

## CIENCIAS NATURALES

**Editor: Guillermo Bendaña García**

[guibendana@gmail.com](mailto:guibendana@gmail.com)

Ing. Agr. M.Sc., Consultor Independiente

Teléfono: 2265 2678 (casa-oficina)

Celulares: (505)8265 2524 (Movistar)

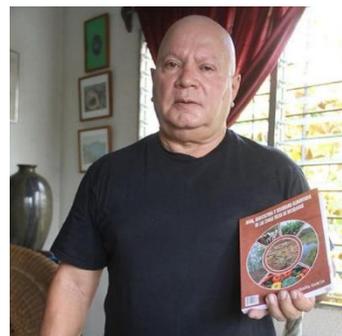
y (505) 8426 9186 (Claro)

**Revisores:**

Ing. M. Sc. Ramón Guevara Flores.

Tel. (505) 8701-8037

[rsgflores@yahoo.com](mailto:rsgflores@yahoo.com)



Vamos a mantener la actual política editorial en la sección de Ciencias Naturales, que consiste en dar a conocer, desde una perspectiva académica, el mundo vegetal y animal de nuestro país (flora, fauna, flora etno-botánica útil), así como la anterior diversidad de temas abordados. El editor tiene algunos artículos escritos sobre esos temas que no he podido publicar en Nicaragua y conoce profesionales muy calificados que, como en el caso del editor, no tienen espacios para sus creaciones técnico-científicas.



Podemos incluir otros temas de mucho interés en el país como: Cambio Climático y sus afectaciones en la caficultura, en la ganadería nicaragüense, etc.; medidas de mitigación y adaptación al cambio climático; efectos de la deforestación en bosques de pinos o de latifoliadas sobre las características físicas y químicas de los suelos;

medio ambiente: ej. los humedales de San Miguelito o los manglares del Estero Real y su importancia medio-ambiental; turismo rural: ventajas, desventajas; métodos de medición de la afectación por sequía en el corredor seco; alternativas agrícolas y ganaderas en las zonas secas; seguridad alimentaria; los suelos de Nicaragua: degradación, recuperación.

Los potenciales autores y colaboradores de la sección de Ciencias Naturales pueden enviar artículos inéditos, tesis o resúmenes de tesis; si en los trabajos se utilizan mapas, gráficos, dibujos, etc., estos deben ser claros, citando siempre las fuentes. ■

## El Cíclido Midas en Nicaragua

*George W. Barlow*

Universidad de California, Berkeley

*A la memoria del biólogo Jaime D.  
Villa que falleció recientemente en  
Florida, USA (March 28, 1944 – August  
21, 2020)*

Originalmente Publicado en INVESTIGACIONES DE LA ICHTHYOFAUNA DE NICARAGUAN LAKES, ed. Thomas B. Thorson (Universidad de Nebraska-Lincoln, 1976). Copyright © 1976 Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad de Nebraska-Lincoln.

Las ilustraciones a color fueron introducidas por le editor, no forman parte del artículo original.

Los cíclidos son peces de la familia Cichlidae en el orden Cichliformes. Los cíclidos se clasificaron tradicionalmente en un suborden, Labroidei, junto con los lábridos (Labridae), en el orden Perciformes, pero los estudios moleculares han contradicho esta agrupación. Los parientes vivos más cercanos de los cíclidos son probablemente los blenios convictos y ambas familias están clasificadas en la quinta edición de Fishes of the World como las dos familias de los Cichliformes, parte de la subserie Ovalentaria. Esta familia es grande y diversa. Se han descrito científicamente al menos 1.650 especies, lo que la convierte en una de las familias de vertebrados más grandes. Cada año se descubren nuevas especies y muchas especies permanecen sin describir. Por lo tanto, se desconoce el número real de especies, con estimaciones que varían entre 2000 y 3000.

Muchos cíclidos, en particular la tilapia, son importantes peces comestibles, mientras que otros, como la especie *Cichla*, son peces de caza valiosos. La familia también incluye muchos peces de acuario de agua dulce populares mantenidos por aficionados, incluidos el pez ángel, los oscars y el disco. Los cíclidos tienen el mayor número de especies en peligro de extinción entre las familias de vertebrados, la mayoría en el grupo de las haplocrominas. Los cíclidos son particularmente conocidos por haber evolucionado rápidamente en muchas

especies estrechamente relacionadas, pero morfológicamente diversas dentro de los grandes lagos, particularmente Tanganica, Victoria, Malawi y Edward. Su diversidad en los Grandes Lagos africanos es importante para el estudio de la especiación en evolución. Muchos cíclidos introducidos en aguas fuera de su área de distribución natural se han convertido en una molestia.

Todos los cíclidos tienen algún tipo de cuidado parental para sus huevos y alevines. Ese cuidado de los padres puede venir en forma de custodia de los huevos y alevines o puede venir en forma de crianza bucal.

## INTRODUCCIÓN

*"Érase una vez, si las historias son ciertas, se vivió un rey llamado Midas, todo lo que tocaba se convertía en oro. Siempre que veo peces de colores, me pregunto si tal vez, el rey Midas no era chino y si él acaso no manejó algunos de los pececillos en arroyos orientales. Pero el hombre común ha aprendido magia tan maravillosa como la del rey Midas, aunque no actúa tan inmediatamente, porque es a través de su agencia en la selección y cría que hemos ganado estos exquisitos peces para nuestros acuarios. En los ríos de China los peces de colores, que fueron los antepasados de estas criaturas refulgentes, estaban a salvo del color verde como el brillo de nuestros ríos; y si hay peces de colores escapó de nuestras fuentes y se volvió loco, su progenie volvió a su color verde oliva nativo. Hay muchos de esos peces de colores de colores apagados en lagos y ríos de nuestro país. Es casi inconcebible que uno de los peces de colores brillantes, si oportunidad de escapar a nuestros estanques, debería escapar de destino de ser devorado por un pez más grande atraído por tan brillante cebo"* (Comstock, 1967: 144-145).

Los peces de color dorado se encuentran en una variedad de especies y en grupos no relacionados. Por lo general, pero no siempre, tan brillante la coloración

se limita a unos pocos individuos en determinadas especies. El cíclido de Midas, *Cichlasoma citrinellum* (Gunther), es excepcional a este respecto: mientras que la mayoría de los adultos en Nicaragua son relativamente monótonos, una buena proporción de ellos son sin patrón y de colores brillantes, al igual que los peces de colores comunes.

## El Cíclido Midas en Nicaragua

© George W. Barlow -[editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)



**Se han dedicado más estudios al cíclido policromático Midas, *Cichlasoma citrinellum*, que a cualquier otro teleósteo de los lagos nicaragüenses. En la pareja ilustrada, el macho (izquierda) exhibe el patrón "barrado" y la hembra es una morfo dorada. Sus alevines han estado nadando por un día. Fotografía de George W. Barlow. Cortesía de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (Science 179 (4075): fotografía de portada, 23 de febrero de 1973).**

Por varias razones, el cíclido de Midas ofrece una inusual oportunidad de estudiar el fenómeno del policromatismo. Como se acaba de decir, es de naturaleza relativamente común. Está también se cría fácilmente en cautiverio. Y, como es tan típico de los peces cíclidos, tiene un comportamiento social complejo que es accesible para estudiar. Esto permite la posibilidad de análisis experimentales, correlacionar comportamiento y policromatismo. Me he comprometido en tales investigaciones de laboratorio durante los últimos años (por ejemplo, Barlow, 1973). Pero esos estudios no son objeto de este artículo,

aunque los resultados de algunos de ellos serán mencionados donde sea apropiado.

El cíclido de Midas también brinda la oportunidad de estudiar las relaciones ecológicas y, por tanto, la evolución importancia, de la competencia entre los distintos colores morfos. La ocurrencia regular de tan brillantes colores, el pez presenta un problema intelectual desafiante. Uno quisiera saber qué factores favorecen la supervivencia de morfos tan conspicuos, y que funcionan en su contra.

Antes de comenzar el análisis, sin embargo, debe haber una descripción. Aquí esto significa la historia natural de *Cichlasoma citrinellum*. Información básica sobre la historia natural de los cíclidos Midas también es importante para el bienestar de los ciudadanos de Nicaragua. Comen más cíclidos Midas que cualesquiera otras especies de peces capturados en la cuenca de los Grandes Lagos de Nicaragua (INFONAC, 1971). Sin embargo, sorprendentemente, prácticamente nada se conoce la biología básica de esta especie. La información es vital para la correcta gestión de las pequeñas pesquerías que existen ahora, y para el posible cultivo de esta especie en el futuro.

El objetivo de este artículo es proporcionar la mayor cantidad de información como sea posible sobre la historia natural del cíclido Midas. Gran parte del conocimiento que tengo es fragmentario. Las piezas, sin embargo, deben proporcionar un marco en el que las características principales se vuelven obvias. Además, la existencia de este esquema hará obvias las áreas donde la investigación es especialmente necesaria y debe conducir a la implementación y revisión del informe que sigue. Debería volverse especialmente evidente que la mayor necesidad es durante todo el año estudios que, dada mi vocación, me resultan imposibles. Estos podrían ser realizados fácilmente por biólogos nicaragüenses. Espero este artículo los estimula a emprender un proceso programático sostenido. El estudio de sus peces comestibles más importantes.

MEDIO AMBIENTE

Entre las naciones de Centroamérica, Nicaragua tiene la mayor parte de las



**Typha latifolia**

aguas continentales, estimadas en un 12% de su superficie (Riedel, 1964). El limnológico más llamativo característica es la cuenca de los Grandes Lagos (Fig.1), ocupada por dos grandes masas de agua, lagos de Nicaragua (Cocibolca) y Managua (Xolotlán) (ver Cole, 1976, para detalles de limnología). También hay cráteres hundidos en la cuenca; muchos ocurren en tierras relativamente planas cerca de los dos Grandes Lagos ya una altura similar. Estos cráteres tienen pocas o ninguna corriente chocando con ellos, pero actúan como pozos, formando un número de lagos de cráter discontinuos.

El limnológico más llamativo característica es la cuenca de los Grandes Lagos (Fig.1), ocupada por dos grandes masas de agua, lagos de Nicaragua (Cocibolca) y Managua (Xolotlán) (ver Cole, 1976, para detalles de limnología). También hay cráteres hundidos en la cuenca; muchos ocurren en tierras relativamente planas cerca de los dos Grandes Lagos ya una altura similar. Estos cráteres tienen pocas o ninguna corriente



**Scirpus tabermontanii**

Hay poca vegetación en la mayoría de los lagos. En algunos de las zonas pantanosas, particularmente alrededor de los Grandes Lagos, hay una rica flora; pero en los lagos propiamente dichos uno se encuentra sólo un Typha o Scirpus ocasional (Riedel, 1964). En el lago Apoyo Chara crece en exuberantes lechos a partir de una profundidad de 3-4 m y continuando hasta 18 m. Las rocas en todo ellos lagos están alfombrados por *Aufwuchs*, pero su riqueza varía entre ellos.

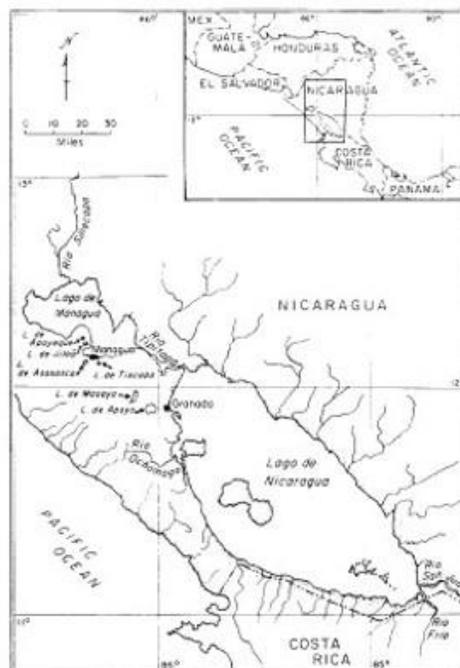
El fitoplancton prevalece en algunos lagos; es el principal agente de visibilidad disminuida en el agua (Bengoechea, com. pers.com.); es extraordinaria y continuamente abundante en los Grandes Lagos de Nicaragua y Managua, casi por igual en Lago Masaya, moderadamente presente en el lago Jiloa, y escaso en el lago Apoyo. Esto se refleja en las lecturas del disco de Secchi.

El color aparente del agua en los Grandes Lagos varía localmente y con el tiempo; para mí, esto suele aparecer de color marrón amarillento con rastros de granate. Por otro lado, el agua del lago Masaya parece amarillenta verde. Los lagos del cráter suelen ser más turbios durante la época seca. Durante la temporada de lluvias aumenta la claridad, alcanzando un máximo en diciembre (aunque la claridad puede caer a la derecha después de una fuerte lluvia).

Debido a que el enfoque de este artículo en Peces cíclidos xantomórfico, el problema de la percepción de los tonos en el agua necesita ser explorado, aunque sea brevemente. En oceánico claro el agua penetran longitudes de onda más cortas como el azul y el verde a profundidades (Fig. 2). Las longitudes de onda más largas se filtran en proporción a sus longitudes de onda. Así el rojo desaparece dentro de los primeros 5-10 m.

Debido a que el enfoque de este artículo se centra en un pez cíclido xantomórfico, el problema de la percepción de los tonos en el agua debe explorarse, aunque sea brevemente. En aguas oceánicas claras, las longitudes de onda más cortas, como el azul y el verde, penetran hasta las profundidades (Fig. 2). Las longitudes de onda más largas se filtran en proporción a sus longitudes de onda. Por lo tanto, el rojo desaparece en los primeros 5-10 m.

Las aguas costeras y dulces generalmente contienen una serie de contaminantes naturales (Mertens, 1970). Muchos de estos son el resultado de la descomposición de materia vegetal como las algas y se denominan "sustancias amarillas". Partículas como estas dispersan la longitud de onda corta más que las



**Fig. 1. Mapa de la Cuenca de los Grandes Lagos de Nicaragua, mostrando los lagos y ríos a los que se hace referencia en el texto.**

largas (Fig. 3). "Las sustancias amarillas absorben la luz de longitud de onda corta (azul) a medida que penetra en el agua, mientras que el agua misma absorbe la luz de longitud de onda larga (roja). Por lo tanto, solo la parte media (verde) del espectro llega profundamente al agua dulce y costera." (Lythgoe, 1968).

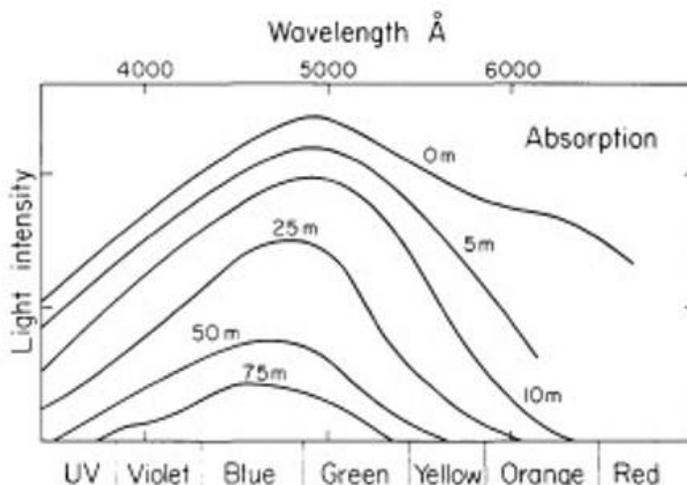
El problema es cómo interpretar dicha información cuando se intenta decidir

**Tabla 1. Resumen de las características físicas de lagos selectos en Nicaragua**

	Nicaragua	Managua	Masaya	Jiloá	Apoayo
Surface area (km <sup>2</sup> )	7,740	1,050	8.4	3.8	21.2
Average depth (m)	15-20	8	---	---	---
Maximum depth (m)	50	30	82	92	(>92?)
Clarity (Secchi disc, m)	0.25-0.35	0.25-0.35	0.25-1.0	3-5	3.5-9.5

si el color de un pez lo hará visible o, por el contrario, difícil de ver. Cada cuerpo de agua puede tener diferentes propiedades visuales y estas pueden cambiar con el tiempo y la profundidad.

