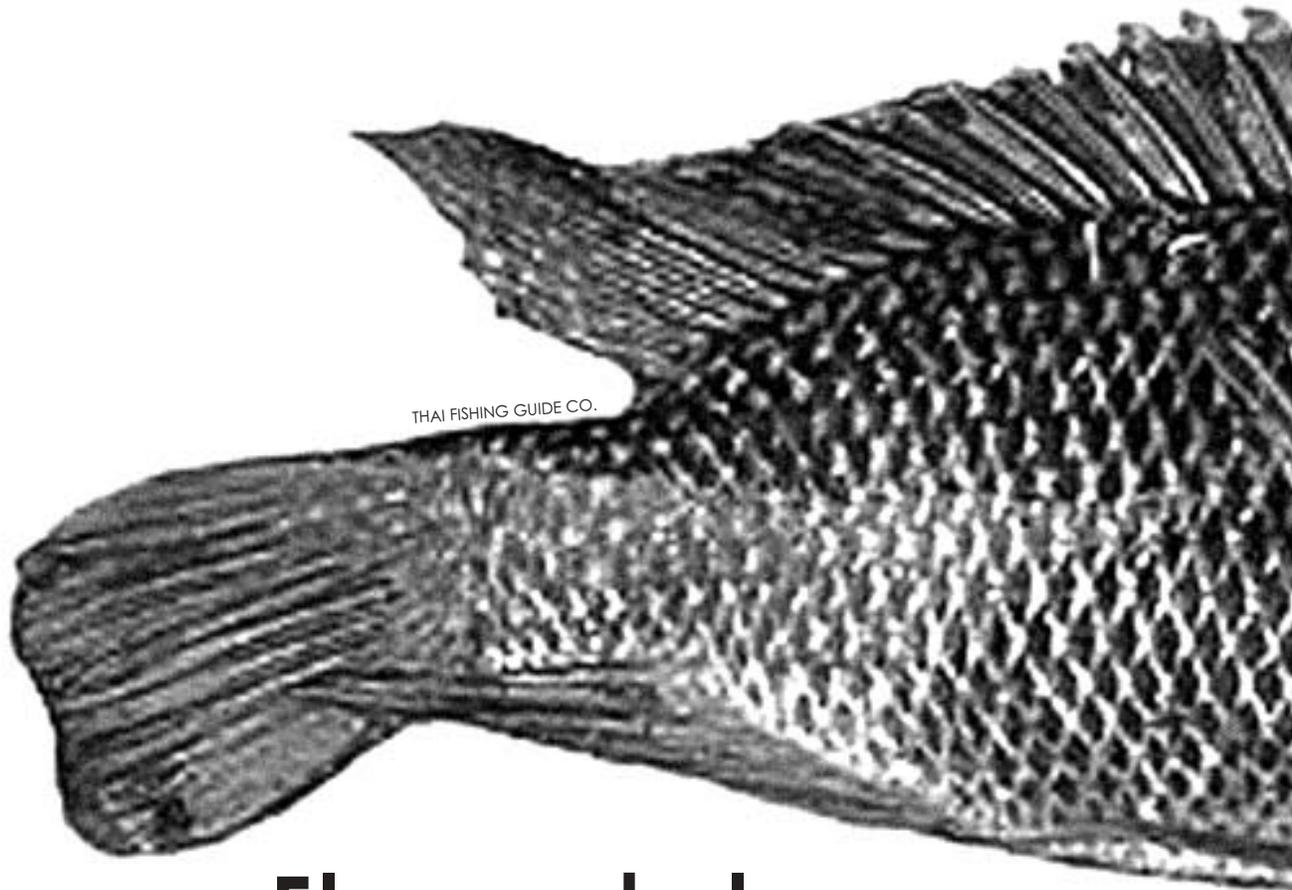


---

# Integridad biótica



## El caso de la tilapia africana en Quintana Roo

# y biodiversidad acuática

Juan Jacobo Schmitter-Soto

La biodiversidad es más que la composición de especies presentes en un ecosistema, aunque en el típico informe de un estudio de impacto ambiental los resultados ecológicos suelen presentarse como simples listas de especies detectadas en el sitio de estudio.

