaciones no cuentan con las condiciones mínimas requeridas para este propósito; el pez queda amontonado provocando que el tiempo de secado se alargue y que permita el desarrollo de las larvas hasta el estado adulto

cerrando su ciclo; estas condiciones no admiten establecer una estándar de calidad en la harina que se esta produciendo en dicho municipio. En Verano se realizaron dos visitas indicándoles recomendaciones para mejorar las condiciones del lugar, incluso aplicando una desinfección con cal para reducir el número poblacional de mosca y larvas. Al encargado se le solicito muestras de harina, a las que se aplicó un análisis bromatológico encontrando variación en la proporción de proteína de 22 y 31% respectivamente, esto provoca dificultad para encontrar un mercado cautivo y un precio fijo para dicho producto.

León y Angulo, (1989) Mencionan que la cantidad de harina de pescado a utilizar en alimentos iniciadores de pollos no debe exceder del 10 % y menos del 5% las raciones terminadoras y de postura; en cerdos la proporción es alrededor del 7%. El hecho de utilizar estas cantidades pequeñas evita que la carne y los huevos obtengan el sabor a pescado.

Un estudio reciente del Europeo Journal of Clinical Nutrition encontró que la carne de bovino alimentada con maíz presenta una gran cantidad de ácidos grasos omega 6, que se cree, son los que promueven los problemas de corazón. Por otro, lado la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA) propone la utilización de ingredientes tal es el caso de la harina de pescado como un suplemento proteico. Por lo tanto, la caracterización de este tipo de ingredientes (harina del pez diablo) favorece el desarrollo de esta agroindustria.

Además, la carne de tipo orgánico que es considerada de muy buena calidad y precio, esto es, debido a que el alimento suministrado al ganado es a base de pasturas y pocos granos, respondiendo al movimiento de una agricultura y ganadería sostenible.

Es importante señalar, que existen variaciones en la composición química del pez, que están estrechamente relacionadas con el comportamiento alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados con el desove.

Por lo tanto se recomienda realizar su caracterización de manera estacional (monitoreo) para tomarla en cuenta en la formulación de dietas. Esto tiene la finalidad de ofrecer la cantidad requerida de los diferentes componentes principales en la dieta a los animales sujetos de cultivo durante todo el año, para que las variaciones en la composición química del pez no se vean reflejadas en la producción.

Humedad	1.14 %
Ceniza	34.7 %
Grasa	12.13 %
Proteína	47.9 %
Carbohidratos	4.10 %
Total	100 %
Cuadro.4 Composición química global del pleco.	

Las características químicas del pez nos indican que tanto las proteínas y las cenizas presentan valores altos (47.9 y 34.7% respectivamente) (cuadros 3 y 4). Las proteínas, considerando su origen a partir de carne de pescado, son de esperarse que presenten una excelente calidad biológica. En el caso de las cenizas, es importante mencionar

que presentan los nutrientes esenciales que cubren los requerimientos nutricionales para la crianza de aves de corral, las cuales representan la mayor producción animal en el municipio de Churumuco.

Mediano	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	% Ca	% mg	% k	% Na	% Pb	% P	% S
Visceras	73.2	35208	200	1.06	0.91	1.20	1.13	0.0036	1.18	0.61
Cabeza	26.4	1249	212.5	18.20	0.499	0.608	1.46	0.0023	19.28	0.94
Piel	16.8	833.3	287.5	17.45	0.520	0.7	0.976	0.0022	20.5	1.08
Esqueleto	16.3	833.33	225	19.20	.49	1.41	1.27	0.002	20.82	0.96
Músculo	76.06	2222.21	433.3	1.972	0.888	3.163	0.273	0.0029	19.05	4.24

Completo	23	4999.99	350	10.52	0.291	0.592	1.195	0.003	13.42	4.49
Grande										
Vísceras	125.5	3819.4	241.6	4.895	0.953	1.169	1.602	0.0025	6.963	1.168
Cabeza	170.5	416.6	162.5	19.65	0.562	0.442	1.291	0.0019	20.19	0.618
Piel	18.6	416.66	150	20.77	0.583	0.516	0.893	0.0023	20.13	0.618
Esqueleto	16.8	1041.66	137.5	18.63	0.499	0.483	1.392	0.0022	19.8	0.618
Músculo	94.05	2252.24	270.2	0.450	1.914	6.574	5.081	0.0016	18.26	4.393
Completo	20.6	4583.33	337.5	9.395	0.208	1.187	1.397	0.0028	15.37	1.76
Cuadro 4. Contenido de macro y micro elementos en la harina del pleco.										