Un factor de complicación es la "adaptación cromática" que muestran los humanos y, por tanto, posiblemente los peces. Por ejemplo, un objeto percibido como amarillo en la superficie todavía parece amarillo a una profundidad de 30 m en agua oceánica; pero si el resplandor espectral de ese objeto a esa profundidad se reprodujera en la superficie, daría la sensación visual de verde o azul verdoso (Lythgoe, 1968). Sin embargo, por motivos teóricos (loe. Cit.) y prácticos (Luria y Kinney, 1970), hay razones para creer que los objetos de color naranja a rojo se detectan más fácilmente en aguas dulces poco profundas, es decir, a profundidades de 18 m. Lythgoe (1968) razonó que los objetos amarillos, por otro



**Fig. 2. Absorción de tonos de diferentes longitudes de onda al aumentar profundidades de agua. Basado en mediciones en el este Mar Mediterráneo de Ivanoff (1955).**

lado, parecerían grises y difíciles de ver debido a un desajuste insuficiente con el verde predominante de la radiación de fondo. Junto a estos castigos, Luria y Kinney (1970) informaron que los objetos blancos tienden a tomar el color del agua donde se encuentran.

Una complicación adicional radica en los ojos de los peces cíclidos. Muchas especies de Amazonas, pero no todas, tienen pigmento amarillo fotoestable en sus córneas, lentes y retinas (Muntz, 1973). Eso eliminaría efectivamente la luz azul. Ninguno de los cíclidos de Nicaragua ha sido examinado a este respecto.

Al comparar los distintos cuerpos de agua, los lagos de Managua y Nicaragua pueden tratarse colectivamente en muchos aspectos (Tabla 1). El primero desemboca en el segundo de manera intermitente por el poco profundo Río Tipitapa. Ambos lagos son grandes, poco profundos, bien mezclados, muy turbios y tienen una fauna diversa. Gran parte de sus costas están formadas por pantanos locales o playas de arena y grava. El perfil del fondo es suave, la acción de las olas es continua y la cobertura para los peces es a menudo escasa. En muchos lugares hay afloramientos rocosos. Allí, el perfil del fondo es empinado hasta que las rocas se encuentran con el fondo blando.

Los lagos de cráter, tomados en conjunto, difieren en algunas formas notables de los Grandes Lagos (Tabla 1; ver también Barlow, Baylis y Roberts, 1976). Están relativamente protegidos del viento y son comparativamente profundos, con la pendiente del fondo hundándose abruptamente hacia las

profundidades. En la mayoría de los lugares, el perfil del fondo parece seguir la pendiente de relajación del sustrato. Así, cuando las playas son arenosas o con grava, el fondo se inclina hacia las profundidades de aproximadamente 30°-40°, mientras que cuando el fondo consiste en deslizamientos de rocas, la pendiente puede ser de 50° o 60°; en algunos lugares, las paredes escarpadas descienden a profundidades superiores a los 50 m (Alfonso Solórzano, com. pers.).

Normalmente, el perfil del fondo se caracteriza por un banco de corte de onda de 5-10 m de ancho. Cuando la playa es rocosa, la línea de la costa consiste en cantos rodados desordenados de modo que uno se encuentra en el agua de aproximadamente 1,5 m de profundidad al entrar. En el borde del banco de corte de olas, donde cae, el agua es de unos 2 m de profundidad. La situación varía en función de si te encuentras en una de las muchas calas o en un promontorio, siendo el perfil más pronunciado en el promontorio que en la cala.

Para un naturalista, una de las características más decepcionantes de los lagos de los cráteres es que los animales invertebrados son muy difíciles de encontrar. Mis colegas y yo hicimos un esfuerzo considerable para localizar invertebrados, excavando en el fondo en una variedad de profundidades mientras bucea con equipo SCUBA. Encontramos poco. El buceo nocturno con linterna resultó un poco más rentable. Algunas larvas de insectos entraban ocasionalmente en el haz de la linterna. Durante el día no se veían los pequeños caracoles que viven en los lagos, pero por la noche emergen en gran número. Su abundancia queda demostrada por la arena de las playas, compuesta casi en su totalidad por conchas de caracoles. Al bucear de noche, también se encuentran numerosos cangrejos grandes, *Potamocarcinus nicaraguensis* (Fig. 4). Por lo tanto, la fauna de invertebrados de los lagos de los cráteres consiste principalmente en pequeños caracoles y grandes cangrejos, ambos activos durante la noche.



**Bufo marinus**

También hay pocos vertebrados en los lagos del cráter además de los peces. El sapo, *Bufo marinus*, se reproduce en los lagos Jiloá y Masaya, y sus renacuajos se encuentran en aguas cálidas muy poco profundas. Las tortugas (probablemente *Pseudemys scripta*) se ven ocasionalmente en el lago Jiloá.

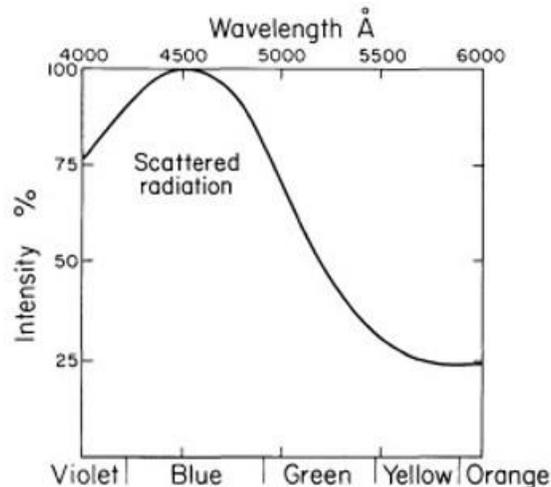


**Pseudemys scripta**

Debido a los temas que se desarrollarán más adelante, y en el artículo de Barlow y Munsey (1976), debo señalar tres formas en las que se puede ver una gradación de condiciones, desde los Grandes Lagos hasta los lagos de cráter. El primero es el parecido físico. El lago Jiloá se encuentra directamente al lado del lago Managua y está separado del lago grande por una barrera arenosa pero estable; los

dos lagos debieron estar conectados al mismo tiempo (Villa, 1968). En la región de la barrera, el perfil del fondo del lago Jiloá se inclina suavemente y, por lo tanto, muestra al menos algunas de las características de gran parte de la orilla del lago más grande. Pero en las partes restantes del lago Jiloá, el perfil del fondo y otras condiciones son características de los otros lagos de cráter. Por lo tanto, el lago Jiloá es de transición entre los Grandes Lagos y los lagos de cráter con respecto a las condiciones del fondo.

El segundo orden de los lagos implica la riqueza de la fauna. Los Grandes Lagos tienen una amplia variedad de especies, aunque los peces marinos más grandes están excluidos del lago Managua. Otros vertebrados, como el caimán y varias tortugas, se encuentran en ambos lagos.



**Fig. 3. El porcentaje de dispersión de luz por partículas en el agua en relación con la longitud de onda de la luz. Después de Schenk y Kendall (1954).**

Como era de esperar, la fauna del lago Jiloá es similar a la del lago Managua, aunque faltan muchas especies (ver Villa, 1968). El lago Jiloá está bien dotado de peces cíclidos, que contienen todas las especies que se encuentran en el lago Managua con la excepción de *Cichlasoma maculicauda* Regan, *C. labiatum* (Günther) y *Herotilapia multispinosa* (Günther). El cíclido piscívoro, *C. managuense* (Günther), está presente (Villa, 1968, 1971) pero es raro; en todo nuestro buceo en ese lago solo hemos tenido algunos avistamientos inciertos de esa especie; Recientemente Kenneth R. McKaye localizó tres parejas reproductoras. El lago Jiloá también contiene el bagre, *Rhamdia nicaraguensis* (Günther), el aterínido, *Melaniris sardina* Meek, el pájaro poecilo, *Poecilia sphenops* (C. y V.), el pez gobiode depredador al acecho, *Gobiomorus dormitor* Lacépède, y un sábalo, *Dorosoma chavesi* Meek. (Riedel, 1964; JR Baylis, com. Pers.).

La fauna de peces del lago Masaya se compone de aún menos especies. Entre los cíclidos se encuentran las especies piscívoras grandes, *Cichlasoma dovii* (Günther) y *C. managuense*, las especies más pequeñas, *C. lorriganus* (Günther), *C. citrinellum* (Günther), *C. nigrofasciatum* (Günther) y las pequeñas especies herbívoras. especie *Neetroplus nematopus* (Günther). Las otras tres especies de peces son *Poecilia sphenops*, *Melaniris sardina* y *Gobiomorus dormitor*.

El lago Apoyo está aún más empobrecido, con solo cinco especies de peces. Se trata de *C. managuense*, *C. citrinellum*, una especie no descrita de *Cichlasoma* (véase Barlow y Munsey, 1976), *Poecilia sphenops* y *Melaniris sardina*.

Es particularmente pertinente señalar que la reducción progresiva de la diversidad de fauna va acompañada de una reducción de las especies de depredadores potenciales del cíclido Midas (Cuadro 2).

**TABLA 2. Presencia de depredadores potenciales en cíclidos Midas; + = presente, - = ausente, ? = probable, pero no confirmado**

	Lakes				
	Nicaragua	Managua	Masaya	Jiloá	Apoyo
<i>Fishes:</i>					
<i>Gobiomorus</i>	+	+	+	+	-
<i>C. dozwi</i>	+	+	+	+	-
<i>C. managuense</i>	+	+	+	+	+
marine fishes	+	-	-	-	-
<i>Other vertebrates:</i>					
Turtles	+	+	?	+	?
Cayman	+	+	-	-	-



**Fig. 4. Un *Potamocarcinus nicaraguensis* que muestra una exhibición de amenaza anti-depredador en el lago Apoyo. Foto del autor.**

Los lagos también se pueden ordenar según la turbidez (Tabla 1). Los Grandes Lagos de Nicaragua son tan turbios que las observaciones submarinas son imposibles. Estos lagos probablemente siempre han sido turbios (por ejemplo, Meek, 1907). El lago Masaya está actualmente demasiado turbio para las observaciones submarinas, aunque pude realizar algunos trabajos allí en 1965; de vez en cuando todavía puede ser lo suficientemente claro como para permitir observaciones submarinas limitadas. Posiblemente el lago Masaya alguna vez estuvo claro y se ha vuelto cada vez más turbio debido a los nutrientes que proporcionan las aguas residuales de la ciudad de Masaya. Afortunadamente, el lago Jiloá es lo suficientemente claro para las observaciones, aunque a veces es bastante turbio. El lago Apoyo suele ser muy claro; en algunas ocasiones, sin embargo, el agua se vuelve moderadamente turbia.

### RECOMENDACIONES

#### ECONOMÍA:

Los cíclidos, tomados en conjunto, son los peces comestibles más importantes del interior de Nicaragua (Schuster, 1957; Lin, 1961; Riedel, 1964). Las más deseables son dos especies grandes que alcanzan longitudes de 500 mm y más. Se cocinan al horno o en filetes. La especie un poco más pequeña es *Cichlasoma managuense*, llamada guapote. La especie más grande, *C. dovii*, se llama lagunero o guapote blanco. Estas especies a veces son confundidas por los pescadores que suelen llamar laguneros a los ejemplares más grandes y guapotes a los más pequeños. Ambas especies se encuentran en la cima de la pirámide trófica, siendo piscívoras, por lo que no son abundantes.

Más nutritivos son los cíclidos llamados colectivamente mojarras. La mayoría de estas especies alcanzan, como máximo, unos 200 mm de longitud estándar y se comen en sopa. En el mercado se ven algunos ejemplares de *Cichlasoma granadense*, *C. longimanus*, *C. nicaraguense*, *C. centrarchus* y *C. rostratum*. Sin embargo, las mojarras mercadeadas consisten principalmente en *C. citrinellum* y, en menor grado, *C. labiatum*.

Los principales mercados de peces cíclidos son dos. Los del lago de Nicaragua se venden principalmente en la ciudad de Granada, mientras que los del lago de Managua se ofrecen principalmente en la ciudad capital de Managua. Sin embargo, la mayor parte de la captura se distribuye localmente antes de que llegue al mercado (Informe F.A.O. no publicado).

Ha habido intentos de introducir otras especies de peces comestibles. Menciono dos por su posible interacción con cíclidos endémicos. La primera es la

lobina negra, *Micropterus salmoides*, de América del Norte; aparentemente no ha sobrevivido. La otra especie es el cíclido africano de cría bucal, *Tilapia mossambica*. Si bien la tilapia ha prosperado en estanques administrados, no parece competir bien con los cíclidos nativos. Hemos buceado en al menos tres lagos donde se ha plantado esta especie; Me he encontrado con cualquiera, pero Jeffrey R. Baylis cree que vio uno en el lago Apoyo.

Se dice que la población local introdujo peces en lagos estériles antes de la llegada de los biólogos pesqueros modernos (Astorqui, com. Pers.). Es posible que hayan puesto peces en los lagos del cráter, ya sea porque los lagos carecían de peces o porque los peces habían muerto a causa de la lava. Sin embargo, la mezcla de especies que se encuentran en estos lagos de cráter es tal que es improbable que el hombre las haya seleccionado conscientemente. La delicada aterina, *Melaniris sardina*, es una de las especies más ubicuas, al igual que el molly, *Poecilia sphenops*, una especie sin importancia para el hombre y de escaso valor como pez forrajero de especies más grandes. Además, los cíclidos que se encuentran en estos lagos de cráter son a menudo especies pequeñas y / o especies altamente adaptables que se encuentran comúnmente en cuerpos de agua que son difíciles de ingresar. Pero, aunque la composición de especies de los lagos de los cráteres es la que cabría esperar de causas naturales, la situación puede haber sido alterada por el hombre.

#### OCURRENCIA:

*Cichlasoma citrinellum* y *C. labiatum* son poco comunes en los ríos, al menos durante la estación seca. Entonces se recolectaron algunos especímenes de *C. citrinellum*, y se vieron algunos, en ríos más grandes (por ejemplo, Ochomogo y Sinecapa) que desembocan en los Grandes Lagos. Estos peces, sin embargo, eran juveniles (con una excepción), al igual que los capturados cerca de los lagos.

Durante la estación seca se forman charcos en las cabeceras de los ríos, que se conectan entre sí en diversos grados. El agua de estos estanques es lo suficientemente clara como para censar los peces allí. Entre los cíclidos, vi o capturé varias especies, a saber, *C. dovii*, *C. managuense*, *C. rostratum*, *C. nicaraguense*, *C. centrarchus*, *C. longimanus*, *Neetroplus nematopus* y las especies de cíclidos más ubicuas los ríos y arroyos, *C. nigrofasciatum*. Sin embargo, no se detectaron *C. citrinellum* ni *C. labiatum* en estos conjuntos.

Quizás *C. citrinellum* se mueva hacia los ríos durante la temporada de lluvias cuando hay más agua, pero dudo que alguna vez lo hagan en números. William Bussing ha recogido algunos del enorme Río San Juan. J. R. Baylis y Catherine R.

Bleick realizaron varias recolecciones cerca de la cabecera del río San Juan, en el arca pantanosa del río Frío alrededor de Los Chiles, Costa Rica. Capturaron una variedad de peces cíclidos, pero no encontré *C. citrinellum* o *C. labiatum* en sus colecciones; un *C. citrinellum* adulto fue capturado allí, pero liberado.

La distribución de *C. citrinellum* en los lagos contrasta con su ausencia en los ríos. Es la especie más ubicua en los lagos. Se encuentra en más lagos que cualquiera de los otros cíclidos y ocurre en la más amplia variedad de hábitats. Se puede tomar en pequeñas cantidades en playas cuyo fondo es de barro, arena o grava. Ocasionalmente, el cíclido de Midas se ve en grupos en el agua, incluso justo debajo de la superficie. Sin embargo, cuando se le molesta, se desplaza hacia el fondo, una característica típica de la especie que lo separa de un pariente cercano, aún por describir. Cuando llega la parte inferior, avanza hacia la cubierta. Pero si no hay cobertura, nada hacia las profundidades, acercándose al fondo.

Por lo general, esta especie permanece cerca del sustrato y el número de individuos aumenta bruscamente alrededor de la cobertura. La cubierta puede consistir en arbustos o árboles hundidos, particularmente a lo largo de playas abiertas, o en montones de rocas. La afinidad de *C. citrinellum* por la cobertura, especialmente las rocas revueltas, es evidente cuando uno se sumerge en las profundidades. Esta especie se encuentra en aguas tan poco profundas que los peces apenas pueden nadar, hasta una profundidad de al menos 30 m (podríamos detectar peces aún más abajo a unos 35 m, y probablemente se encuentren aún más profundos). Parece ser más abundante en aguas de menos de 30 m, pero todavía era abundante a mayores profundidades siempre que se dispusiera de cobertura. Se encontraron algunos peces al aire libre, pero los números siempre aumentaban cuando se alcanzaba la cobertura.