La integridad biótica de un ecosistema es útil como punto de referencia, línea de base para el seguimiento de su salud ambiental, o bien meta de su restauración o conservación. El concepto fue definido en 1981 por James Karr, un investigador estadounidense vecindado en Panamá, como "la capacidad de sostener y mantener una comunidad de organismos balanceada y adaptable, con una composición, diversidad y organización funcional comparables a la de hábitat naturales en la región".

En otras palabras, la biodiversidad *per se* es sólo uno de los elementos de la integridad biótica. Para considerar que un sitio está bióticamente íntegro, además de constatar la presencia de todo el elenco de especies originales, es preciso que la estructura y la función sean naturales, es decir, se aprecien tal como serían en ausencia de impacto.

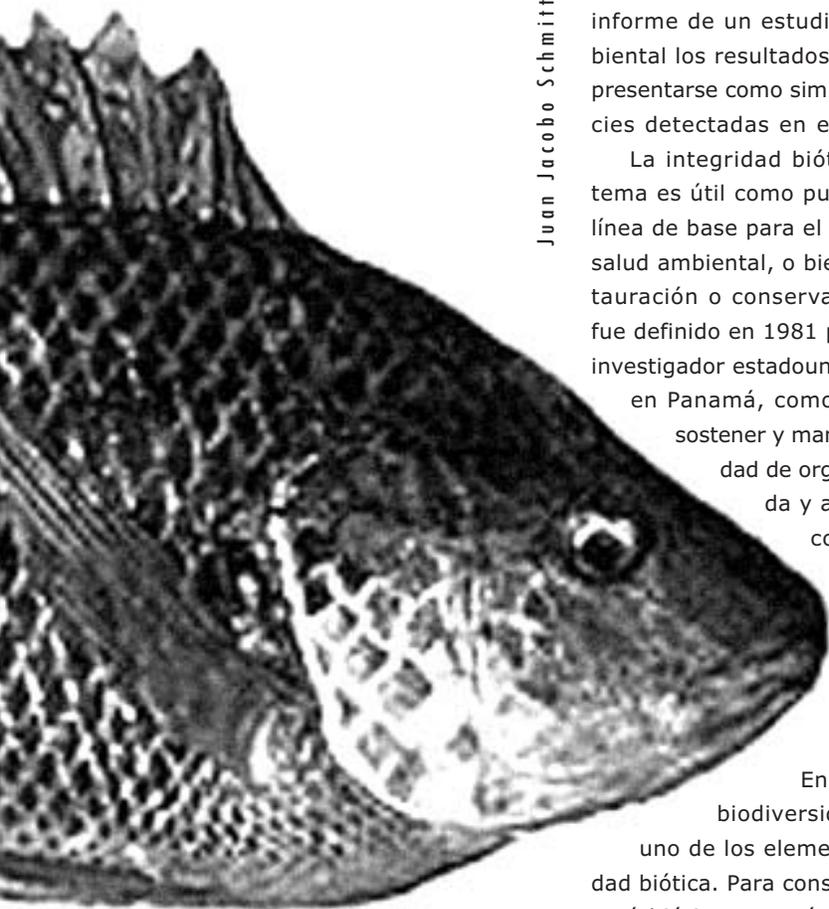
Por *estructura* entendemos la serie o patrón de abundancias relativas de las especies presentes en la comunidad. En todo ecosistema natural, lo usual es observar pocas especies abundantes, algunas medianamente abundantes, y muchas relativamente raras (infrecuentes, escasas). En las primeras fases de

alteración de un ecosistema, puede ser que se encuentren aún todas las especies originales, pero que algunas (quizá las de estrategia oportunista) se hayan vuelto más abundantes de lo normal y otras (quizá las de estrategia especialista) se hayan convertido en raras. Ante impactos más graves, no sólo la estructura cambiará, sino también la composición, es decir, algunas especies desaparecerán del elenco.