Secado solar.

el proceso de secado de los peces se alcanza más rápidamente cuando estos se abren de manera longitudinal y se les extraen las vísceras, alcanzando un peso constante aproximadamente a las 48 horas. En cambio cuando sólo se abren de manera longitudinal y las vísceras se mantienen en el pez, el proceso dura entre 48 y 72 horas. A diferencia de los peces que son secados enteros el peso sigue variando aún a las 72 horas, presentando una apariencia seca, pero al examinarlos internamente se encontró que presentaban larvas de mosca y sus órganos aún contenían humedad. Esto es algo semejante a lo que ocurre en el medio ambiente, donde se ha observado que sólo quedan los cascarones huecos sin carne, consumidos por estas larvas produciendo un olor desagradable.

Calidad del agua

La variación que presenta la presa "El Infiernillo" en los diferentes parámetros de calidad del agua fue mínima, considerándose como un cuerpo de agua estable a través del tiempo y el espacio, esto como consecuencia de que el embalse presenta características de un cuerpo de agua abierto, en el que existe una renovación constante del líquido. Wetzel, 1981 menciona que en un lago

ideal, la concentración de oxígeno disuelto se aproxima al 100 % de saturación de oxígeno disuelto y el embalse al que nos referimos se encuentra con valores cercanos.

El pleco presenta pocas exigencias en cuanto a la calidad de agua y, en cuanto a condiciones ambientales, la presa de El Infiernillo presenta valores ambientales cercanos a los requerimientos óptimos para el desarrollo de la especie (tabla 5). Las aguas son cálidas, con valores altos de temperatura, además, el oxígeno disuelto, que no es un factor limitante de la especie, registra cantidades en el embalse adecuadas para el sostenimiento de la vida acuática. Asimismo, hay una baja concentración en la salinidad de la presa y el pH indica condiciones cercanas a la neutralidad.

Parámetro	Febrero/05	Marzo/05	Abril/05	Mayo/05	Requerimientos del pleco
Temperatura (°C)	26.12	26.5	28.08	28.6	22-30
Oxígeno disuelto (ppm)	9.5	10.1	9.7	8.5	No limitante
% de sat. De oxígeno disuelto	115	120	122.48	111.9	No limitante
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0.5785	0.45	0.61	0.675	
Salinidad (00/0)	0.28	0.22	0.24	0.22	0-5
Sólidos totales disueltos (ppm como CaCO ³)	0.3736	0.275	0.30	0.33	
pH	7.16	6.96	6.96	6.945	6-9
Profundidad (mt)	8.52	8.46	8.64	7.25	variable
Transparencia (mt)	1.32	1.2	1.26	0.85	Variable

Cuadro 5. Registro de parámetros de calidad del agua en la presa El Infiernillo y su comparación con el intervalo de valores óptimos del pleco.

Evaluación pesquera.

Con la introducción de la tilapia a la presa se establece una pesquería de tipo artesanal que no dispone de una infraestructura sofisticada, en la comunidad

del Canelo las artes de pesca que utilizan poseen una abertura de malla con la que capturan organismos menores de 200 g, lo cual es un manejo inadecuado del recurso en virtud de que los organismos retenidos posiblemente estén muy cercanos a la talla de la primera madurez gonádica, a diferencia de los pescadores de Churumuco cuya peso promedio oscilo entre 230 y 360 g (cuadro 6 y 7).