El cíclido Midas hace un buen uso de la cobertura, desapareciendo en rincones y recovecos. Si no hay salida, se aloja entre las rocas, de cabeza. El pez no se puede sacar porque se fija en su lugar con las espinas de las aletas medianas.

La importancia de la cobertura también se demuestra por la frecuente ocurrencia de pequeñas excavaciones en situaciones más abiertas. Los peces cavan estos pozos con la boca, depositando un alféizar en el lado de la pendiente. Estos agujeros se excavan debajo de troncos, junto a rocas enterradas o en lechos de Chara. Su amplitud varía desde pequeñas excavaciones bajo la rama de un tronco hasta pozos bien excavados con lados empinados. Los agujeros son lo suficientemente profundos para admitir un cíclido Midas en una posición vertical normal y tienen un diámetro ligeramente mayor que la longitud del pez.

Esta especie también fue observada de noche en los lagos Jiloá y Apoyo buceando con equipo de buceo y linternas. Aproximadamente 30-60 min. antes de la oscuridad, la mayor parte de *C. citrinellum* desapareció de la vista,

aparentemente moviéndose hacia troncos y grietas entre las rocas. Sin embargo, incluso cuando la iluminación era tan débil que apenas permitía observaciones (menos de 0,3 lux), se detectó algún movimiento del pez desde el agujero hasta el bofe. La mayoría de los cíclidos de Midas dormían en agujeros, pero también se encontraron muchos en el fondo al aire libre.

No existe una relación clara entre el tamaño del pez y el lugar donde se encuentra en los lagos. Quizás los juveniles se encuentran con mayor frecuencia en pequeños grupos al aire libre.

A pesar de su predilección por los lagos en Nicaragua, *C. citrinellum* se encuentra en otros hábitats, pero similares. Gilbert y Kelso (1971) recolectaron esta especie en el área de Tortuguero en la costa caribeña de Costa Rica. Eran más abundantes a lo largo de la costa oeste de un estuario donde había poca cobertura. Algunos también fueron llevados a lo largo de su costa este donde la cobertura debería haber dificultado su captura. Algunos cíclidos de Midas también fueron capturados en los arroyos que desembocan en su estuario.

Por lo tanto, la imagen basada en la ocurrencia es la de un cíclido no especializado, excepto por su ausencia de los ríos. Ocurre en una variedad de hábitats a varias profundidades en aguas tranquilas donde hay suficiente luz, agua bien oxigenada y aparentemente alimento, aunque está asociado con el fondo y tiende a permanecer cerca de la cubierta. Este carácter generalizado se encuentra en la mayoría de los cíclidos centroamericanos, lo que sin duda refleja su reciente evolución evolutiva (Barlow, 1974). A este respecto, contrastan notablemente con las comunidades altamente especializadas de peces cíclidos en los lagos de rift relativamente antiguos de África (Fryer e Iles, 1972).

#### AGREGACIONES:

*Cichlasoma citrinellum* comienza su vida como alevines en cardúmenes, por lo tanto, como una especie muy agregada. Cuando dejan a los padres, parecen mantener la integridad de la escuela, a juzgar por la similitud en tamaño y número de alevines que aún se ven protegidos por los padres. Los juveniles tienden a formar agregaciones muy unidas. Esto es evidente en grupos en movimiento donde uno se encuentra, por ejemplo, con 5, 20, 50, 100 o más juveniles nadando juntos en una dirección común. Los adultos, por otro lado, tienden a espaciarse un poco más en agregaciones sueltas pero coherentes.

Las situaciones más comunes en las que tanto los juveniles como los adultos se agrupan en grandes cantidades (500-1.000) es sobre montones de rocas o

árboles hundidos, o dentro de cañones rocosos. Aquí descansan sobre el fondo en un conjunto suelto a diferentes distancias entre sí y sin tener una orientación común (Fig. 5).

Una diferencia notable en el comportamiento entre las agregaciones de cíclidos Midas en la naturaleza y las de los acuarios es su agresividad. Dejando de lado a los adultos reproductores territoriales, los peces agrupados en la naturaleza toleran estar juntos con poca expresión de agresión. Ellos pelean sobre la comida cuando trabajan el fondo; pero estos brotes son breves, con un pez haciendo una carga rápida y corta contra el otro, que generalmente se aleja nadando. Pero unos momentos después, cuando se mueven o se ciernen como un grupo cercano, los mismos dos peces pueden retomar la proximidad espacial que prevalecía cuando uno atacaba al otro. Los cíclidos Midas se comportan de la misma manera en cautiverio en una piscina espaciosa. Pero la lucha en los acuarios transmite una visión completamente diferente de su agresividad.

Cuando se mantienen en grupos pequeños, digamos de dos a siete peces, en acuarios de 100 a 400 l de capacidad, hay una lucha casi continua. Esto da como resultado lesiones y, en última instancia, la muerte de los individuos más débiles. Parece haber tres factores que contribuyen a esto. Primero, el pez subordinado no puede alejarse lo suficiente del atacante, como lo haría en la naturaleza. En segundo lugar, al estar confinados en el mismo lugar, los peces tienden a volverse territoriales, lo que a menudo conduce a la reproducción y, por lo tanto, no tienen el mismo comportamiento que los peces salvajes en cardúmenes. En tercer lugar, en grupos pequeños, el pez dominante parece mantener sus ataques sobre individuos seleccionados. Dado que los peces deben mantenerse en acuarios, su agresividad dañina se puede controlar de dos maneras: (1) No debe haber objetos en el fondo, como vasijas de terracota o rocas grandes, que los peces puedan usar como punto focal de actividad territorial; y (2) idealmente, el acuario no debería tener rincones. En combinación con esto, pero mucho más efectivo, los peces deberían estar apiñados, digamos un adulto por cada 15 a 25 litros en un acuario grande. Esta técnica funciona bien, pero con el hacinamiento, uno debe manejar la química del agua con una tara considerable.

En conclusión, mientras que el cíclido Midas se encuentra en grupos relativamente pacíficos en la naturaleza, tiene el potencial de ser una especie perjudicialmente agresiva. En condiciones de espacio amplio o hacinamiento, la agresión es mínima.

### Hábitos alimenticios:

Las observaciones submarinas de *C. citrinellum* revelaron que esta especie ingiere alimentos de diversas formas. Se puede ver a los individuos tamizando grava o arena cuando se alimentan en las arcas abiertas, o tamizando los detritos

extraídos de las grietas entre las rocas. Cuando están sobre arena, primero se inclinan, luego hunden el hocico



**Fig. 5. Una agregación de *C. citrinellum* en aguas poco profundas a lo largo de una orilla rocosa del lago Apoyo. Foto del autor.**

en el sustrato, rebotando a la posición horizontal. Mantienen la boca cerrada y baten el contenido, filtrando el material en busca de objetos comestibles. Luego se escupió el contenido de la boca y se repitió el procedimiento. Intercalados con estos movimientos de alimentación hay episodios de excavación bucal enérgica mediante los cuales el pez excava un pequeño hoyo, aparentemente exponiendo los alimentos. Presumiblemente, estos objetos son pequeños caracoles y larvas de insectos. En el laboratorio, el cíclido Midas devora ávidamente caracoles del género *Planorbis* y *Physa*, y sus huevos. Los caracoles se aplastan entre los dientes faríngeos.

En el lago Apoyo se observó a este cíclido mordiendo hebras del alga, *Chara*, y devorándolas. Evidentemente, hay suficiente materia animal en el *Chara* para que esto sea nutricionalmente rentable.

En las arcas rocosas, y donde abundan los grandes troncos, se puede ver *C. citrinellum* raspando Aufwuchs del sustrato duro. Esto se hace con un simple mordisco enfático en la roca o el tronco.

Los objetos de comida también se toman en aguas abiertas. He visto a esta especie atacar a los insectos en la superficie del agua y también atrapar los huevos que caen de las aves de caza (*Melaniris sardina*).

Los pescadores nativos enganchan *C. citrinellum* utilizando *Melaniris* como cebo. He capturado cíclidos Midas usando un señuelo que simula un pez (hilandero dorado). Esta especie también se cierce cerca de bancos de cíclidos jóvenes que están protegidos por sus padres (Fig. 13). Devorará a los jóvenes, incluso a los de su propia especie, si los padres son ahuyentados o eliminados.

Los estudios preliminares del contenido intestinal de los cíclidos Midas del lago Masaya indicaron una dieta que consistía predominantemente en una sustancia amorfa de color azul verdoso, las algas que forman los Aufwuchs. También se encontraron algunos restos de caracoles e insectos. En 1972 J. R. Baylis examinó 29 peces recolectados con rotenona en el lago Masaya (Cuadro 3). Solo se utilizó el contenido del intestino inferior, ya que los peces podrían haber comido peces pequeños aturdidos por el ictiocida antes de sucumbir. Estos datos revelan que las algas son el alimento más común, seguidas de los insectos y luego los caracoles; también se detectaron algunos restos de pescado. Un análisis basado en el volumen de diferentes alimentos en las tripas podría llevar a un orden de clasificación diferente, ya que un elemento de presa puede constituir la mayor parte del contenido, pero al menos una pequeña cantidad de algas se encuentra en casi todos los peces.

Algunos individuos grandes fueron lanzados en el lago Apoyo y sus estómagos fueron examinados por C. R. Bleick. El pez contenía restos de pequeños cíclidos y aterines, además de hebras ocasionales del alga *Chara*.

**TABLA 3. Contenido intestinal de 29 *C. citrinellum* del lago Masaya. Número de peces y porcentaje del total en cuyo intestino inferior se encontraron dichos artículos.**

	Algae	Insects	Snails	Fish	Empty	Sand
n	27	21	8	4	2	1
%	93.1	72.4	27.6	13.8	6.9	3.4

Riedel (1964) comentó de pasada que los peces cíclidos que se encuentran en esta parte de Nicaragua, excluyendo las dos grandes especies piscívoras, no son depredadores, pero que *C. citrinellum* ocasionalmente toma sábalo (*Dorosoma*). Gilbert y Kelso (1971) examinaron el contenido intestinal de 19 *C. citrinellum* recolectados en un estuario en Costa Rica. Encontraron "naranja, limo", material vegetal bien macerado, una pequeña anguila y barro y arena.

Los peces muy jóvenes que todavía están protegidos por sus padres se alimentan del plancton que pasa junto a ellos por las suaves corrientes del lago. También se alimentan de los Aufwuchs en las rocas, aparentemente capturando animales diminutos allí, como copépodos. Además, los alevines nadan hacia sus padres de vez en cuando para comer la mucosidad de sus costados (Noakes y Barlow, 1973).

Por lo tanto, el patrón que surge es el de un alimentador altamente omnívoro y oportunista. Comienza su vida como un alevín depredador, pero pronto cambia a una forma de vida omnívora, consumiendo cantidades apreciables de materia vegetal. Pero a medida que se acerca al tamaño máximo, parece pasar a ser más piscívoro.

#### Relaciones longitud-peso:

Idealmente, esta sección se ocuparía de la edad y el crecimiento del cíclido Midas. La información sobre la tasa de crecimiento, la edad de madurez sexual y la longevidad son fundamentales tanto para comprender el fenómeno del policromatismo como para una ordenación pesquera inteligente. Proporcionaría la base para determinar las reglamentaciones destinadas a garantizar el rendimiento máximo sostenido, como establecer la talla mínima permisible en la que se podría pescar (ver Fryer e Iles, 1972, para un excelente tratamiento de este problema de la pesca en cíclidos africanos). Si bien la recopilación de estos datos es una tarea sencilla, solo un equipo de biólogos residentes en Nicaragua puede hacerlo de manera adecuada.

He reunido algunos datos sobre la relación entre la longitud y el peso en dos poblaciones de cíclidos Midas (Fig. 6). Esta información será útil para planificar un estudio de crecimiento por edad. En el rango de tamaño considerado, longitudes estándar de 40 a 200 mm, hay dos estadios obvios, los peces de menos de 70 mm tienen una pendiente mucho más baja que los peces más grandes. Debido a que tan pocos peces de tamaños más pequeños estaban disponibles para la comparación, se dejaron fuera del cálculo por el método de mínimos cuadrados de las ecuaciones lineales (Tabla 4), aunque los datos se muestran en la Fig.6.

Surgen tres conclusiones obvias: (1) El peso se correlaciona de manera confiable con la longitud ( $r = 0,92$  a  $0,98$ ). (2) Los cíclidos Midas de los lagos Masaya y Apoyo tienen la misma relación longitud-peso. (3) Los machos y las hembras tienen la misma relación peso-talla.

Las observaciones de laboratorio y un análisis de los datos de frecuencia de tallas del lago Masaya arrojan información sobre el crecimiento. En el laboratorio, los machos crecen más rápido que las hembras. Esta es probablemente la razón por la que los adultos más grandes en el lago Masaya, y evidentemente en los otros lagos, son predominantemente machos (Fig. 11).

Aunque no hay diferencias en la relación talla-peso de las poblaciones de los lagos Masaya y Apoyo, parece haber una diferencia en la tasa de crecimiento.

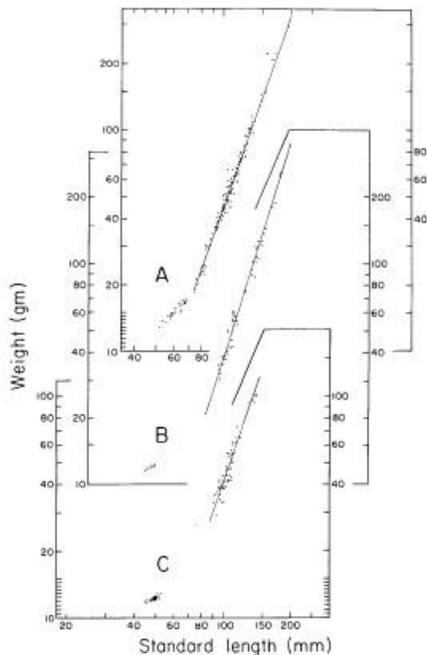


FIG. 6. The relationship between the log of the standard length and the log of the weight in the Midas cichlid. Three panels have been telescoped into one figure to facilitate comparisons; the scales of the abscissa are aligned but those of the ordinates are shifted up for each set of data. Lake Masaya, 1970 = A, 1969 = B; Lake Apoyo, 1969 = C. See Table 4 for the parameters of the linear equations.

En las mismas condiciones en el laboratorio, los peces del lago Apoyo crecen más rápido que los del lago Masaya y alcanzan

tamaño más grande. Dos machos criados en laboratorio del stock del lago Apoyo eran mucho más grandes que los del stock del lago Masaya que fueron medidos por curiosidad. Uno era de 232 mm S.L. y pesaba 720 g, y los otros 239 mm y 793 g. No tengo datos sobre el tamaño máximo en el campo, pero nuestra impresión del buceo es que los cíclidos Midas más grandes ocurren en el lago Apoyo y los más pequeños en el lago Jiloá. Este punto merece una investigación cuidadosa debido a su importancia potencial para la conservación de recursos naturales irremplazables, en este caso posiblemente una cepa genética de mayor tamaño y crecimiento más rápido.

### ENFERMEDAD Y SALUD GENERAL:

La información sobre la salud de los cíclidos Midas de varias poblaciones puede ser útil al menos de dos maneras. Primero, dado que la depredación de los adultos grandes parece ser leve (ver la sección sobre depredación), es importante evaluar la contribución de las enfermedades a la mortalidad de los adultos y, de manera menos directa, a los peces más jóvenes; esto podría tener un significado escapar. Uno solo podía girar en círculos cerrados contra el fondo en su inútil intento de alejarse nadando. También vi peces con parches de piel de color verde cobrizo, comúnmente en el costado de la cabeza o el cuerpo; si bien estos parecían más delgados y no tan activos como la mayoría de los cíclidos de Midas no había una correlación obvia entre la decoloración verde y el pez que podía agarrar.

consecuencias si se correlacionan con la coloración. En segundo lugar, la ordenación de una pesquería requiere el conocimiento de las enfermedades de los peces y los tratamientos adecuados. En el lago de Apoyo nunca encontré ningún *C. citrinellum* que se pudiera reconocer como enfermo, aunque las heridas superficiales eran comunes durante la temporada de reproducción. Estos consistían en rasgaduras ocasionales y rasguños en los costados, del tipo que hacen los dientes de los rivales, y áreas raspadas por encima y por debajo de los labios como si el pez hubiera estado peleando por la boca. Cuando no hubo cría, tales heridas no se vieron.