Por *función* entendemos el uso que las especies hacen de su hábitat, es decir, de qué se alimentan, dónde se reproducen (e inclusive con quién se reproducen), etcétera. Este aspecto puede referirse al nivel comunitario; por ejemplo, qué proporciones existen de carnívoros y herbívoros, o bien de peces pelágicos (es decir, habitantes de la columna de agua) y peces benthicos (esto es, que viven en el fondo).

Sin embargo, el término función también puede referirse a alteraciones en la historia natural de una especie determinada. Por ejemplo, existen peces que, en condiciones óptimas de su hábitat, mantienen la "moral y las buenas costumbres", reproduciéndose sólo con los de propia especie, pero que, bajo cierta degradación ambiental (por ejemplo, una pérdida en la transparencia del agua, que les impida reconocer a sus congéneres visualmente), pueden comenzar a producir híbridos con otras especies. Otra alteración en el aspecto funcional del ecosistema podría ser el cambio de una dieta especialista a una generalista, como la de un carnívoro que se volviera omnívoro ante la escasez de sus presas habituales.

Para medir la integridad biótica es preciso evaluar todos los niveles men-



cionados. La riqueza (número de especies) es un ingrediente de suyo relevante, pero hay que añadir otros. Por ejemplo, la presencia de especies indicadoras, ya sean las delicadas, sensibles al impacto (por ejemplo, intolerantes a la contaminación), o bien, las especies oportunistas, que aprovechan los cambios ambientales para reproducirse en demasía, tomando ventaja de los problemas que enfrentan las especies sensibles.

Los índices de integridad biótica (mismos que, por razones biogeográficas, tienen que diseñarse "sobre medida" para cada región) incluyen también las abundancias relativas de ciertos taxones (especies, géneros, familias) y de grupos funcionales (carnívoros, herbívoros; pelágicos, benthicos). Se piensa, por ejemplo, que la abundancia de peces mariposa (familia Chaetodontidae) indica buena salud en arrecifes coralinos, lo mismo que la abundancia de peces herbívoros, los cuales controlan el crecimiento de algas. La presencia de especies longevas es también un excelente indicador, pues éstas tienen ciclos de vida más largos, de modo que pueden tardar demasiado en reponer su abundancia habitual después de un impacto.

La incidencia de anomalías es también un elemento a considerar en la evaluación de la integridad biótica. Es sabido, por ejemplo, que la contaminación puede aumentar la incidencia de lesiones, malformaciones e infecciones

en algunos peces. También puede ser de interés medir la prevalencia de parásitos, aunque en este caso habrá que distinguir entre las condiciones naturales de parasitosis y las condiciones anómalas; por ejemplo, una cantidad inusual de helmintos por pez, o bien la presencia de parásitos exóticos, no nativos del sitio.

Lo anterior nos lleva al elemento de integridad biótica que es el punto focal de esta contribución: el grave problema de las *especies invasoras*, que no son sólo parásitos, sino también plantas o peces.

### Las especies invasoras

¿Qué ocurre cuando una especie entra en un ecosistema que no es el suyo, generalmente con un poco de "ayuda" humana? Si no enfrenta limitaciones ambientales graves (digamos, de tipo climático), es previsible que podría establecerse y tener éxito, en vista de que no se encontrará con los competidores y depredadores de su ecosistema original, aquellos que coevolucionaron con ella a lo largo de milenios y que están adaptados para lidiar con ella. Cabría decir, "nadie es profeta en su tierra": especies de abundancia modesta en su lugar de origen suelen volverse plaga cuando son introducidas en otras regiones.

La tilapia africana es una de las especies invasoras más notorias en los ecosistemas dulceacuícolas

del mundo, con efectos dramáticos en muchos de ellos. Ha invadido desde Estados Unidos hasta Australia, donde quiera que la temperatura mínima invernal no sea excesivamente baja; en las regiones tropicales, es el pez exótico más difundido que existe.

El término *tilapia* se refiere a varias especies de mojarra (Cichlidae) del género *Oreochromis*, entre otros. Es originaria de los grandes lagos de África oriental. Fue introducida por primera vez en aguas mexicanas a partir de cepas cultivadas en Alabama, EUA, en 1964.