En el análisis de la relación longitud-peso del pleco se utilizaron los valores promedio de los peces encontrados en cada red. Para la comunidad del Canelo la formula es $W = 0.1118 * L^{2.2491}$ y para Churumuco $W = 0.0238 * L^{2.7579}$ (fig. 3 y 4), en ambos casos el valor es menor que 3 lo que representa un crecimiento alométrico negativo, es decir, que tiende a ponerse delgado conforme crece. Analizando los coeficientes en cada red, el valor es menor en la red de malla chica que en la de malla grande (2.2491 y 2.7579 respectivamente). El incremento refleja el poco cambio en la talla mientras que se tiene un mayor cambio en el peso, lo cual puede estar relacionado con la reproducción.

Si se comparan estos valores con otras especies del mismo género, el valor que se obtuvo en *Hypostomus strigaticeps* en forma anual fue: $W = 0.0481 L^{2.833}$ (Lima-Junior et al., 2002). Sin embargo, si se comparan con los que se obtuvieron sólo en invierno los resultados son similares $W = 0.0750 L^{2.653}$. Aquí es importante señalar que las tallas analizadas para *H. strigaticeps* fueron pequeñas (8.1 – 10.9 cm). *H. ancistroides* (2.9117), *H. ancistroides* (2.7217) y *H. sp1* (2.7400) (Muller-Gomiero y de Souza-Braga, 2005), todas presentan valores mayores que *H. plecostomus* en la presa “El Infiernillo”. Esto puede reflejar una menor adaptación de la última por ser introducida, sin embargo hay que considerar que este es únicamente un valor puntual.

En el factor de condición el coeficiente b (fig. 8) presenta un comportamiento parecido al de la relación peso-longitud, ya que es diferente entre peces capturados con las redes de diferente abertura de malla; encontrándose un

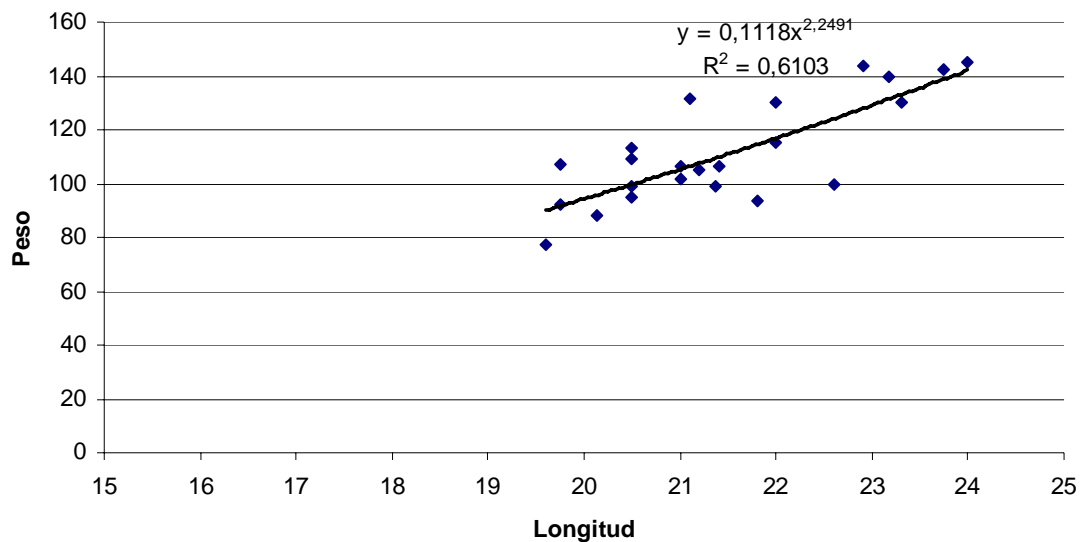
valor mayor en la red de más abertura de malla, lo cual puede estar relacionado con la reproducción (gónada más desarrollada) o la alimentación (mayor repleción gástrica). Sin embargo, es importante señalar que aún teniendo valores menores en la presa de Infiernillo que en otros cuerpos de agua, de donde es originario este género la diferencia no es significativa, lo cual explica la capacidad que ha tenido el pleco para adaptarse y expandirse en un lapso de tiempo corto.