**TABLA 4. Ecuaciones lineales que describen el logaritmo del peso del pez ( $y'$ ) en función del logaritmo de su longitud estándar ( $x'$ ), para cíclidos Midas de más de 70 mm;  $r$  = coeficiente de correlación; (A), (B), (C) teclee las ecuaciones en las líneas de la Fig.6.**

Lake	Year	Total n	n>70 mm	Equation	r
Masaya	1970	159	132	(A) $y' = -9.81 + 2.95x'$	0.98
Masaya	1969	70	57	(B) $y' = -10.95 + 3.15x'$	0.98
Apoyo	1969	105	65	(C) $y' = -9.05 + 2.76x'$	0.92

El lago Masaya fue visitado por primera vez durante dos días en enero de 1965. Se encontró una *C. citrinellum* seca y muerta cada pocos metros de costa en las ensenadas. Algunos peces muertos flotando en la superficie fueron arrastrados a la orilla. Observando bajo el agua, se pudo ver que muchos *C. citrinellum* tenían trozos de pelusa blanquecina en sus aletas. Algunos peces fueron capturados vivos y llevados al laboratorio. AB de estos tenían, o posteriormente desarrollaron, en sus aletas los nódulos típicos de la linfocistis. Dado que la linfocistis se acompaña comúnmente de infecciones bacterianas y fúngicas secundarias, esto probablemente explica las pelusas blanquecinas en las aletas en la naturaleza. (Después de que se probaron varios tratamientos, los peces finalmente se curaron manteniéndolos en agua que contenía 12.5 mg / l de terramicina). Vale la pena señalar que, mientras que a los cíclidos Midas les va bien en el lago Apoyo, *C. managuense* allí aparece tener un problema único. Los adultos grandes emparejados son comunes (Fig. 7) y aparentemente se reproducen durante todo el año (*C. R. Bleick, com. Pers.*). Como consecuencia, son abundantes las crías de *C. managuense* I de menos de 100-150 mm de longitud estándar. Sin embargo, *C. managuense* intermedio, es decir, un poco más grande que este, pero más pequeño que los adultos, es bastante raro. En varias ocasiones encontré *C. managuense* demacrado de este tamaño intermedio tendido en el fondo, aparentemente muriendo de hambre; algunos fueron capturados

## El Cíclido Midas en Nicaragua

© George W. Barlow -[editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

fácilmente a mano. Parece haber una brecha en la abundancia de peces de presa del tamaño de los que pueden alimentarse estos *C. managuense* intermedios. La especie más apropiada, la aterina *Melaniris*, no está presente en gran número. Aquellos *C. managuense* que llegan a la edad adulta

Dudo que la linfocistis fuera responsable de las numerosas muertes, pero sospecho más bien que fue un correlato secundario de un debilitamiento más general de la población. Pensé que la causa principal era la superpoblación. Sin embargo, cuando se visitó el lago Masaya en 1969, y nuevamente en 1970, la densidad de población parecía al menos tan alta, si no más alta, y no había indicios de enfermedad o mortalidad entre los Midas u otros cíclidos.



Fig. 7. A pair of *C. managuense* in Lake Apoyo; the female is on the left. Photo by the author.

**Fig. 7. Una pareja de *C. managuense* en el lago Apoyo; la hembra está a la izquierda. Foto del autor.**

En el lago Jiloá ocasionalmente encontré un *C. citrinellum* muerto flotando en la superficie en 1969 y 1970. Muchos de los peces encontrados bajo el agua estaban notablemente enfermos. Por ejemplo, mientras buceaba para recuperar una red de enmalle, capturé sucesivamente con una mano libre seis peces que eran demasiado débiles para probablemente se alimenta principalmente de atherines y *C. citrinellum* que son demasiado grandes para *C. managuense* de tamaño intermedio. La economía de este lago podría beneficiarse, por tanto, de la introducción de un pequeño pez herbívoro forrajero, como *Neetroplus nematopus*, que podría sustentar a *C. managuense* durante esta fase crítica de su crecimiento.

Volviendo al cíclido Midas, su cultivo en el laboratorio presenta pocos problemas porque, como es típico de muchos de los Cichlasomas, es una especie robusta que parece resistente a las enfermedades más comunes de los acuarios. Sin embargo, cuando nuestros peces de laboratorio, que son predominantemente de la población del lago Masaya, se mantienen en condiciones de hacinamiento, aparece una enfermedad que inicialmente pensamos que era la tuberculosis de los peces. Se debilitan y a menudo aparece una inflamación roja en la base de todas las aletas. Algunos individuos muestran una distensión severa del abdomen, con o sin inflamación roja. Un espécimen con un abdomen muy distendido fue enviado a Montserrat Educational and Scientific Company (M.E.S.C.O.) de Kansas City, Missouri, para su diagnóstico. El intestino del pez contenía la bacteria *Pseudomonas fluorescens*, y dos especies identificadas solo para el género, *Aeromonas* y *Nocardia*. Los síntomas de la nocardiosis son similares a los de la

**TABLA 6. Tonos de morfos brillantes de *C. citrinellum*.**

Lake		White	Yellow	Orange	Pink	Red	Mix	Σ
Masaya	n:	1	5	24	1	4	1	36
(1969 + 1970)	%:	2.8	13.9	66.7	2.8	11.1	2.8	
		2.8	80.6		13.9		2.8	
Nicaragua	n:	11	14	37	--	--	1	63
(1971)	%:	17.5	22.2	58.7	--	--	1.6	
		17.5	80.9				1.6	

tuberculosis. El tratamiento recomendado por M.E.S.C.O. es de 25 mg de kanamicina por litro de agua. Dado que actualmente todos los adultos gozan de buena salud, todavía no hemos puesto a prueba el tratamiento.

Un problema mayor ha sido presentado por una enfermedad que ataca a los alevines del cíclido Midas cuando tienen entre 1 y 3 meses de edad. Uno por uno, los individuos dejan de crecer, adelgazan y desarrollan un abdomen grande. Se acuestan con indiferencia en el fondo durante unos días antes de morir. Algunos de estos ahora están siendo diagnosticados. El síndrome sugiere nuevamente nocardiosis.

Un hallazgo potencialmente importante pero no concluyente es que los alevines de pares dorados parecen ser más resistentes que aquellos en los que ambos padres eran de color normal. El copigmentos. En los Grandes Lagos, casi todas las especies de peces muestran una tendencia al amarilleo de las áreas blancas, incluidos los bagres nocturnos. Quizás esto esté relacionado de alguna

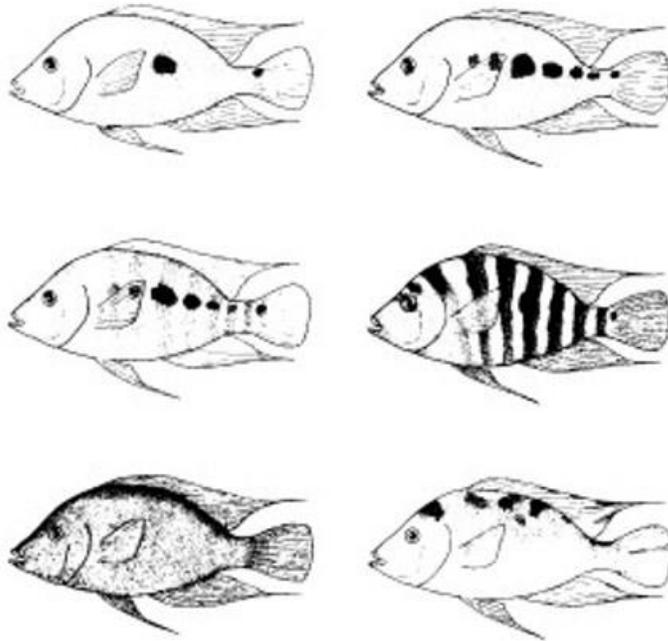
manera con el fitoplancton extremadamente denso en esas aguas, que literalmente satura la cadena alimentaria con pigmentos.

La intensidad de coloración de los morfos brillantes también varía algo en relación con su estado reproductivo. Los peces que se mantienen en el laboratorio se vuelven notablemente más coloridos después del emparejamiento y a medida que se acerca el desove. (Se puede observar la misma intensificación de colores brillantes en la cría de morfos normales). Más allá de eso, los morfos brillantes no pueden cambiar sus patrones de color, en marcado contraste con los peces de colores normales. Una hembra dorada, sin embargo, mostró un vestigio del cambio de color de las barras en las formas normales: cuando era parental, las áreas de su costado correspondientes a los espacios entre las barras en un pez normal en reproducción se volvieron ligeramente más pálidas, creando la impresión de un naranja tenue. barras.

Las observaciones sobre el incidente de los cíclidos Midas de colores brillantes en la naturaleza están plagadas de frustraciones. Debido a que los morfos ocurren a baja frecuencia, uno tendría que recolectar una muestra excesivamente grande para obtener una cantidad adecuada de peces de colores brillantes. Más desalentador es que parece haber una correlación positiva con la turbidez del agua, tanto en los porcentajes de peces de colores llamativos como en la variedad de tipos de colores. Por lo tanto, donde los morfos son más abundantes, son los menos observables. (Otro problema es que las colecciones de especímenes que se han conservado en bebidas espirituosas tienen un uso limitado. Con el tiempo, todos los matices se pierden y uno solo tiene peces incoloros con marcas grises).

En el lago más claro, el lago de Apoyo, todos los cíclidos de Midas tienen los lugares o bares típicos de su especie. (JR Baylis ha criado peces de colores normales que provienen del lago de Apoyo en este laboratorio. En el primer grupo de hermanos, tres peces se han metamorfoseado a la fase de oro. Por lo tanto, el lago de Apoyo *C. citrinellum* lleva los genes de las morfologías doradas). visto bajo el agua en el lago Apoyo que eran obvias por su llamativo color amarillo limón; pero todavía tenían el patrón manchado simple. Sospeché que los morfos dorados sin patrón podrían adaptarse a la luz a mayores profundidades y, por lo tanto, presentar un blanco ausente de las aguas poco profundas. Para probar esto hicimos dos inmersiones SCUBA a una profundidad de 30 m en el lago Apoyo; no se vieron morfos de oro, pero existe la posibilidad de que existan en las profundidades de ese lago.

Por medio de redes de enmalle (malla de 2 "y 3") en los bajíos (hasta 10 m) del lago Apoyo, se capturaron 35 machos y 44 hembras, que van desde 95 mm de longitud estándar (SL) y 28 g, hasta 140 mm y 100 gramos. De estos, el 7,6% (5 machos más una hembra) eran llamativamente amarillos o anaranjados,



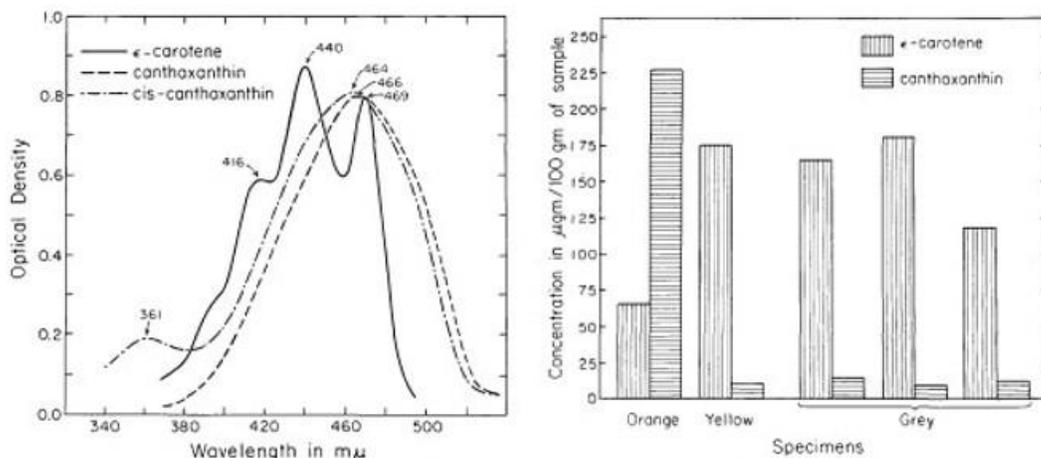
**Fig. 8. Seis patrones de color mostrados por el cíclido Midas. La parte superior el patrón de la izquierda se llama d Manchado, el superior derecho, Rayado. El medio a la izquierda es intermedio a los de la fila superior y el medio a la derecha se llama Barrado. La parte inferior izquierda es negra, vista hasta ahora. solo en pescado del lago Apoyo. En la parte inferior derecha hay un conspicuo morfo que carece de las marcas que se muestran en las dos filas superiores, pero tiene manchas oscuras irregulares dorsalmente y algunas manchas en las aletas medianas.**

aunque tenían las marcas típicas de la especie (Cuadro 5). Además, 17 de los 73 peces normales tenían una clara sufusión de amarillo o naranja. Un pez tenía una mancha de color naranja brillante en un lado; Se vio un pez con una marca similar bajo el agua pero con la mancha naranja en la cabeza. Así, el lago Apoyo puede caracterizarse por no tener verdaderas formas doradas, aunque casi el 8% de los individuos son de color amarillo brillante y el 22% están teñidos de amarillo o naranja; además, los genes de las formas brillantes completamente desarrolladas están presentes, pero no se expresan normalmente.

El agua del lago Jiloá es menos clara que la de Apoyo. Mientras buceaba allí, encontré aproximadamente un pez de varios cientos que parecían de color

amarillo limón o blanco y carecían de las marcas típicas de la especie. Una vez más, un pez tenía una mancha naranja en la cara, pero por lo demás era normal. En general, las formas brillantes que se ven en las aguas poco profundas del lago Jiloá no están bien o completamente desarrolladas. Muchos conservan fragmentos del patrón de color normal.

G. H. Meral encontró una mayor proporción de morfos brillantes en el lago Jiloá (com. Pers.). Vio varios peces amarillos o naranjas, generalmente solos y siempre a profundidades de 3-4 m o más. Observó un grupo de unos 100 peces, en 7 m de agua, que tenían dos miembros dorados y uno naranja, además de otros dos con naranja en la cabeza. Recientemente, J. R. Baylis y K. R. McKaye (com. Pers.) Estimaron independientemente que alrededor del 10% de *C. citrinellum* en el lago Jiloá son morfos conspicuos; hicieron un uso más extenso de SCUBA y, en consecuencia, trabajaron en aguas más profundas; también incluían todos los grados de desarrollo de notoriedad. Los tres observadores se sumergieron en una parte del lago diferente a la mía. Dado que Meral y Baylis me acompañaron en las inmersiones en las que se vieron pocas formas de oro, es probable que las diferencias se deban a la ubicación y la profundidad, más que a los observadores.



**Izquierda: Fig. 9. Espectros de absorción de pigmentos carotenoides aislados de *C. citrinellum*. La intensa absorción de 350-500 mμ produce el amarillo al rojo de la piel del pescado. De Webber, Barlow y Brush (1973). Derecha: Fig. 10. La concentración y el tipo de pigmento en la piel de cinco *C. citrinellum*, uno naranja, uno amarillo y tres grises (normal). De Webber, Barlow y Brush (1973)**

Mi participación con el cíclido de Midas comenzó en 1965 con una visita de dos días al lago Masaya. Para empezar, hice un censo submarino de los llamativos morfos allí. De 368 adultos grandes, el 9.5% eran morfos de colores brillantes. Debido a que son más conspicuos que los peces normales en aguas turbias (la visibilidad era de unos 2-3 m en horizontal), es posible que haya sobreestimado

su abundancia. En julio de 1972, K. R. y K. H. McKaye observaron 311 peces adultos bajo el agua, el 18% de los cuales eran morfos de colores brillantes. En mis visitas posteriores, el lago Masaya nunca ha sido lo suficientemente claro como para permitir observaciones submarinas (solo lo era marginalmente en 1965). Las estimaciones de la frecuencia de morfos llamativos que siguen se basan en capturas.

Las capturas con redes de enmalle en el lago Masaya en 1969 dieron como resultado 55 machos y 44 hembras, con un rango de 84 mm S.L. y 21 g, hasta 180 mm y 245 g. En esta captura, el 8.1% tenía colores brillantes y carecía de las marcas típicas de la especie, un porcentaje notablemente cercano al (7.6) de los peces de color amarillo brillante en el lago Apoyo (Tabla 5).

Hasta ahora he ignorado el problema suscitado por la metamorfosis de las normales en oro, ya que afecta a las estimaciones de la frecuencia relativa de aparición de morfos brillantes. Si existen ventajas o desventajas selectivas de tener un color tan brillante, la proporción de morfos dorados podría reflejar esto, particularmente si la aptitud de los morfos dorados varía en función de su tamaño.