El éxito del cultivo de tilapia se debe a sus "virtudes acuiculturales": es un pez relativamente fecundo y, sobre todo, con alta sobrevivencia de larvas. Adquiere biomasa (es decir, crece) con rapidez. Es tolerante a condiciones ambientales cambiantes y extremas, tales como concentraciones de oxígeno disuelto cercanas a cero y salinidad lo mismo de agua dulce que casi marina. Su alimentación es diversa, basada primordialmente en detritus (aunque no desdeña engullir larvas de otras especies, dada la ocasión). Finalmente, su tecnología de manejo está muy bien establecida: no hay mayor necesidad de invertir en investigación acuicultural sobre tilapia, puesto que existen numerosos paquetes tecnológicos disponibles en el mercado.

Desgraciadamente, las virtudes acuiculturales de la tilapia llevan como oscura contraparte *vicios ecológicos*. Estos peces son responsables de impactos ecológicos severos en ambientes naturales. En densidad elevada pueden incluso estropear las aguas a través de sus deyecciones, por contaminación orgánica (el proceso conocido como eutrofización).

Un ejemplo de los efectos de introducir tilapia al medio natural fue documentado en 1995 por McKaye y sus colaboradores en el Lago Nicaragua, el mayor de América Central. En sólo nueve años, la tilapia se volvió el pez más abundante en las pesquerías del lago. Las mojarra nativas se volvieron escasas y algunas desaparecieron del todo.

ARCHIVO



¿Qué ocurre cuando una especie entra en un ecosistema que no es el suyo, generalmente con un poco de “ayuda” humana? “Nadie es profeta en su tierra”: especies de abundancia modesta en su lugar de origen suelen volverse plaga cuando son introducidas en otras regiones.

Quizá es apropiado hacer en este punto una digresión sobre los tipos de cultivo de peces. El cultivo denominado extensivo, que en esencia no es más que la liberación de organismos en un lago o laguna, ha caído en desuso desde mediados de los años ochenta, debido no sólo al reconocimiento, tardío pero franco, del impacto ambiental de semejante práctica, sino a que el rendimiento de la tilapia (y, en general, de cualquier recurso acuícola) resulta menor bajo tales condiciones.

Así pues, el cultivo extensivo se ha visto sustituido por el cultivo semi-intensivo (generalmente en jaulas flotantes o “corrales”), así como por el cultivo intensivo (en estanquería), o piscicultura en el sentido más estricto del término. No obstante las buenas intenciones, el uso de jaulas flotantes ha redundado muchas veces en escape de los peces cultivados al medio natural. En Quintana Roo, por ejemplo, si no los huracanes, entonces los cocodrilos o el simple deterioro al paso del tiempo son responsables de esas invasiones. Este problema puede afectar también a las instalaciones de cultivo intensivo, cuando los estanques no están adecuadamente aislados. En la laguna Noh-Bec, por ejemplo, hay estanques de piscicultura a unos tres metros por encima del nivel del agua del lago, lo cual no fue suficiente para impedir que una temporada de lluvias especialmente intensa los desbordara, provocando la invasión de la laguna por tilapia.

Un factor adicional a tomar en cuenta es que el predominio de la tilapia tras la invasión inicial es mayor y más rápido entre menor sea el área del embalse. Por esta razón, la peor decisión acuicultural en el sureste mexicano sería introducir tilapia en cenotes (de hecho, como lo subrayó Olvera en 1997, la limitada superficie de ese tipo de cuerpos de agua debería descartarlos para toda empresa acuicultural).

En el caso de Nicaragua, la extinción de algunas especies nativas fue sólo una extirpación local, pues sus congéneres siguen existiendo en otros lagos de la región. Más triste e irreparable es el caso de la laguna de Chichancanab, que además, para nuestra pena, es un ejemplo mexicano.

### Tilapia africana en Chichancanab

La laguna de Chichancanab tiene forma alargada, con una longitud de unos 18 km y un ancho máximo de sólo 3 km, que pueden reducirse a unos 700 m durante el estiaje. Su profundidad máxima es apenas mayor de 12 m, aunque el promedio es de unos 3 m. Se encuentra a unos 30 m sobre el nivel del mar. Tiene dos subcuencas principales: Chichancanab propiamente dicho y la laguna Esmeralda, así como otras menores, pero todas pueden llegar a conectarse entre sí durante el punto máximo de la temporada de lluvias.