Red	Tilapia		Pleco		K	Porcentaje de pleco
	Longitud total (cm).	Peso (g).	Longitud total (cm).	Peso (g).		
1	20,5	162,9	22,6	100	0,78	22,72
2	23,5	174	21,8	93,7	0,80	28,57
3	22	171,5	23,175	140	1,02	23
4	21,7	216	20,5	109,1	1,10	37,5
5	22,5	177,1	20,5	113	1,14	23,8
6	23,1	158,3	21,1	131,6	1,23	33,33
7	23,3	170	19,75	107	1,20	14,2
8	21,7	167	21	101,6	0,96	37,5
9	21,5	196,6				
10	22,1	204,1	22	130	1,09	14,2
11	18,75	147,5	22	115	0,96	42,8
12	20,58	191,6	21,2	105	0,97	45,4
13	19,1	141,6	23,75	142,5	0,97	30,7
14	19,27	149,5	23,3	130,5	0,94	50
15	20,6	171,25				42,8
16	20,9	201,6				
17	20,7	185	19,75	92,5	1,03	22,2
18	19,9	170,1	19,6	77,5	0,88	26,6
19	20,5	192,5	22,9	144	1,08	55,5
20	19,8	176,6	21,4	106,6	0,96	66,6
21	19,75	167,5	24	145	0,96	11,1

22	19,09	145,9	20,14	87,85	0,93	38,8
23	20,33	178,33	20,5	95	0,96	40
24	20,125	145	20,5	98,75	1,00	50
25			21,37	98,75	0,89	100
26	15,37	85,62	21	106,43	1,01	46,66
	20,6666	169,884	21,47108696	111,7991	0,995412	37,66583333

Cuadro 6. Valores promedio de longitud, peso, factor de condición y porcentaje relativo de pleco, en la presa "El Infiernillo", el Canelo Mpio. de la Huacana, Mich.

Fig. 6 Relación peso-longitud del pleco en la presa "El Infiernillo" en el Canelo, Mpio. de la Huacana, Mich.



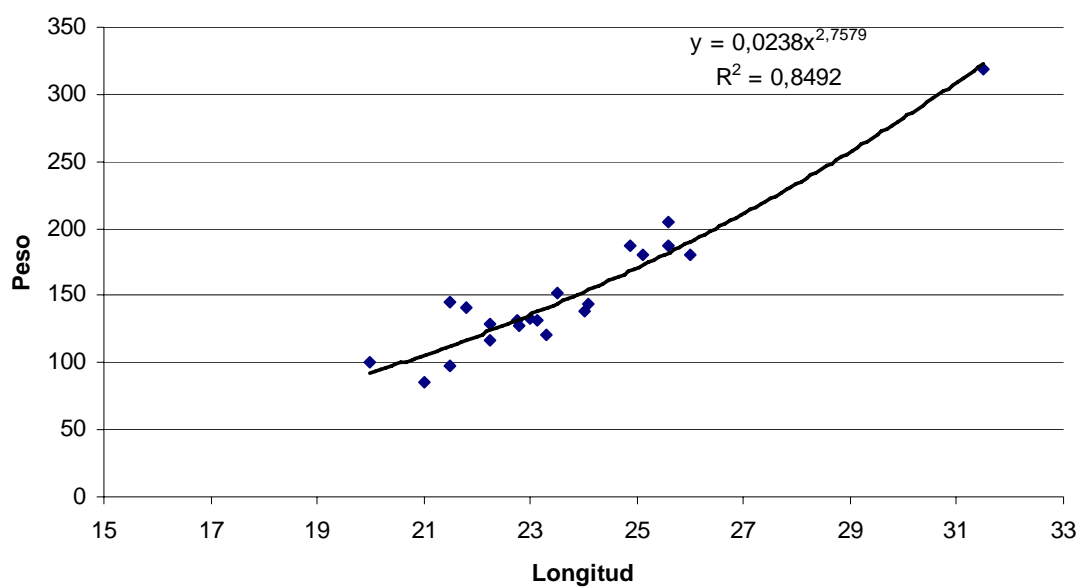
Red	Tilapia		Pleco		K	Porcentaje
	Longitud total (cm).	Peso (g).	Longitud total (cm).	Peso (g).		
1	20,5	195,16				
2	22,3	233,4	22,25	129,15	1,05	40
3	21,5	239,16	23,3	120,54	0,87	50
4	21,75	232,47	22,25	116,23	0,94	66
5	22,5	221,94	26	180,81	0,97	40