Una gran colección de *C. citrinellum* proporciona los únicos datos que apuntan bien a este punto. C. R. Bleick, J. R. Baylis y yo extrajimos el pescado del lago Masaya, Rotarian's Beach, el 14 de abril de 1970, con el uso de rotenona. El cíclido de Midas es muy susceptible a este ictiocida, por lo que obtuvimos una buena muestra representativa de la población. El sexo se determinó más tarde mediante un examen microscópico de las gónadas. Para comparar los datos con las estadísticas de captura con redes de enmalle, en la Tabla 5 solo se utilizaron especímenes mayores de 86 mm. En la Figura 11 se emplearon los 438 peces, las clases de menos de 76,4 mm S.L. no tener morfos de oro.

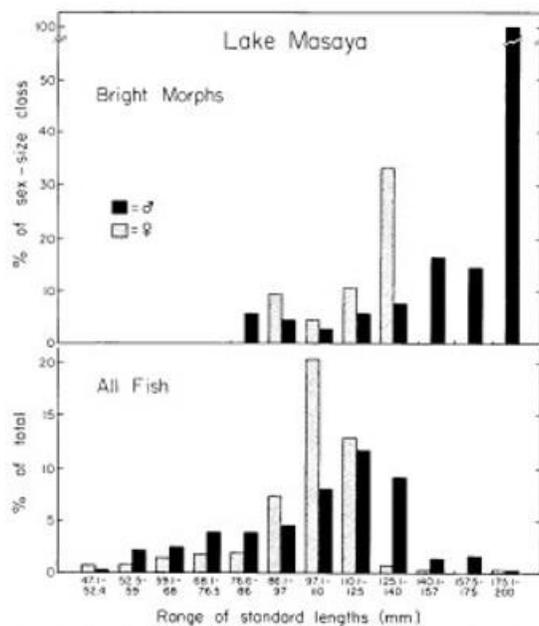
### MORFOS BRILLANTES

Las abscisas de las Figuras 11 y 12 requieren alguna explicación. Los intervalos crecen de izquierda a derecha, pero se derivaron de incrementos de igual distancia en una escala logarítmica. Esto evita la dificultad, inherente a las poblaciones naturales, de un número cada vez menor de miembros más grandes (mayores). No obstante, las clases más grandes todavía sufren de muy pocos miembros; por lo tanto, las estimaciones de las proporciones de morfos de oro en ellos están más sujetas a errores de muestreo.

El análisis de la frecuencia de aparición de morfos brillantes en diferentes tamaños es significativo solo en relación con la distribución de tamaños en la

población en su conjunto (Fig. 11, panel inferior). En tamaños pequeños, los machos parecen superar en número a las hembras; esto probablemente se debió a errores en la determinación del sexo de los peces pequeños, ya que los ovarios de las hembras inmaduras pueden confundirse con testículos. Sin embargo, es evidente que las hembras alcanzan su punto máximo en la clase 97,1-110 mm S.L. Después de eso, la pérdida excede el reclutamiento, y hay pocas hembras de más de 125 mm. Los machos alcanzan su punto máximo en la siguiente clase más grande, 110,1-125 mm y solo unos pocos se encuentran más largos de 140 mm.

En la muestra de abril de 1970, el morfo brillante más pequeño cayó en la clase 76,6-86 mm S.L. Esto se corresponde bien con los tamaños mínimos de morfos brillantes capturados y enviados con vida al laboratorio en años anteriores. Sin embargo, a fines de julio de 1972, J. R. Baylis recolectó 120 *C. citrinellum* en la misma playa y entre estos había cuatro morfos brillantes inusualmente pequeños que van desde 62 a 66 mm S.L.

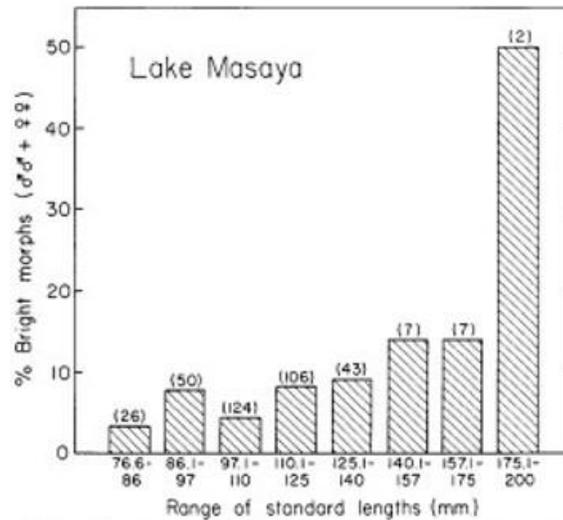


**Fig. 11. El panel inferior muestra el porcentaje del número total (438) de *C. citrinellum* en cada clase de tamaño de sexo. El panel superior muestra los morfos brillantes en cada clase de tamaño de sexo, como el porcentaje del número de todos los peces en esa clase en particular.**

Tanto en las hembras como en los machos, la proporción de brillantes cambia con el tamaño. Y en cada sexo, las proporciones muy elevadas ocurren en tallas que superan notablemente a las de la clase de talla más frecuente, cuando la mortalidad es obviamente mayor en el reclutamiento (Fig. 11); pero se requiere

mucha cautela al interpretar estos resultados porque se capturaron muy pocos peces muy grandes; Puede haber un considerable error de muestreo.

Dado que el cíclido de Midas era tan difícil para nosotros tener sexo en ese momento, más aún cuando se apresuraba, como en el campo, muchos de los datos sobre la frecuencia de aparición de los morfos brillantes se basan en recuentos en los que no se determinó el sexo. Para facilitar las comparaciones, se combinaron los datos de hombres y mujeres de la colección del 14 de abril de 1970 (Fig. 12). Hasta una longitud de alrededor de 140 mm, del 7 al 8% de los peces son morfos brillantes. Por encima de eso, el porcentaje aumenta. De hecho, se puede ver una tendencia general al alza en los grupos de tamaño que proyecta alrededor del 15% de morfos brillantes en la clase más grande. Pero si la proporción se calcula solo a partir de peces del tamaño de una red de enmalle, se obtiene una cifra del 7,6% de morfos brillantes. Esto concuerda bien con el 8,1% de morfos brillantes capturados en redes de enmalle en años anteriores (Tabla 5). Usando los tamaños de "red de enmalle" de la colección de 1972 por 346 vez que *C. citrinellum* y *C. labiatum* eran la misma especie. Desde entonces he establecido que las formas rosadas y rojas de los Grandes Lagos no son *C. citrinellum*. Si bien los individuos de oro constituyeron colectivamente el 81% de las formas brillantes de *C. citrinellum*, hubo una disminución (en relación con el lago Masaya) en las formas anaranjadas (67 a 59% y un aumento en amarillo (14 a 22%) y blancos (3 a 18%) (Tabla 6). Aun así, se debe tener cierta precaución. Cuando McKaye, McKaye y Sharkey censaron el mercado en 1973, solo el uno por ciento de los alimentos no rojos eran blancos y el 72% eran naranjas. Algunas de las diferencias pueden estar entre los observadores, pero sospecho que al menos la diferencia en las formas blancas es real.



**FIG. 12. El número combinado de parejas y morfos brillantes femeninos en cada clase de tamaño, que se muestra como el porcentaje del número de todos los peces en esa clase de tamaño en particular.**

Comparando los lagos al pasar de aguas claras a turbias, en resumen, parece haber un gradiente en (1) la frecuencia de ocurrencia de fases de color conspicuas, y (2) la diversidad de tipos de colores. Esta progresión comienza como una infusión de amarillo o naranja en el lago más claro. Se caracteriza por morfos del blanco al naranja, muchos de ellos desarrollados de manera incompleta, en un lago intermedio, y culmina en una variedad de tipos de colores más desarrollados en la población de cuerpos de agua turbios. Independientemente del grado de desarrollo del tipo de color, parece haber una penetrancia notablemente constante de coloración brillante, que oscila entre el 7 y el 10% de la población adulta.

#### DEPREDACIÓN:

MIDAS CICHLID



**Fig. 13. Una pareja reproductora de cíclidos Midas en el lago Apoyo de frente con sus crías frente a su cueva; el macho está a la izquierda y la hembra a la derecha. Un grupo de cíclidos Midas nadan en la periferia del territorio en el fondo y un molly, *Poecilia sphenops*, pasa por el territorio, a la derecha, sin ser molestado.**

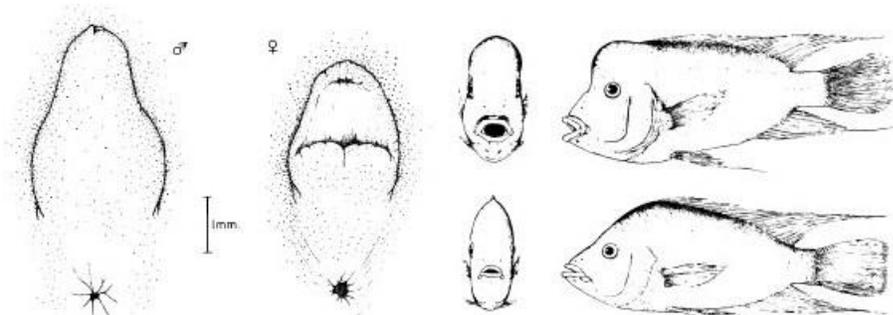
Los morfos de colores brillantes deberían ser obvios para los depredadores. Sin embargo, es difícil obtener datos sobre la depredación diferencial en el campo por varias razones. La piel de la presa y sus pigmentos se digieren rápidamente en el intestino de cualquier depredador. Este problema se agrava si el depredador es un cíclido porque los cíclidos maceran a sus presas con sus dientes faríngeos (Fryer e Iles, 1972). Además, un gran porcentaje de depredadores no tienen nada en el estómago cuando son capturados. Dado que los morfos conspicuos ocurren con una frecuencia baja, uno tendría que examinar una gran cantidad de depredadores con presas recién devoradas para estimar la frecuencia relativa con la que se capturan. En consecuencia, las estimaciones de la depredación diferencial deben ser inferenciales de la frecuencia relativa de aparición de los tipos de color o proyectarse a partir de experimentos de laboratorio. Si se van a realizar experimentos, es importante saber cuáles son los depredadores adecuados.

Una de las dificultades es que algunos de los depredadores que podrían haber desempeñado un papel en la evolución de los notorios morfos ya no están

presentes en números efectivos. Las aves buceadoras pesqueras eran comunes en tiempos relativamente recientes (Riedel, 1964). Ahora son raros, quizás habiendo sucumbido a los pesticidas químicos que se aplican tan generosamente a los cultivos de algodón de los alrededores. Además, las nutrias tropicales pueden haber cazado esta especie, pero ahora no se conocen nutrias en el área.

Otra consideración es la diferencia en la ocurrencia de varios depredadores entre los lagos (Tabla 2). Existe un gradiente en el número de tipos de depredadores, desde los grandes lagos hasta los lagos de cráter de Masaya, Jiloá y Apoyo. En el lago de Nicaragua también hay peces depredadores extremadamente grandes como el pez sierra *Pristis perotteti* y el tiburón *Carcharhinus leucas*.

Aquí no se debe hablar de depredación en general, sino de depredación con relación al tamaño de la presa. Cuanto más pequeña es la presa, más vulnerable es a una variedad más amplia de depredadores. Los alevines de *C. citrinellum* son consumidos por todas las especies de cíclidos con los que se encuentran, incluido el Neetroplus, en su mayoría herbívoro. Los characinos son depredadores particularmente efectivos en los alevines de cíclidos, a juzgar por observaciones anteriores en Panamá. Los characinos son abundantes en los Grandes Lagos, pero están ausentes o no son aparentes en los lagos del cráter.



**Izquierda: Fig. 14. La papila genital de un macho (izquierda) y una hembra (derecha) *C. citrinellum*, en vista ventral; anterior corresponde a la parte inferior de la figura. Derecha: Fig. 15.**

**Dibujos de dos peces criados en laboratorio recién conservados Cíclidos Midas del mismo tamaño, la parte superior de los cuales se ha desarrollado una joroba nuchal y una garganta hinchada. Las diferencias en las bocas y mejillas se deben a accidentes de conservación.**

Los peces más pequeños no solo están expuestos a más especies depredadoras, sino que también son vulnerables a más individuos de una determinada especie. Por ejemplo, los individuos pequeños de *Gobiomorus dormitor* no pueden comer cíclidos Midas adultos, sino solo sus crías, mientras que los *Gobiomorus* más grandes toman tanto juveniles como alevines. En general, cuanto más grande es *C. citrinellum*, menos depredadores son.

Los principales depredadores visuales de *C. citrinellum* parecen ser tres especies, el pez eleotrid, *Gobiomorus dormitor* y los dos cíclidos grandes, *C. dovii* y *C. managuense*. Esta conclusión se deriva de las observaciones sobre su comportamiento y del hecho de que estos piscívoros son comunes donde se encuentra *C. citrinellum*.

Bleick (1970) informó de pasada la capacidad de *C. managuense* para ingerir presas grandes. Descubrió que un adulto puede devorar a otro pez cíclido (*Tilapia mossambica*) hasta en un 38% de su propia longitud, o aproximadamente un 6% de su propio peso. Este fue sin duda el tamaño máximo que la *C. managuense* podía devorar, ya que tardó 8 horas en tragarse la presa, y gran parte del tiempo la cola de la presa sobresalía de la boca del depredador. En un acuario, un cíclido africano piscívoro (*Haplochromis longirostris*) tomó presas de cíclidos cuya longitud estándar máxima osciló entre 22 y 30% y peso.

También en el lago Jiloá se observaron parejas reproductoras en la época húmeda y seca. Pero parece que más las parejas se reproducen durante la temporada de lluvias. Para ilustrar, una trans-secta, seguida a una profundidad constante cerca de la costa, indicó una densidad de parejas reproductoras de 2,5 por 100 m de costa. línea (tanto J. R. Baylis como K. R. McKaye han encontrado densidades mucho más altas). Este transecto fue bastante representativo de otros tramos de costa en el lago Jiloá en ese momento. Durante la estación seca, por el contrario, solo se observaron parejas reproductoras ocasionales.

La estacionalidad de la reproducción fue más pronunciada en el lago Apoyo. Durante la temporada de lluvias de julio y agosto, así, al mismo tiempo que se realizó el censo en Lago Jiloá, se llevó a cabo un transecto similar. Dio la alta cifra de 27 parejas reproductoras por 100 m de favorable costa, aproximadamente diez veces mayor que la observada en el lago Jiloá. Sin embargo, en un año posterior Baylis no pudo encontrar ningún pez reproduciéndose en el lago Apoyo durante la temporada de lluvias. Durante la temporada seca no encontré parejas reproductoras.

Esta variación en el número de parejas reproductoras en el lago Apoyo también estuvo acompañada por variaciones obvias en la abundancia de *C. citrinellum*. Durante la temporada de lluvias durante un arrecife favorable vi miles de adultos, muchos en parejas. En la estación seca, en el mismo arrecife, vi solo unos pocos peces, y estos estaban esparcidos. Dado que esta especie sin duda tiene una larga vida, es razonable suponer que la escasez de peces durante la estación seca se debe a los movimientos locales. O se mueven hacia las

profundidades o simplemente se dispersan de manera más uniforme a través del lago.

El lago Apoyo también es interesante porque *C. managuense* da pocos indicios de estacionalidad en su reproducción. A diferencia de *C. citrinellum*, esta gran especie que se alimenta de peces parece reproducirse durante todo el año en cantidades aproximadamente iguales.

En conclusión, existe cierta variación estacional en *C. citrinellum* en el sentido de que la reproducción parece ocurrir con más frecuencia durante la estación húmeda que durante la seca, cuando puede se burlan de algunas poblaciones. Pero este aspecto de la biología del cíclido Midas necesita mucho más y una observación sostenida.

Los datos inéditos de J. R. Baylis y de K. R. McKaye indican una situación más compleja y de alguna manera contradicen la relación que sugiero aquí.

En el laboratorio, esta especie se reproduce en cualquier época del año, siempre que las condiciones sean favorables. cantos rodados sangrados allí. Rara vez se encontraron parejas que sostuvieran el territorio en el banco de corte de olas, pero se volvieron a encontrar tan profundo como buceamos (10-15 m). Los pares pueden haber sido menos abundantes en las aguas más profundas donde buceamos simplemente porque había menos cobertura disponible allí. Un sustrato adecuado parece ser el factor más importante que determina dónde se reproduce *C. citrinellum*.