En esta laguna existen (o existían) siete especies endémicas, es decir, que solamente pueden encontrarse en

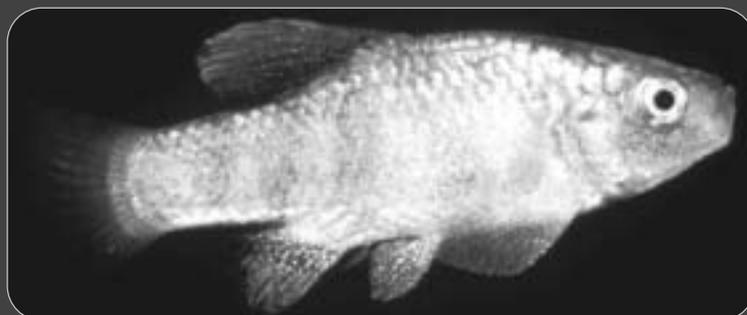
Chichancanab. No se presentan en ninguna otra parte de Quintana Roo o del mundo. Las siete pertenecen al género *Cyprinodon* y se conocen como bolines o cachorritos. Los estudios genéticos de Ulrike Strecker y otros autores indican que los bolines de Chichancanab tuvieron su origen en un ancestro similar a *Cyprinodon artifrons*, especie de amplia distribución en la costa de la península de Yucatán.

Situada en las estribaciones de la Sierrita de Ticul, Chichancanab fue una laguna costera a fines del periodo Plioceno, hace unos cuatro millones de años; sin embargo, hace unos 8000 años se secó por completo, por lo cual el origen de estos *Cyprinodon* es sumamente reciente. Aún hoy las aguas de la laguna son duras, casi salobres. El agua es clara, aunque blanquecina, debido a la intensa disolución de carbonato y sulfato de calcio, lo cual le confiere un pH superior a 8. Quizá debido a este ambiente hostil, no existen en ella plantas vasculares subacuáticas, solamente algas del género *Chara*. Alrededor de la laguna hay una notable población relictual de mangle botoncillo, *Conocarpus erecta*.

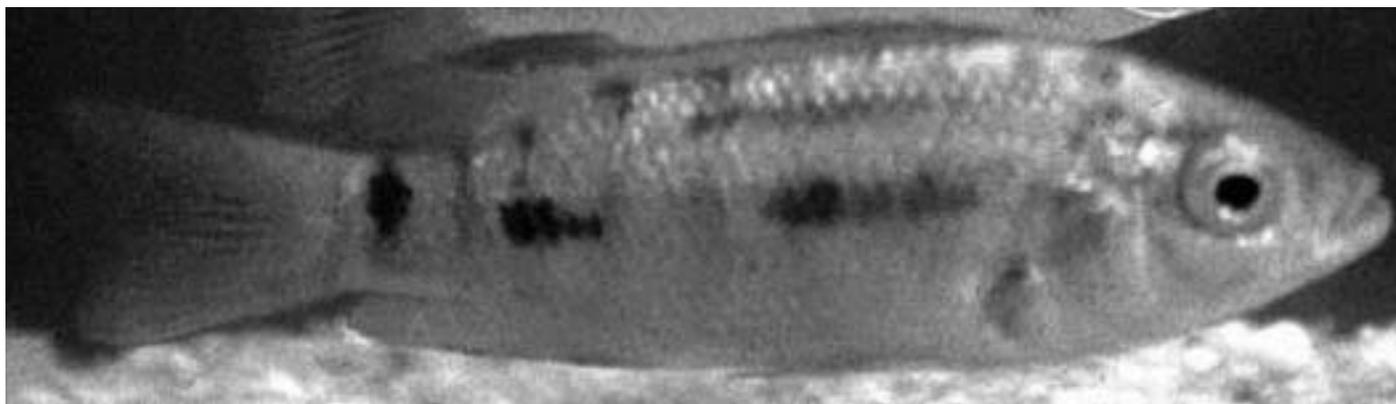
Se piensa que los *Cyprinodon* de Chichancanab aparecieron a través de un proceso de especiación simpátrica, es decir, de diferenciación a partir de preferencias ecológicas. Esto se infiere porque los bolines varían en alimentación y otros aspectos de uso de hábitat. Tenemos, por ejemplo, una especie carnívora, *Cyprinodon maya* (conocido