6	22,65	247,96	24,1	144,4	0,95	33,3
7	21,5	248,7	23,5	152,11	1,07	40
8	22,1	245,67	22,75	132,02	1,01	28,5
9			24	137,76	0,91	100
10			25,1	179,8	1,06	100
11			21,5	97,58	0,87	100
12	23,6	292,74	23,12	132,03	0,97	50
13	22,75	272,65	31,5	318,5	1,02	50
14			21,8	141,2	1,21	100
15			21	85	0,81	100
16	20,5	200	22,8	128	0,97	83,3
17	19,77	182,27	23	132,5	0,98	26,6
18	21,5	225	24,87	187,5	1,13	80
19			25,6	186,6	1,04	100
20	21,5	235	25,6	205	1,14	75
21	21	260	20	100	1,08	50
22	25	360	21,5	145	1,29	80

21,90125 246,464 23,59714286 150,0824 1,016037 66,31904762

Cuadro 7. Valores promedio de longitud, peso, factor de condición y porcentaje relativo de pleco, en la presa "El Infiernillo", en Churumuco Mich.

Fig. 7 Relación peso-longitud del pleco en Churumuco, Mich.

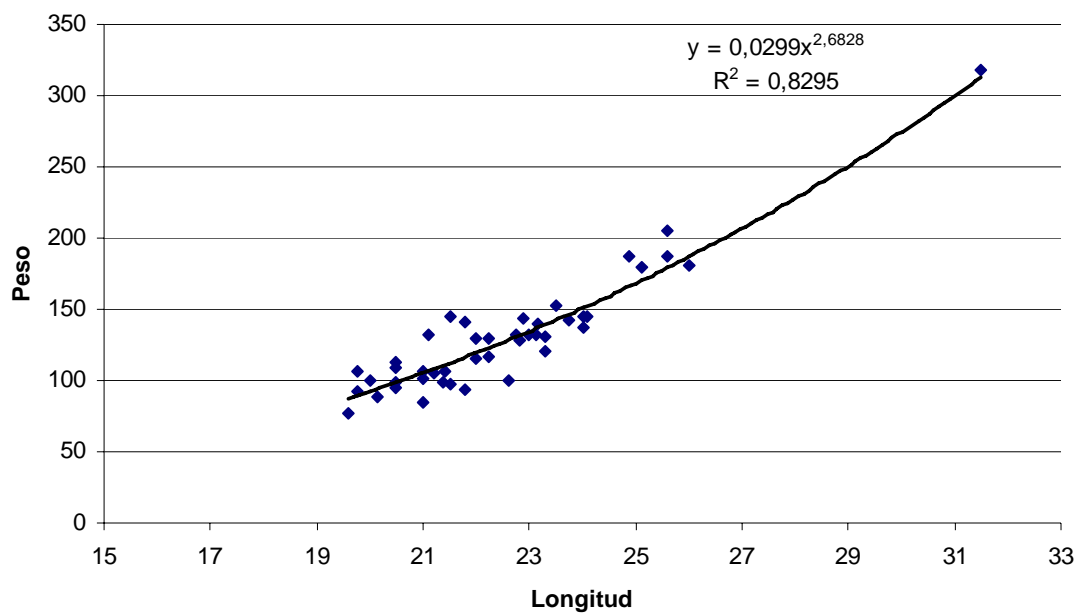


Longitud total (cm).	Peso (g).	K
22,6	100	0,778980688
21,8	93,7	0,804002356
23,175	140	1,019487444
20,5	109,1	1,104028549
20,5	113	1,143494281
21,1	131,6	1,232536332
19,75	107	1,196644568
21	101,6	0,963768207
22	130	1,088480357
22	115	0,962886469
21,2	105	0,971011253
23,75	142,5	0,97165778
23,3	130,5	0,936692102
19,75	92,5	1,034482453
19,6	77,5	0,884638683
22,9	144	1,082741223
21,4	106,6	0,961284512
24	145	0,961315832
20,14	87,85	0,932265991
20,5	95	0,961344749
20,5	98,75	0,999292568
21,37	98,75	0,893853498
21	106,43	1,009585141
22,25	129,15	1,049074322
23,3	120,54	0,865202038
22,25	116,23	0,944126275
26	180,81	0,967076344
24,1	144,4	0,946718106
23,5	152,11	1,067052327
22,75	132,02	1,010319738
24	137,76	0,913316338
25,1	179,8	1,056997205
21,5	97,58	0,869007901
23,12	132,03	0,967597829

31,5	318,5	1,018053719
21,8	141,2	1,211580925
21	85	0,806302142
22,8	128	0,973803147
23	132,5	0,984693909
24,87	187,5	1,129824757
25,6	186,6	1,040433368
25,6	205	1,143027012
20	100	1,081248553
21,5	145	1,291311188

Cuadro 8. Parámetros morfométricos y biológico del pleco en la presa el Infiernillo

Fig. 8 Factor de condición del pleco en la presa "El Infiernillo"



Conclusiones

1.- El pleco no es un pez que pueda tener un aprovechamiento industrial con respecto al consume humano, ya que solo el 19% de su biomasa es consumible.

2.- La proporción de proteína que contiene el músculo (85%) en base seca lo coloca como una alternativa alimenticia humana de tipo regional.