En abril de 1970, buceamos a profundidades de 20 a 30 m en los lagos de Jiloá y Apoyo. No se encontraron parejas reproductoras en el lago Apoyo, y las pocas que se encontraron en el lago Jiloá se encontraban principalmente en aguas poco profundas directamente contra la costa. Otros cíclidos del lago Jiloá se reproducían en casi todas las profundidades, aunque *C. dovii* solo se reproducía a profundidades superiores a los 10-15 m.

Con un poco de experiencia en la búsqueda de parejas reproductoras, pronto será posible predecir dónde se encontrará una pareja que posea un territorio, según las características del sustrato. En general, los deslizamientos de rocas que consisten en grandes rocas son los más favorables. Dentro de estos, las parejas reproductoras se encuentran en pequeñas cuevas, particularmente aquellas situadas en la base de un montón de rocas y que tienen una boca cuyo ancho mide aproximadamente el doble de su altura (Tabla 7 y Fig. 13). Sin embargo, una pareja ocupaba una cueva cuya boca tenía 10 cm de ancho y 30 cm de alto.

Otro signo de una pareja reproductora es la audiencia de depredadores potenciales que se ciernen cerca, a menudo apuntando hacia la cueva. Además, una pareja reproductora es reconocida inmediatamente por el patrón de color de

bandas rico en contraste (Fig. 8 y 13, y la sección sobre patrones de color) y sus aletas medianas más a menudo erectas (hembra en Fig. 13).

La distancia entre parejas reproductoras difirió en los dos lagos (Cuadro 7). En el lago Apoyo, donde había muchas más parejas reproductoras, parecía haber más demanda de cuevas adecuadas. La distancia entre parejas era comúnmente tan pequeña como 1-1,5 m. En el lago Jiloá, en cambio, hubo mucha menos reproducción y muchas cuevas que parecían apropiadas para la reproducción no se utilizaron; la distancia más corta entre parejas fue de 10 m.

Una de las características más notables de los territorios fue que, si bien el centro estaba claramente definido por la entrada de la cueva, no era posible identificar los límites. Lo mejor que se pudo hacer fue contar los distantes estimados que los peces parentales nadaron para atacar a los depredadores potenciales. Esta distancia de ataque fue variable (Tabla 7). Otro tipo de evidencia de la falta de límites fue el grado en que las parejas vecinas se toleraban entre sí dentro de lo que parecía ser su territorio, según lo definido por los caminos por los que nadaron para atacar a los depredadores. Se vio que los peces reproductores a través del área despejada por la pareja vecina para atacar a un depredador potencial sin provocar el ataque de los vecinos. Por tanto, lo que he estado llamando un territorio en esta especie no se ajusta bien al modelo general de territorio entre los vertebrados.

**TABLA 7. Un resumen de los datos que caracterizan las parejas reproductoras de *C. citrinellum* en dos lagos de cráter. "Boca de la cueva" se refiere a las dimensiones de la cueva donde se depositaron los huevos. "Depredadores repelidos" es la distancia nadó para protegerse de posibles depredadores intrusos. "Vecino más cercano" se refiere a otras parejas reproductoras conespecíficas. La última fila indica el rango de tallas de las hembras en relación con su compañeros.**

	Lake Jiloá	Lake Apoyo
Cave mouth ( $\bar{x}$ , width × height)	36 × 18 cm	40 × 25 cm
Predators repelled	10 – 100 cm	10 – 100 cm
Nearest neighbor	≥ 10 m	1-4 m
♀ length (100)	75 – 90%	65 – 90%
♂ length		

Otro rasgo destacable de su territorio, deducible de lo anterior, es su reducido tamaño. En la mayoría de los instantes, el territorio abarca solo alrededor de 1-2 m<sup>3</sup>, lo que es inesperadamente pequeño para una especie tan grande.

El tamaño pequeño del territorio, más la cercanía de las parejas cuando muchas se reproducen, sugiere una tendencia hacia la colonialidad. Sin embargo, actualmente soy incapaz de distinguir, en el agrupamiento de parejas, entre atracción social y hábitat preferido.

Algunas de las parejas en el lago Apoyo y el lago Jiloá se reprodujeron en arcas abiertas, bastante arenosas, aunque esto sucedió con relativa poca frecuencia. Estos pares cavaron hoyos en forma de postes en el fondo, generalmente de unos 30 cm de diámetro y 20 cm de profundidad. Estos pozos siempre se excavaron contra una superficie vertical dura, como una roca enterrada. Se vio poca defensa territorial, probablemente porque estos pares estaban muy espaciados. Estos peces más expuestos parecían más tímidos que los de los montones de rocas. Los alevines de estas parejas son probablemente más vulnerables a los depredadores porque se puede acercarse a la escuela desde todos los lados.

Antes de describir las principales características del cortejo y la conducta reproductiva, me detendré brevemente para abordar el tema del dimorfismo sexual. Si se examinan dos peces de sexo opuesto e igual tamaño cuando no están reproduciendo, es difícil establecer cuál es el macho y cuál la hembra. La longitud de los filamentos posteriores de las aletas dorsal y anal no es un indicador confiable del sexo en el cíclido Midas, aunque sí lo es en otros *Cichlasoma* como *C. nigrofasciatum*.

Si es sexualmente maduro, el sexo se puede determinar mediante un examen minucioso de la papila genital (Fig. 14). Existe una variación individual considerable en la morfología de la papila, parte de la cual se debe al estado reproductivo del pez. Las diferencias sexuales aumentan y, por lo tanto, son más obvias a medida que un pez se acerca al desove y la papila se vuelve más turgente. En un pez vivo, los detalles de la papila están oscurecidos por el moco y sus reflejos interferentes concomitantes. En un pez que no se reproduce, la papila flácida se encuentra más completamente en una depresión, lo que hace que sea aún más difícil de distinguir. Para la ilustración se eligió una papila masculina y una femenina (de pescado en conserva, en el que es más fácil de ver) que demuestran claramente diferencias sexuales; algunos de los detalles, sin embargo, no son relevantes, como el tamaño y la forma del respiradero (el orificio más bajo que se muestra en la ilustración).

La papila del macho es la más cónica, tiende a ser puntiaguda y tiene un único orificio en la punta. La papila de la hembra es más ancha y semilobulada, tendiendo a ser plana; el orificio terminal, presumiblemente urinario, suele

situarse poco antes del final de la papila. La papila de la hembra tiene una segunda apertura cerca de su centro, aparentemente para la oviposición, que está marcada por un labio transversal elaborado; esto puede ser difícil de distinguir en un pez de mano, pero su presencia o ausencia se puede verificar con una pequeña sonda roma (agradecemos a CR Bleick por señalar esta prueba conveniente y confiable y algunos de los detalles de la anatomía).

A medida que los peces comienzan a reproducirse, aparece un notable dimorfismo sexual. La frente del macho comienza a hincharse, produciendo una joroba nugal; la garganta en la región del istmo también se expande (Fig. 15). La hinchazón es suave al tacto y es causada por un edema local (C.R. Bleick, com. Pers.). La hembra también puede desarrollar una joroba nugal, pero es mucho más pequeña que la del macho y es relativamente discreta. Este dimorfismo da como resultado que el macho tenga un perfil romo en la parte anterior y se estrecha hacia la parte posterior, mientras que el perfil de la hembra se estrecha en ambos extremos.

Los factores que determinan la presencia y el tamaño de la joroba nugal son complejos, pero tienden a asegurar que el dimorfismo máximo se produzca en el momento de la formación de la pareja. Una progresión típica lo demuestra: un macho sin joroba nugal es llevado al laboratorio y colocado en una situación propicia para la reproducción. A los pocos días desarrolla una gran joroba. Luego lo emparejan con una hembra. La joroba retrocede durante una o dos semanas de noviazgo. A veces disminuye rápidamente, en menos de un día, justo antes del desove (C.R. Bleick, com. Pers.). Permanece reducido durante la fase parental. Si la pareja completa la crianza de las crías y comienza otro ciclo de reproducción, el macho no desarrolla una gran joroba nugal esta vez. Pero si la hembra se retira en este punto durante unos días y luego se devuelve, o se reemplaza por una nueva hembra, la joroba se desarrolla de nuevo en el macho. Aquí la elaboración de la joroba nugal es estimulada por los factores

En parejas cautivas formadas libremente, el macho es siempre más grande que la hembra. Los intentos de formar parejas con la hembra más grande que el macho no tuvieron éxito. También en el campo, los machos son más grandes que sus compañeros. Calculé visualmente que la relación de tamaño modal es que la hembra tenga alrededor del 80% al 85% de la longitud del macho, aunque el apareamiento es posible con hembras apreciablemente más pequeñas (Tabla 7; ver también McKaye y Barlow, 1976).

En cierto sentido, la población es dimórfica en tamaño. La clase de tamaño más grande de hembras en el lago Masaya en 1970 era de 97 a 110 mm S.L., con

pocas hembras que superaban los 125 mm (Fig. 11). La clase más grande de machos fue de 110 a 125 mm, y algunos superaron los 140 mm. Dado que las hembras se aparean con machos más grandes, y dado que parece haber menos machos que hembras en la siguiente clase más grande que el pico para las hembras (Fig. 11), podría haber un exceso de hembras reproductoras sobre machos reproductores; tal situación podría conducir a la competencia entre mujeres por hombres. Para probar esto, uno tendría que establecer claramente qué tamaños de machos y hembras se están reproduciendo y relacionar esto con la estructura de tamaño de la población en consideración. Mi impresión es que la cría la realizan predominantemente los peces más grandes de la población, pero esto puede servir como poco más que una hipótesis para estimular la recopilación de los datos necesarios (K.R. McKaye está acumulando datos que parecen confirmar esto).

Volviendo al comportamiento reproductivo, la formación de parejas en el campo es difícil de documentar porque nunca se sabe si los peces se encuentran por primera vez, y porque un observador los perturba mucho más fácilmente que cuando son padres. La poca información sobre la formación de parejas o el cortejo se obtuvo al mirar a una distancia apreciable. Algunas parejas permanecieron en sus territorios incluso cuando se les acercó de cerca, pero luego dejaron de cortejar. El esquema de observaciones tan fragmentarias es que las parejas se forman mientras están en grupos, pero esa formación de parejas se ve facilitada por los dos peces que se encuentran sobre un sustrato propicio para la reproducción. Se vio a las parejas mostrarse mientras se movían hacia las bocas de las cuevas. Evidentemente, la formación de pares y la formación de territorios son concurrentes (las observaciones de McKaye sugieren que la formación de pares precede al establecimiento de un territorio); el macho no establece un territorio al que luego llega la hembra.

Se observó un desove y se encontraron algunas nidadas de huevos. Esta especie coloca los huevos preferentemente en una parte obligada del techo de una cueva. Los peces que anidan en fosas al aire libre obviamente no tienen techo; esta es probablemente la razón por la que anidan junto a una superficie dura, depositando los huevos en la pared vertical.

Nunca se vio abanicar los huevos en el campo. Cuando me acerqué lo suficiente para observar tal comportamiento, molesté tanto a los padres que no se abanicó. En el laboratorio, sin embargo, la especie aviva vigorosamente sus huevos. Una aleta pectoral se mantiene cerca de la nidada y el componente delantero del ritmo empuja el agua más allá de los huevos. Casi todo el abanico lo realiza la hembra.

No se obtuvo información en el campo sobre la fase de escurrimiento. En el laboratorio, en condiciones naturales simuladas, los padres no cavan pozos

pequeños claramente definidos para contener las larvas como hacen muchos otros peces cíclidos. Sin embargo, cavan prodigiosamente, por lo general quitan toda la grava del fondo del acuario y la apilan en las esquinas del tanque. Quitan la grava y la arena de las grietas y debajo de las rocas. Allí colocan las larvas recién nacidas fuera de la vista. Entonces, la única forma de localizar las larvas es observar dónde dirigen los padres el chorro de agua cuando abanicen. Los retorcidos son difíciles de encontrar incluso en un acuario si la situación permite que los padres los escondan. En el campo, los retorcidos sin duda están escondidos en los recovecos dentro de la cueva.

Los 1.000-5.000 alevines que nadan forman una escuela compacta justo antes de la entrada de la cueva donde se alimentan (ver sección sobre hábitos alimentarios). Cuando el peligro amenaza, por ejemplo, el acercamiento de un buzo, uno o ambos padres se retiran a la cueva. (Si sólo uno de los padres estaba en la cueva, era invariablemente la hembra, el macho había huido. En algunos casos, nunca se veía al macho. Esto puede deberse a que el macho abandonó a la hembra, pero sospecho que fue porque estaba demasiado tímido para acercarme mientras yo estaba en las cercanías.) El padre o los padres en la cueva señalaron a los alevines al mismo tiempo que movían la cabeza hacia un lado y las aletas pélvicas hacia afuera a la posición extendida. Los alevines luego se educaron con más fuerza y debajo de los padres y se trasladaron a la cueva. (Por el contrario, solo durante sus primeros días 200 peces cada vez, para calcular la proporción de morfos brillantes. Calculé, también, los tamaños de los territorios en poder de las parejas. En 1969 y en 1971 solo un grupo era adecuado para las observaciones, el otro estaba demasiado lleno en una ocasión y tenía peces enfermos en la otra. Durante en cada visita tuve problemas para acceder a las piscinas, y en la segunda visita tuve muy poco tiempo para observar los tamaños de los territorios.

Calculé los colores de los compañeros que uno esperaría por casualidad, por separado para cada visita antes de combinar los datos (Cuadro 8). Desafortunadamente, no hay estadísticas adecuadas prueba para estos datos. Los métodos como la prueba de probabilidad exacta de Fisher suponen que todas las celdas son iguales probables. Pero dado que los morfos brillantes son relativamente raros, la misma ocurrencia de todos los tipos de colores de pares sería un hallazgo importante. La observación crítica es el grado de que los tipos de pares se apartan de su frecuencia esperada frecuencias de ocurrencia, calculadas a partir de su ocurrencia en la población en su conjunto. La prueba de chi-cuadrado se firmado para probar tal hipótesis, pero se necesitan campos de datos más grandes para su aplicación. Además, debido a la debilidad de la premisa

de la naturalidad de este experimento fortuito, una prueba estadística parece inapropiada.

Aunque se trataba de una situación artificial, las conclusiones que se derivan de ella adquieren validez en una consideración más profunda. Primero, el pez había tenido una historia normal en los lagos. Segundo, la proporción de morfos brillantes (12,5% en 1969, 13,9% en 1971) fue similar a la que se da en la naturaleza, ya que los peces en las piscinas eran muy grandes. Además, la combinación de sexo y colores no fue seleccionado por mí y, por lo tanto, no reflejaba ninguna predisposición mía.

La distribución de los tipos de apareamiento muestra dos desviaciones importantes de lo esperado por azar (Tabla 8). Primero, pares con ambos sexos, los morfos brillantes fueron 6.5 veces más abundantes de lo esperado. En segundo lugar, las parejas con hembras normales apareadas con machos de morfología brillante fueron sólo 0,29 de la frecuencia esperada.

Para cada pareja reproductora en 1969, estimé las dimensiones del territorio observando el área inferior que estaba mantenerse alejado de otros peces atacándolos, a pesar de que los límites no estaban definidos con precisión. Luego calculé las arcas y sus valores medios. En los pares normales x normales, el valor medio fue de aproximadamente 1 m<sup>2</sup>, por lo tanto, cercano al de cría de peces de colores en los lagos de Apoyo y Jiloá. En las parejas que tienen machos normales y hembras de morfo brillante, sin embargo, el valor medio fue de 3,3 m<sup>2</sup>, es decir, un aumento de 3 veces. (En 1969, no había parejas que tuvieran un macho de morfo brillante emparejado con una hembra normal.) Los territorios eran aún más grandes en las parejas en las que ambos peces tenían morfos brillantes; el valor medio fue de 6,0 m<sup>2</sup>, o aproximadamente 6 veces el de los pares normales x normales.

Estas observaciones sobre el apareamiento selectivo y el tamaño del territorio son tentadoras, pero no concluyentes. Que el brillante los morfos parecen preferir aparearse entre sí confirmado por experimentos de laboratorio (y los peces de colores normales prefieren parejas de su propio color), y ahora por estudios de campo en Lake Jiloá de J.R. Baylis y K.R. McKaye. Otra experiencia

Los datos en curso sugieren, tentativamente, que las parejas que tienen una pareja dorada y una hembra normal son más propensas a separarse.

que cualquier otra combinación. Paradójicamente, McKaye está descubriendo que cuando se presentan pares de colores mezclados en el lago Jiloá, generalmente tienen una hembra normal apareada con un macho de morfo brillante. La resolución de esta diferencia podría estar en factores demográficos. Por ejemplo, puede haber un exceso de machos de morfología brillante en la clase de mayor tamaño. O una desproporción un gran número de machos de morfología brillante podría reproducirse porque son más capaces de competir por las hembras.