U. Strecker



U. Strecker



G. GRADWICKE

como “cachorrito gigante”), con mandíbulas y dientes fuertes; una especie detritívora, *Cyprinodon beltrani* (“cachorrito lodero”), de largo intestino; una especializada en moluscos, *Cyprinodon labiosus* (“cachorrito cangrejero”), con labios extendidos y sensibles para la localización de su alimento en el fondo; una más que prefiere el plancton, *Cyprinodon simus* (“cachorrito boxeador”), y para mejor capturarlo presenta una mandíbula desviada hacia arriba.

Pues bien, alguien tuvo la brillante idea de cultivar tilapia en Chichancanab. Se instalaron jaulas flotantes a principios de los años ochenta, y probablemente poco después la tilapia escapó a la laguna. Según datos de varios autores a lo largo de los años, la abundancia relativa de algunos bolines ha descendido, a la par que se ha incrementado la abundancia de la tilapia. Algunas especies, como *Cyprinodon simus*, ya no han sido localizadas en el medio natural, y se teme que se hayan extinguido.

Ante semejante tragedia, uno se pregunta ¿para qué necesitamos la tilapia en Quintana Roo? La respuesta que me dio un delegado de pesca fue: la tilapia será una fuente de proteína para los niños mayas. La bien intencionada idea pasa por alto el hecho de que existen

mojarras nativas, como la mojarra rayada (*Cichlasoma' urophthalmus*) o la tenaguayaca (*Petenia splendida*), presentes en la mayoría de los cuerpos de agua naturales de la península de Yucatán. Los niños las pescan con anzuelo los domingos.

Más recientemente, el argumento pro-tilapia señala el hecho innegable de que las mojarras nativas tienen una productividad mucho menor y por ende deben descartarse en una empresa acuicultura destinada a generar divisas. Recordemos, sin embargo, que el cultivo extensivo y semiintensivo dista de ser la mejor opción para fines de lucro. Hacia 1997, la producción de tilapia en Quintana Roo fue de sólo 10 toneladas por año, mucho menos del 0.1% del total nacional.

Peor aún: en algunos sitios, como ha sucedido en Chichancanab, la tilapia comienza a madurar prematuramente, de modo que no alcanza tallas aptas para el consumo humano. Chichancanab quedó, pues, dañado desde ambas perspectivas, la conservacionista y la desarrollista.

Las especies exóticas son la segunda causa de pérdida de biodiversidad a escala mundial, sólo por detrás de la destrucción directa del hábitat. La pérdida de biodiversidad, la pérdida de

integridad biótica, significa empobrecimiento ambiental, lo que afecta a la postre el bienestar humano.

¿Será factible el desarrollo sustentable? La sustentabilidad, entendida como el desarrollo que no compromete los recursos para el futuro, que garantiza a nuestros nietos seguir disfrutando del agua y la biodiversidad como hoy la conocemos, no puede ser sólo economía.

El empeño hiperdesarrollista, la economía tradicional, divide al mundo natural en dos campos: recursos y no-recursos. El agua y la biodiversidad, si no se ven como mercancía, se ven como *externalidades*, no computables en un modelo económico. Esta visión es insensata. La economía humana es un subconjunto de la ecología, no al revés.

Salvar la integridad biótica y la biodiversidad acuática de México debe ser un asunto de ecología, y de ética en primer lugar, sólo secundariamente de economía. Parafraseando a Julio Boltvinik: la ley de la oferta y la demanda podrá resolver el precio del agua embotellada y fijar un costo para la extinción de las especies en pesos y centavos, pero no resuelve la sed de la gente ni la integridad biótica de nuestras aguas 

Juan Jacobo Schmitter es investigador del Área de Conservación de la Biodiversidad de ECOSUR Chetumal (jschmit@ecosur-qroo.mx).