3.- Tomando como base los resultados obtenidos de la caracterización química de la harina del pez, esta puede ser considerada como un ingrediente importante en la formulación de dietas forrajeras.

4.- Dada las características ambientales de la zona el uso de cocedores solares es una alternativa excelente que permite elaborar diferentes productos (pescado, arroz, pan, entre otros) sin un costo económico.

5.- La eficiencia del secado de peces se alcanza realizando un corte longitudinal y retirándoles las vísceras, utilizando un secador solar pero evitando que la temperatura sobrepase los 60 °C para que no haya oxidación de las grasas.

6.- La calidad del agua de la presa presenta variaciones mínimas a través del tiempo y el espacio debido a que es un cuerpo de agua abierto.

7.- El pleco presenta valores de b menores tanto en la relación de peso-longitud y factor de condición, que sus parientes que se encuentran en su lugar de origen, debido a que este pez es introducido y puede presentar menor adaptación al medio.

Literatura citada

Axelrod, H. R., C. W. Emmens, D. Scullthorpe, W. V. Winkler, and N. Pronek. 1971. Exotic tropical fishes. TFH Publications, Inc., N. J.

Bagenal , T. B. y F. W. Tesch. 1978. Age and growth, p. 101-136. *En* T. B. Bagenal (ed.) Methods for the assessment of fish production in fresh waters. Oxford, Blackwell Scientific Publication.

Courtenay, W. R., Jr., and J. R. Stauffer, Jr. 1990. The introduced fish problem and the aquarium fish industry. *Journal of the World Aquaculture Society*, 21(3):145-159.

Hernández-Betancourt, S. F. 1988. Inversión sexual de la mojarra *Cichlasoma urophthalmus* a través de la administración de la 17 alfa metiltestosterona en el alimento. Tesis de Maestría. CINVESTAV, Unidad Mérida.

Horeau V., P. Cerdan, A. Champeau and S. Richard. 1998. Importance of aquatic invertebrates in the diet of rapids-dwelling fish in the Sinnamary River, French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 14(6):851-864.

Hubbs, C., T. Lucier, G. P. Garrett, R. J. Edwards, S. M. Dean, and E. Marsh. 1978. Survival and abundance of introduced fishes near San Antonio, Texas. *Texas Journal of Sciences*, 30(4):369-376.

Juárez-Palacios, J. R. 1995. Presa Infiernillo (Adolfo López Mateos). pp :211-223. En: G. De La Lanza-Espino y J. L. García-Calderón (comps.). *Lagos y presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo A. C. México D. F.