**TABLA 8. Color de compañeros en una alberca del Aeropuerto Los Mercedes. Datos de muestras en 1969 (18 pares; 12,5% de la población de morfos brillantes) y 1971 (20 pares; 13,9% de morfos brillantes). Los datos superiores son las frecuencias de los pares, mientras que los datos inferiores entre paréntesis son las frecuencias esperadas al azar para el porcentaje dado de tipos de color en la población.**

		FEMALES	
		Normal	Bright Morph
MALES	Normal	18 (22.4)	7 (7)
	Bright	2 (7)	11 (1.7)

## DISCUSSION

De alguna manera, el cíclido Midas encuentra su contraparte en los peces de cría bucal africanos del género *Tilapia*. Fryer e Iles (por ejemplo, 1969) han comparado varios aspectos de la biología de la tilapia con la de las pequeñas especies de cíclidos que han irradiado con tanto éxito en los grandes lagos de África. Inspirándose en los escritos de Margalef (p. Ej., 1959), caracterizaron a la tilapia como una especie "inicial" o colonizadora en contraste con los cíclidos altamente especializados que viven en comunidades maduras. Dado que la tilapia también ha demostrado ser tan importante como fuente cultivada de alimento para los humanos, la comparación con el cíclido de Midas parece doblemente pertinente.

Como la tilapia, el cíclido de Midas es un omnívoro que puede subsistir con una dieta predominantemente vegetal. A diferencia de la tilapia, no es un buen colono. Debido a que parece evitar entrar en los ríos, no se dispersa fácilmente.

Esto podría explicar su distribución geográfica limitada. Los lagos proporcionan un ambiente estable, que nuevamente difiere de las situaciones en las que Tilapia parece tener éxito. Pero dentro de los lagos, el cíclido Midas es la especie de cíclido más ubicua. Además, abunda tanto en cuerpos de agua eutróficos como oligotróficos, mientras que la tilapia favorece las situaciones eutróficas. Parte de la diferencia podría deberse a la relativa novedad de la situación geológica en Nicaragua (Miller, 1966; Myers, 1966), o incluso a la intervención humana. El cíclido de Midas puede haber sido introducido en varios lagos de cráter en Nicaragua por las personas que viven allí.

Una característica de la tilapia es que no tiende a especiarse, pero forma híbridos con relativa facilidad. El cíclido de Midas también se ha hibridado, por un instante, en los lagos Masaya y Jiloá (Barlow y Munsey, 1976). Si bien las poblaciones en los diferentes lagos son claramente diferentes, el alcance de esta diferenciación no ha alcanzado el nivel de especie, probablemente debido a lo reciente de la situación.

La tilapia puede vivir varios años, crece rápidamente y, en circunstancias adecuadas, alcanza la madurez sexual con un tamaño pequeño. El cíclido Midas, al ser un criador de sustrato, es mucho más fecundo que la tilapia en un desove determinado. Pero crece más lentamente (comparaciones en este laboratorio) y no alcanza la madurez sexual hasta al menos un año de edad. Como la tilapia, también es de larga vida. Cuando se han utilizado especies de *Cichlasoma* para cultivos agrícolas, se ha observado retraso del crecimiento como resultado de una rápida sobrepoblación (Riedel, 1965); lo mismo se aplica a la tilapia.

Una línea de comparación potencialmente relevante entre cíclidos africanos y centroamericanos es la aparición de policromatismo en ambos. Se ha informado en al menos veinte especies de seis géneros en África (Fryer, 1959, 1961; Fryer e Iles, 1972; Greenwood, 1956a, 1956b, 1957; Lowe-McConnell, 1956) y sin duda se encontrarán más casos. Los morfos más comunes se parecen a los peces de colores, que van del blanco al naranja, y son immaculados, salpicados o manchados de negro; estos morfos son a veces abundantes localmente. Los morfos azules ocurren en ambos sexos de algunas de las especies, y también se han mencionado morfos negros.

Greenwood (1957) y Fryer (1959) no pudieron explicar el policromatismo en los cíclidos africanos. Ambos opinaron que los patrones de colores llamativos podrían estar relacionados genéticamente con algún otro rasgo que sea adaptativo. Pero se piensa que la notoriedad concomitante no es en sí misma lo suficientemente perjudicial para anular la ventaja vinculada.

Existen algunos paralelismos entre el policromatismo en los cíclidos africanos y centroamericanos. Sin embargo, no hay razón para creer que las mismas fuerzas selectivas deban estar operando en cada instante. Además,

existen algunas diferencias notables. En África, las formas brillantes se limitan casi a las hembras, mientras que en América Central ocurren casi por igual en ambos sexos. Muchas de las especies africanas policromáticas son pequeñas, especialmente las de las aguas cristalinas del lago Malawi. Aparentemente, la presencia de policromatismo no se limita a los adultos más grandes, incluso en las especies pequeñas. En contraste, en Centroamérica el policromatismo se limita casi por completo a las especies más grandes y a los individuos más grandes dentro de esas especies. El policromatismo en los cíclidos africanos ocurre en especies que habitan en los arrecifes rocosos en las aguas claras del Gran L, así como en los cíclidos que viven en lagos turbios. En Nicaragua, el policromatismo en el cíclido Midas, y en su pariente cercano, *C. labiatum*, está asociado con aguas turbias. Sin embargo, las dos especies muy grandes, *Petenia splendida*, en Belice, y *C. dovii*, en Costa Rica, habitan en aguas claras, aunque las formas brillantes ocurren con una frecuencia mucho menor que la observada para el cíclido Midas.

Dada la amplia ocurrencia, en muchos peces no emparentados, de formas de colores llamativas que se asemejan a los peces de colores (véanse las referencias en Webber, Barlow y Brush, 1973), es sorprendente que haya habido tan pocos intentos de explicar el fenómeno. Breder (1959: 408) sugirió que los morfos brillantes podrían actuar como líderes, pero (1973). El morfo dorado tiene una ventaja cuando están involucradas contiendas agresivas directas, pero no es porque el morfo dorado sea inherentemente más agresivo sino porque inhibe el ataque de los otros peces (Barlow y Wallach, 1975). También es posible que, por razones similares, los morfos de oro tengan la ventaja en la obtención de parejas y criaderos. Pero las observaciones sobre las poblaciones reproductoras en la naturaleza, como las que actualmente realiza McKaye (por ejemplo, McKaye y Barlow, 1976), tendrán que dar la respuesta a esta pregunta.

En un momento pensé que la aparición del morfo dorado debería ser un factor importante en la regulación de la densidad de población. Si una población alcanzara el límite superior de la capacidad de carga del medio ambiente, habría una intensa competencia intraespecífica por los alimentos y otros recursos. Como consecuencia, la mayoría, si no todos los adultos, tendrían dificultades para comer lo suficiente para sustentar la vida y probablemente no obtendrían suficiente alimento para satisfacer la demanda metabólica adicional en que incurre la reproducción; esto sería crucial para las mujeres debido a la gran cantidad de tejido ovárico que tienen que depositar. Tal población podría no reproducirse durante uno o más años, hasta que el número de adultos haya bajado a un nivel que permita a algunos de ellos obtener suficiente alimento para reproducirse. Sin embargo, dado que los alevines y los juveniles pequeños no compiten con los

adultos por la comida, si alguna pareja se reprodujera durante períodos de superpoblación, su descendencia podría proporcionar una proporción inusualmente grande de la siguiente población reproductora adulta, en igualdad de condiciones.

Aquí es donde la capacidad del morfo dorado para dominar los concursos sobre comida se vuelve significativa. Debería ser particularmente importante para las hembras doradas, por las razones expuestas en lo anterior. (Con el tiempo, la aparición de xantomorfismo podría limitarse a las hembras, como en los cíclidos africanos. Sin embargo, la situación en África no es del todo comparable, porque las funciones reproductivas de esos cíclidos están más diferenciadas, y las hembras que reproducen la boca son responsables de todos los trabajos parentales. Esta hipótesis sobre la regulación de la población predice fluctuaciones en la abundancia de morfos de oro en relación con la densidad de población, un aumento de morfos de oro que sigue poco después de un pico de población, si tal ocurre. Desafortunadamente, no he podido obtener datos que confirmen o refuten esta hipótesis. Las proporciones generalmente estables de morfos de oro en los diversos lagos a lo largo del tiempo hablan en contra de la hipótesis o indican una situación de estado estable con las poblaciones mantenidas cerca de la capacidad de carga de sus entornos. Cualquier fluctuación que pudiera observarse debería, desde este punto de vista, ser relativamente pequeña. El porcentaje ligeramente mayor de morfos de oro, y de tamaños más pequeños, en la población del lago Masaya que Baylis recolectó en 1972 podría ser un ejemplo en apoyo de la hipótesis. Observaciones recientes en el lago Jiloá, además, indican que los morfos de oro en realidad se reproducen con más éxito cuando la densidad de población es alta (McKaye y Barlow, 1976).

El dominio de los morfos dorados depende de su capacidad para comunicarse en aguas turbias o profundas. Para que sean eficaces como señal, deben ser muy visibles. En aguas poco profundas o turbias, se cree que los colores naranjas a rojo son los que mejor se ven (Luria y Kinney, 1970; Lythgoe, 1968). Recuerde que en los turbios Grandes Lagos y en el lago Masaya, las formas brillantes que ocurren con mayor frecuencia son del naranja al rojo (ver también Barlow y Munsey, 1976). Siguiendo a Lythgoe (l.c.), los morfos amarillos y blancos deberían ser relativamente discretos allí. La relación en el lago Jiloá, un lago ligeramente turbio donde debe prevalecer la luz verde, no se discute tan fácilmente debido a la escasez de datos sobre los colores de los morfos, y las profundidades generalmente mayores donde se encuentran se encontró. Pero se aplica la misma lógica: los morfos naranjas deben destacar, mientras que los amarillos y blancos deben verse grises y, por lo tanto, pasan desapercibidos. No obstante, los morfos normales se camuflan mejor porque tienen barras y manchas disruptivas, están mejor sombreados y, a menudo, están teñidos de amarillo o verde.

Si los peces xantomorfos tienen estas ventajas, ¿por qué no todos los peces son de oro? En parte es porque la ventaja de ser oro es relativo a tener morfos normales para comparar. Por ejemplo, cuando los morfos de oro se mantienen con morfos de su propio color en el laboratorio, crecen no más rápido que los morfos normales sostenidos solo con sus propios colores (Barlow, 1973). Si los morfos de oro fueran cada vez más abundantes, la ventaja de ser oro podría

Nos veremos superados por sus desventajas. En apoyo de esto hay estudios de laboratorio (Barlow, Bauer y McKaye, en preparación) que indican que el efecto inhibitorio del ataque del morfo dorado disminuye a través de la experiencia con él.

Una de las principales desventajas de ser un morfo dorado es la pérdida de la capacidad de cambiar los patrones de color y consecuentemente, una marcada pérdida en la flexibilidad de la comunicación. El pez también pierde su patrón de identificación de especies.

No obstante, existe cierto compromiso a este respecto: Cuando hay colores más oscuros, tienden a ser más la espalda, mientras que el vientre tiende a ser más ligero sea cual sea el tono o marcas. Así, incluso los morfos más brillantes han cierto grado de sombreado.

Una de las mayores necesidades es la información sobre la interacción entre el cíclido Midas y sus depredadores. Si nosotros aceptamos la hipótesis de la imagen de búsqueda de que si la conspicua morfología es lo suficientemente poco frecuente como el depredador lo pasa por alto (Clarke, 1962), entonces debemos saber cuán relativamente y cuán absolutamente infrecuente la morfología debe ser para este fenómeno para operar. No podría dar cuenta de la proporción estable de morfos de colores brillantes de alrededor del 7% al 10% en la población adulta. Por otro lado, es posible que el depredador opere según el principio de rareza (Pielowsky, 1961; Mueller, 1968).

Utilizando la hipótesis de la imagen de búsqueda, es difícil explicar por la ausencia virtual de pequeños colores brillantes se transforma en el cíclido de Midas; su ausencia sugiere total selección contra ellos por debajo de un cierto tamaño, para la genética el potencial está ahí. He aprendido del acuarista, Guy Jordania, que es posible en el laboratorio seleccionar para Cíclidos Midas que se metamorfosean en la fase dorada mientras todavía freír. Por tanto, la especie tiene la capacidad genética de producir alevines de oro, dejando fuera la fase normal. El mismo argumento se aplica a la ausencia de morfos brillantes en lagos claros como Apoyo donde el potencial genético de los morfos existe.

El tamaño en relación con el depredador es un factor importante. Cálculos Apoyar la opinión de que los cíclidos Midas adultos son demasiado grandes para ser devorados por sus depredadores visuales comunes. En apoyo de esto, recuerde que varios adultos enfermos y débiles fueron capturados a mano en el lago Jiloa. Eran obviamente vulnerable a la depredación, pero *C. dovii* habría los encontró demasiado grandes para devorarlos. También se debe considerar el tamaño en relación con la claridad del agua. Cuanto más clara es el agua, mayor la distancia sobre la que el depredador puede detectar sorpresa (ver más abajo). Así, uno podría predecir que el más pequeño Los tamaños en los que se producen las morfologías de oro serían más grandes en la naturaleza de la relación dependería del espectro espectral, propiedades de la luz, según profundidad y turbidez.

Finalmente, se debe considerar la evidencia comparativa. Todos peces cíclidos en Centroamérica que tienen morfos de oro en la naturaleza es grande cuando tiene un tamaño de cría. La especie más pequeña, por ejemplo, *C. nigrofasciatus* y *C. severum*, han producido oro morfos en acuarios. Pero estos aparentemente son eliminados por depredadores en la naturaleza, o se limitan a adultos raros y muy grandes.

Una desventaja adicional es que las formas de colores brillantes podría atraer depredadores a la descendencia. Esto parece poco probable porque los padres normales asumen un rico patrón de contraste durante la reproducción, pero la hipótesis merece ser probada.

Las aguas turbias son evidentemente permisivas con el oro. se transforma en el cíclido de Midas, en lugar de ser causal. En aguas de visibilidad limitada, la distancia de detección visual de los depredadores puede ser tan pequeño que la coloración de la presa no es un factor en atraerlo a la presa. Una vez lo suficientemente cerca para hacer un golpe efectivo, el factor decisivo podría ser la rapidez de la presa. Y cuanto mayor es la presa, mayor es su velocidad absoluta. Un cíclido Midas adulto podría salir del campo del depredador tan rápido que el color no es importante. Pero cuanto más pequeña es la presa, más lenta es su velocidad y, en consecuencia, cuanto mayor sea la distancia relativa nadar para salir de la esfera de detección del depredador. En ese intervalo al que el depredador podría responder de manera diferente los morfos de colores brillantes.

También es importante recordar que la mayoría de los depredadores favorecer a los cíclidos Midas más pequeños simplemente porque pueden manejarlos mejor. En el caso de depredadores realmente grandes que pueden devorar fácilmente a los adultos, como el pez sierra y el tiburón en el lago de Nicaragua, la visión puede no ser importante y el color de presa, por lo tanto, puede ser de poca importancia. Elasmobranchios son a menudo comedores nocturnos y se sabe que detectan olor o campo eléctrico de su presa.

El hecho de que el cíclido de Midas se transforme en un conspicuo morfo en un tamaño relativamente avanzado plantea algunas interesantes preguntas sobre el apareamiento selectivo. Como se mencionó, estudios de laboratorio y de campo indican que esta especie tiende a aparearse de forma variada en relación con su color. No lo es; sin embargo, es posible decidir si la elección se basa en una conciencia del propio color, o un fenómeno muy parecido a la impronta derivada de la coloración del pez padres o hermanos (por ejemplo, Sjolander y Ferno, 1973). Muchos de los adultos normales podría haber tenido padres de oro. ¿Con quién, entonces, se aparearían? ¿Con peces de su propio color? ¿O del color de sus padres? Si tal pez se aparea según su coloración actual, que produciría una mezcla disortativa de los genes. Tal fenómeno podría mantener los genes para el oro se transforma a una frecuencia relativamente baja siempre que la metamorfosis ocurre tarde en la vida. Si la reproducción ocurre antes hasta el momento en que las morfos de oro son abundantes, luego disortativo el apareamiento debe prevalecer. Pero si la cría se realiza solo por el pez muy grande, cuando la probabilidad de ser oro es genial, entonces el apareamiento selectivo sería más efectivo. Por otro lado, es posible que la clase de tamaño de la cría, los machos presentan un exceso de oro disponible en machos al tamaño de las hembras doradas reproductoras. Luego apareamiento disortativo volvería a ser promovido porque algunos machos de oro tendría que aparearse con hembras normales. Esto también presupone que los machos de oro son más eficaces como criadores, ya sea en virtud de poder obtener más comida para ser competente para reproducirse, o compitiendo por lugares de reproducción.

Los resultados de laboratorio sugieren que ambos podrían funcionar. Por supuesto, aquí hay consideraciones económicas como bien. El cíclido de Midas es un candidato obvio para la acuicultura en Nicaragua.

No tengo datos suficientes para probar esta hipótesis. La naturaleza de la relación dependería de las propiedades espectrales de la luz, según la profundidad y la turbidez. Finalmente, se debe considerar la evidencia comparativa. Todos los peces cíclidos de América Central que tienen morfos dorados en la naturaleza son grandes cuando tienen el tamaño de reproducción. Las especies más pequeñas, por ejemplo, *C. nigrofasciatum* y *C. severum*, han producido morfos de oro en los acuarios. Pero estos aparentemente son eliminados por depredadores en la naturaleza, o se limitan a adultos raros y muy grandes.

Una desventaja adicional es que los morfos de colores brillantes pueden atraer depredadores a la descendencia. Esto parece poco probable porque los padres normales asumen un patrón rico en contraste cuando se juntan, pero la hipótesis merece ser probada.

Las aguas turbias son evidentemente permisivas con las morfos de oro en el cíclido de Midas, más que causales. En aguas de visibilidad limitada, la distancia de detección visual de los depredadores puede ser tan pequeña que la coloración de la presa no es un factor para atraerla hacia la presa. Una vez lo suficientemente cerca para hacer un golpe efectivo, el factor decisivo podría ser la rapidez de la presa. Y cuanto más grande es la presa, mayor es su velocidad absoluta. Un cíclido Midas adulto podría salir del campo del depredador tan rápido que el color no es importante. Pero cuanto más pequeña es la presa, más lenta es su velocidad y, en consecuencia, mayor es la distancia relativa que tendría que nadar para salir de la esfera de detección del depredador. En ese intervalo, el depredador podría responder de manera diferente a los morfos de colores brillantes.

También es importante recordar que la mayoría de los depredadores favorecerán a los cíclidos Midas más pequeños simplemente porque pueden manejarlos mejor. En el caso de depredadores realmente grandes que pueden devorar fácilmente a los adultos, como el pez sierra y el tiburón en el lago de Nicaragua, la visión puede no ser importante y el color de la presa, por lo tanto, puede ser de poca importancia. Los elasmobranchios a menudo se alimentan de forma nocturna y se sabe que detectan el olor o el campo eléctrico de sus presas.

El hecho de que el cíclido Midas se transforme en morfos llamativos en un tamaño relativamente avanzado plantea algunas preguntas interesantes sobre el apareamiento selectivo. Como se mencionó, tanto los estudios de laboratorio como los de campo indican que esta especie tiende a aparearse de manera variada en relación con su color. Todavía no es posible decidir si la elección se basa en la conciencia del propio color o en un fenómeno muy parecido al de la impronta derivada de la coloración de los padres o hermanos del pez (por ejemplo, Sjolander y Ferno, 1973). Muchos de los adultos normales podrían haber tenido padres dorados. Entonces, ¿con quién se aparearían? ¿Con peces de su propio color? ¿O del color de sus padres? Si un pez así se aparease de acuerdo con su coloración actual, se produciría una mezcla disortativa de los genes. Tal fenómeno podría mantener los genes de las morfos de oro a una frecuencia relativamente baja siempre que la metamorfosis se produzca tarde en la vida. Si la reproducción ocurre antes del momento en que abundan las morfos de oro, entonces debe prevalecer el apareamiento disortativo. Pero si la cría se realiza solo por peces muy grandes, cuando la probabilidad de ser oro es grande, entonces el apareamiento selectivo sería más efectivo. Por otro lado, es posible que la clase de tamaño de los machos reproductores presente un exceso de machos dorados disponibles en relación con el tamaño de las hembras doradas reproductoras. Entonces se promovería nuevamente el apareamiento disortativo porque algunos machos de oro tendrían que aparearse con hembras normales. Esto también presupone que los machos de oro son más efectivos como criadores, ya sea porque pueden obtener más alimento para ser competentes para reproducirse o

compitiendo por los sitios de reproducción. Los resultados de laboratorio sugieren que ambos podrían funcionar.

Por supuesto, aquí también hay consideraciones económicas. El cíclido de Midas es un candidato obvio para la acuicultura en Nicaragua. No habría preocupación por su fuga a las aguas locales y perturbando la fauna endémica, como sería el caso de especies exóticas como el cíclido pavo real *Cichla ocellaris* (Zaret y Paine, 1973) o la tilapia. El cíclido Midas es un pescado de consumo deseable debido a su fino sabor y carne firme. Sería fácil de cultivar debido a su alta fecundidad, pero necesitamos saber más sobre su tasa de crecimiento. Claramente se adapta a las condiciones locales. Es importante destacar que es omnívoro y gran parte de su dieta consiste en plantas maestras, particularmente en Aufwuchs<sup>1</sup>. En consecuencia, existe una cadena alimentaria corta entre los productores primarios, las algas, y el consumidor, aquí el cíclido Midas. Esto da como resultado una alta eficiencia trófica.

Los peces preferidos localmente para comer, aunque hay menos disponibles para comer, son *C. managuense* y *C. dovii*. Son especies más grandes que tienen carne más accesible y, por lo tanto, son más fáciles de comer. Pero ambas especies son depredadores. Por tanto, existe un problema para alimentarlos. Cada uno es la culminación de una cadena alimentaria larga y, por tanto, relativamente ineficiente. Además, los individuos de ambas especies están muy espaciados en la naturaleza y,

#### LITERATURA CITADA

- BARLOW, G. W. 1973. Competition between color morphs of the polychromatic Midas cichlid *Cichlasoma citrinellum*. *Science* 179:806-807.
- BARLOW, G. W. 1974. Contrasts in social behavior between Central American cichlid fishes and coral-reef surgeon fishes. *Amer. Zool.* 14:7-32.
- BARLOW, G. W., and P. J. BALLIN. 1975. The influence of coloration on dominance in the polychromatic Midas cichlid. In press.
- BARLOW, G. W., J. R. BAYLIS and D. ROBERTS. 1976. Chemical analyses of some crater lakes in relation to adjacent Lake Nicaragua. In: T. B. Thorson (ed.).

---

<sup>1</sup> Aufwuchs son las plantas y animales que se adhieren a partes de plantas acuáticas enraizadas y otras superficies abiertas, también organismos y detritos que recubren rocas y plantas en un ambiente acuático a menudo alimentado por peces especializados como raspadores. (Véase también: Perifiton)

Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. School of Life Sciences, Univ. Nebr.-Lincoln.

BARLOW, G. W., and J. W. MUNSEY. 1976. The red devil-Midasarrow cichlid species complex in Nicaragua. In: T. B. Thorson (ed.). Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. School of Life Sciences, Univ. Nebr.-Lincoln.

BARLOW, G. W., and S. J. WALLACH. 1975. Color and levels of aggression in the Midas cichlid. In press.

BAYLIS, J. R. 1974. The behavior and ecology of *Herotilapia multispinosa* (Pisces, Cichlidae). *Z. Tierpsychol.* 34:115-146.

BLEICK, C. R. 1970. The behavior of a Central American cichlid fish, *Cichlasoma managuense*, and the functions of its color patterns: A laboratory and field study. Master's Thesis, University of California, Berkeley.

BREDER, C. M. 1959. Studies on social groupings in fishes. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 117:397-481.

BURUGA, J. H. 1967. Preliminary studies of predation by *Haplochromis longirostris* Hilgendorf (Pisces; Cichlidae). *Rept. E. Afr. Freshw. Fish. Res. Org.* 1966:25-32.

CANNON, R. 1966. *The Sea of Cortez*. Lane, Menlo Park, California.

CLAREE, B. 1962. Balanced polymorphism and the diversity of sympatric species. *System. Assoc. Publ.* 4:47-70.

COLE, G. A. 1976. Limnology of the Great Lakes of Nicaragua. In: T. B. Thorson (ed.). Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. School of Life Sciences, Univ. Nebr.-Lincoln.

COMSTOCK, A. B. 1967. *Handbook of nature-study*, 24th ed. Comstock, Ithaca, New York.

EWERS, W. H., and C. R. ROSE. 1966. Polymorphism in *Velacumantus australis* (Gastropoda: Potamididae) and its relationship to parasitism. *Austr. J. Zool.* 14:49-64.

Fox, H. M., and G. VEVERS. 1960. *The nature of animal colours*. Sidgwick and Jackson, London.

FRYER, G. 1959. The trophic interrelationships and ecology of some littoral communities of Lake Nyasa with especial reference to the fishes, and a discussion of the evolution of a group of rock frequenting Cichlidae. *Proc. Zool. Soc. London* 132 (Part 2):153-281.

- FRYER, G. 1961. Observations on the biology of the cichlid fish *Tilapia variabilis* Boulenger in the northern waters of Lake Victoria (East Africa). *Rev. Zool. Bot. Afr.* 64:1-33.
- FRYER, G., and T. D. ILES. 1969. Alternative routes to evolutionary success as exhibited by African cichlid fishes of the genus *Tilapia* and the species flocks of the Great Lakes. *Evolution* 23:359-369.
- FRYER, G., and T. D. ILES, 1972. The cichlid fishes of the Great Lakes of Africa. Their biology and evolution. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- GILBERT, C. R., and D. P. KELSO. 1971. Fishes of the Tortuguero area, Caribbean Costa Rica. *Bull. Fla. St. Mus. Biol. Sci.* 16:1-54.
- GREENWOOD, P. H. 1956a. The monotypic genera of cichlid fishes in Lake Victoria. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.* 3:295-33.
- GREENWOOD, P. H. 1956b. A revision of the Lake Victoria *Haplochromis* species (Pisces, Cichlidae). Part I: *H. obliquidens* Hilgendorf, *H. nigricans* (Blgr.), *H. nuchisquamulatus* (Hilgendorf) and *H. lividus* sp. n. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.* 4:223-244.
- GREENWOOD, P. H. 1957. A revision of the Lake Victoria *Haplochromis* species (Pisces, Cichlidae). Part II: *H. sauvagei* (Pfeffer), *H. prodromus* Trewavas, *H. granti* Blgr., and *H. xenognathus* sp. n. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.* 5:75-97.
- INFONAC. 1971. Las pesquerías y los recursos pesqueros del Gran Lago de Nicaragua, Primera parte. Instituto de Fomento Nacional, División de Pesca, Boletín Informativo de Pesca 3(1).
- IVANOFF, A. 1955. La photographie du Monde Sous-marine. *Sci. Vie* 1955:81.
- LEONG, C.-Y. 1969. The quantitative effect of releasers on the attack readiness of the fish *Haplochromis burtoni* (Cichlidae, Pisces). *Z. vergl. Physiol.* 65:29-50.
- SIIU YEN. 1961. Informe al gobierno de Nicaragua sobre el desarrollo de un proyecto de pesquerías continentales en dicho país, 1959-60. Informe F. A. O. 1347:1-21.
- EOWE-MCCONNELL, R. H. 1956. The breeding behaviour of *Tilapia* species (Pisces: Cichlidae) in natural waters. Observations on *T. karomo* Poll and *T. variabilis* Boulenger. *Behaviour* 9:140-163.

- LURIA, S. M., and J. A. S. KINNEY. 1970. Underwater vision. *Science* 167:1454-1461.
- LYTHGOE, J. N. 1968. Red and yellow as conspicuous colours underwater. *Underw. Assoc. Rep.* 1968:51-53.
- MARGALEF, R. 1959. Mode of evolution of species in relation to their places in ecological succession. *Proc. 15th Intern. Congr. Zool.*, pp. 787-789.
- MCKAYE, K. R. and G. W. BARLOW. 1976. Competition between color morphs of the Midas cichlid, *Cichlasoma citrinellum*, in Lake Jiloá, Nicaragua. In: T. B. Thorson (ed.). *Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes*. School of Life Sciences, Univ. Nebr.-Lincoln.
- MESE, S. E. 1907. Synopsis of the fishes of the Great Lakes of Nicaragua. *Field Columb. Mus. Pub.* 121, Zool. Ser. 7:97-132.
- MERTENS, L. E. 1970. *In-water photography*. Wiley, New York.
- MILLER, R. R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia* 1966:773-802.
- MOODIE, G. E. E. 1972. Predation, natural selection, and adaptation in an unusual threespine stickleback. *Heredity* 28:155-167.
- MUELLER, H. C. 1968. Prey selection: oddity or conspicuousness? *Nature* 217:92.
- MUNTZ, W. R. A. 1973. Yellow filters and the absorption of light by the visual pigments of some Amazonian fishes. *Vision Res.* 13:2235-2254.
- MYERS, G. S. 1966. Derivation of the freshwater fish fauna of Central America. *Copeia* 1966:766-773.
- NOAKES, D. L. G. and G. W. BARKOW. 1973. Ontogeny of parentcontacting in young *Cichlasoma citrinellum* (Pisces, Cichlidae). *Behaviour* 46:221-255.
- PIELOWSKI, Z. 1961. Über den Unifikationseinfluss der Selektiven Nahrungswahl des Habichts (*Accipiter gentilis* L.) auf Haustauben. *Ekol. Polska, Ser. A.*, 9:183-192.
- RIEDEL, D. R. 1964. Informe al gobierno de Nicaragua sobre mejoramiento de las técnicas de pesca en el Lago de Managua y otras aguas continentales, 1961-62. *Informe F. A. O.* 1885:1-46.
- RIEDEL, D. R. 1965. Some remarks on the fecundity of *Tilapia* (*T. mossambica* Peters) and its introduction into middle Central America (Nicaragua) together with a first contribution towards the limnology of Nicaragua. *Hydrobiologica* 25:357-388.
- SCHENK, H., and H. KENDALL. 1954. *Underwater photography*. Cornell Maritime Press, Cambridge, Maryland.

- SCHUSTER, W. H. 1957. Informe al gobierno de Nicaragua sobre fomento de la pesca continental. Informe F. A. O. 607:1-13.
- SEMLER, D. E. 1971. Some aspects of adaptation in a polymorphism for breeding colorus in the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.). J. Zool. London 165:291-302.
- SJOLANDER, S. and A. FERNO. 1973. Sexual imprinting on another species in a cichlid fish, *Haplochromis burtoni*. Rey. Comp. Anim. 7:77-81.
- VILLA, J. 1968. Una teoría sobre el origen de los peces de Xiloá. Encuentro: Rev. Univ. Centro. Amer. 1:202-214.
- VILLA, J. 1971. Presence of the cichlid fish *Cichlasoma managuense* in Lake Xiloá, Nicaragua. Copeia 1971:186.
- WEBERER, R., G. W. BARLOW and A. H. BRUSH. 1973. Pigments of a color polymorphism in a cichlid fish. Comp. Biochem. Physiol. 44B:1127-1135.
- ZARET, T. M. and R. T. PAINE. 1973. Species introduction in a tropical lake. Science 182:449-455. ■

## **Leoncillo, *Herpailurus yaguarondi***



El leoncillo (*Herpailurus yaguarondi*) es un pequeño gato salvaje nativo de América. Su área de distribución se extiende desde el centro de Argentina en el sur hasta la frontera entre Estados Unidos y México en el norte, pasando por América Central y del Sur al este de los Andes. El leoncillo es un gato de tamaño mediano y complexión delgada. Su coloración es uniforme, similar a la de su pariente más cercano, el puma mucho más grande, pero difiere significativamente de otros gatos neotropicales (como los pequeños gatos manchados del género *Leopardus*). Tiene un cuerpo alargado con patas relativamente cortas, una cabeza pequeña y estrecha, orejas pequeñas y redondas, un hocico corto y una cola larga, que se asemeja a las nutrias y comadrejas en estos aspectos. Es aproximadamente el doble de grande que el gato doméstico, alcanza casi 36 cm (14 pulgadas) en el hombro y pesa de 3,5 a 7 kg (7,7 a 15,4 libras). Tiene dos morfos de color: gris y rojo.