Lagler, K. F., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. R. M. Passino. 1984. *Ictiología*. Editorial AGT Editor, S. A., México. 489 pp.

Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20:201-219.

León, M. A. y Angulo, I. 1989. Materias primas alternativas para la producción de alimentos concentrados para animales en Venezuela. II. Fuentes proteicas. *FONAIAP* 32:4 pp.

Lima-Junior, S. E., I. B. Cardone y R. Goitein. 2002. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá* 24:397-400.

Marsal, J. R. y D. Reséndiz N. 1979. *Presas de tierra y enrocamiento*. Editorial Limusa, México. 100 pp.

McLean, M., D. Ogle, and J. Gunderson. 1994. Ruffe: a new threat to our fisheries. *Minnesota Sea Grant Program*. 7 pp.

Menezes, R. S. 1973. Recursos pesqueiros da bacia do rio Parnaíba (Maranhao e Piauí). Bol. Técnico, 31(1):51-94.

Miller, R. R. 1966. Geographic distribution of Central American freshwater fishes. Copeia (4):773-802.

Muller-Gomiero, L. y F. M. de Souza-Braga. 2005. The condition factor of fishes from two river basins in *São Paulo* state, Southeast of Brazil. Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá 27:73-78.

Normas Mexicanas.

Proteína cruda NMX-Y-118-A-1982.

Humedad NMX-F-428-1982.

Lípidos NMX-F-089-S-1978.

Ceniza NMX-F-066-S-1978).

Digestibilidad (NMX-Y-085-1976).

NOM-027-PESC-2000. 2000. NORMA Oficial Mexicana, pesca responsable en la presa Adolfo López Mateos El Infiernillo, Michoacán y Guerrero. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Diario Oficial de la Federación - Semarnap, 31 de octubre del 2000. 9 pp.

Novalés-Flamarique I., S. Griesbach, M. Parent, A. Cattaneo and R. H. Peters. 1993. Fish foraging behavior changes plankton-nutrient relations in laboratory microcosms. Limnology and Oceanography, 38(2):290-298.

Ortega T., H., W. Gutiérrez A., C. Cruz R. y J. Guevara C. 1977. Ictiofauna de la zona de Pucallpa, Loreto-Perú. Dir. Gral de invest. Científica y Tecnológica. Dir de Invest. Hidrobiológicas. Univ. Mayor de San Marcos IVITA. (30):1-71.

Paturle, G. 1975. Pesca, peixes & pescarias. Livraria Itatiaia. Belo Horizonte. Brasil.

Petrere, M. 1978. Pesca e esforço de pesca no Estado Amazonas. II Locais, aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. CNPq. Inst. Nal. de Pesquisas Da Amazônia (INPA). 8(3):1-54.

Pimentel D., L. Lach, R. Zuniga and D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53-65.

Rasmussen, J. L. 2002. The Asian carp threat to the upper Mississippi and Great Lakes ecosystems. U.S. Fish and Wildlife Service, Rock Island, IL.

Reis, R. E., C. Weber, and L. R. Malabarba. 1990. Review of the genus *Hypostomus* Lacepede, 1803 from southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue Suisse de Zoologie*, 97(3):729-766.

Rosas-Moreno, M. 1976. Reproducción natural de la carpa herbívora en México. *Ctenopharyngodon idellus*, Cyprinidae. Memorias del Simposio sobre pesquerías de Aguas Continentales. Celebrado del 3 al 5 de noviembre de 1976, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Sakurai, A., Y. Sakamoto, and F. Mori. 1992. *Aquarium fish of the world. The comprehensive guide to 650 species.* Chronicle Books, San Francisco. 288 pp.

Sterba, G. 1983. *The Aquarium Encyclopedia.* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 605 pp.

SUDEPE, 1971. Lista conjunta de nombres científicos y locales de la fauna acuática del área de Carpas. SUDEPE. Bol. (X):5-24.

Wetzel, G. R. 1981. Limnología. Ediciones omega, Barcelona España.