

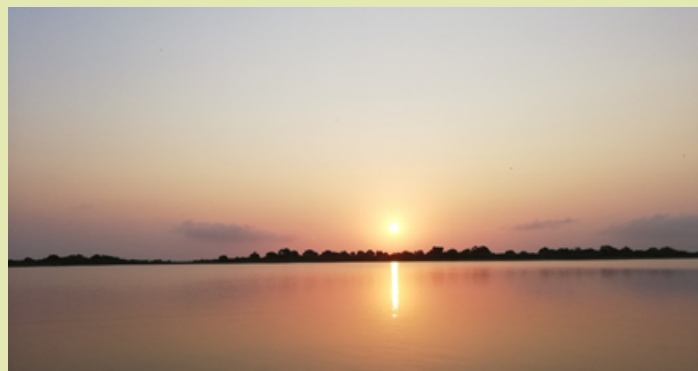
Modelación ecotrófica de la ciénaga de Zapatosa

Gutiérrez-Cortés, A. L., Poloche-Hernández, J F., Hernández-Castillo, B. E., Díaz-Barrios, M. C., Duarte-Casares, L. O., Fuentes-Cabrejo, C. A., Cañón-Hernández, J., Reyes-Motavita, M. C., Porto-Peralta, L. C., Reina-Mora, I. H., Bonilla-Pérez, L. P., Quintana-Linares, A. M.

Programa de Modelamiento Ecohidrológico (PMEH), componente 2 – Gestión de la Salud de los Ecosistemas; Proyecto GEF Magdalena-Cauca Vive; Fundación Natura, carrera 21 # 39 – 43, Bogotá D. C., Colombia.

Introducción

La ciénaga de Zapatosa alberga gran biodiversidad y está influenciada por el ciclo de inundación que determina las dinámicas ecológicas de sus organismos, cuyas historias de vida están adaptadas a las variaciones ambientales. Debido a la afectación derivada de las actividades antrópicas, se hace indispensable conocer aspectos de la biología y ecología de sus comunidades, así como las principales dinámicas ecológicas que gobiernan el ecosistema, pues solo así es posible identificar estrategias más eficientes para el manejo de los recursos.



Modelación ecológica:

- Identifica factores determinantes en las dinámicas internas de diversas escalas.
- Caracteriza efectivamente los principales componentes del ecosistema (biótico, medio físico, sociocultural) y sus interacciones.
- Permite predecir respuestas del ecosistema frente a escenarios futuros producidos por actividades antrópicas o por el cambio climático.

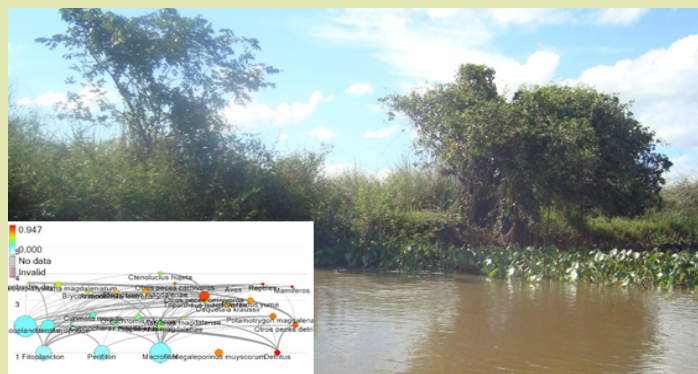
Ecopath:

Herramienta de modelación que permite identificar las principales relaciones entre los organismos que habitan el ecosistema, e interpretar procesos internos, como el intercambio de energía dentro del ecosistema, a través de las relaciones tróficas.

La modelación ecotrófica permite:

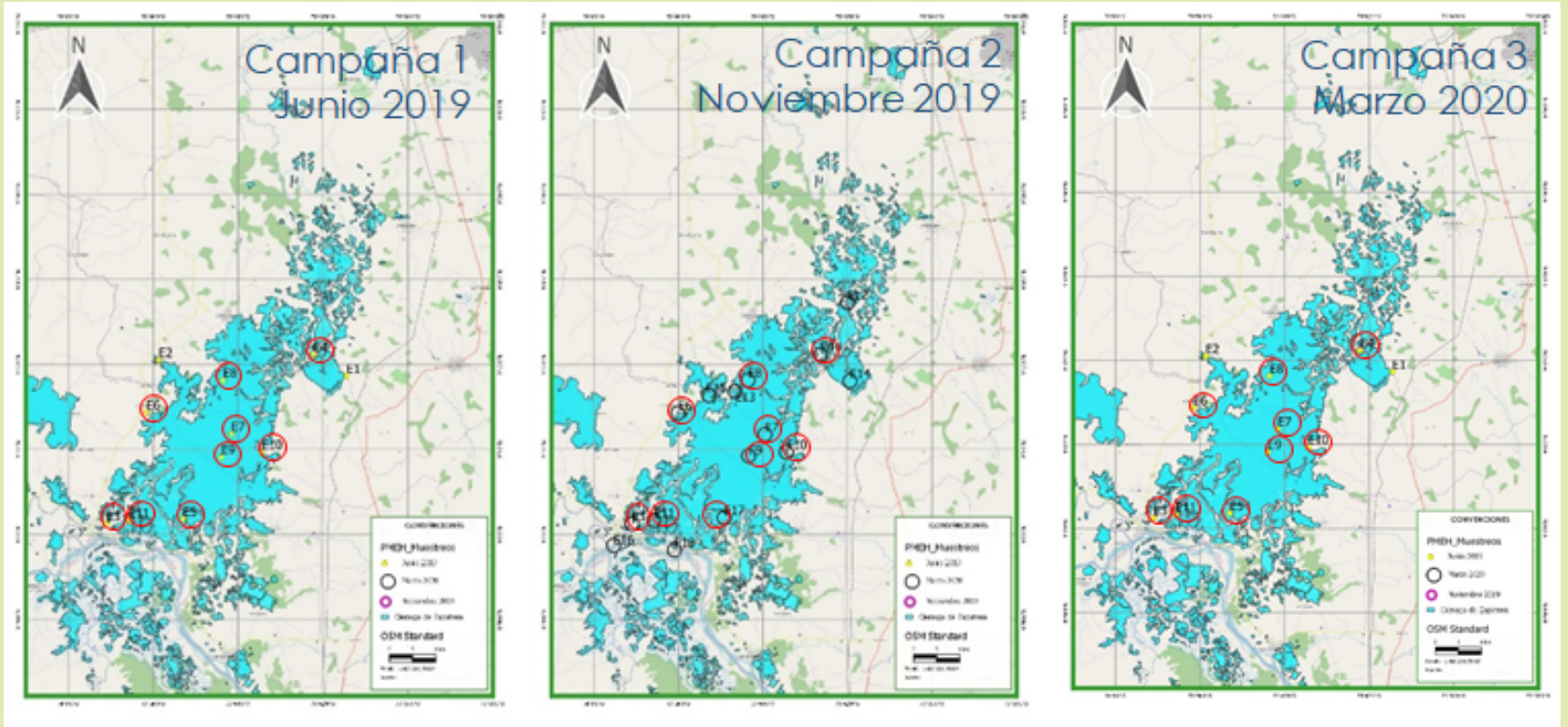
- Evaluar los efectos de la pesca en el ecosistema.
- Explorar opciones en medidas de manejo.
- Evaluar el impacto e implementación de áreas protegidas.
- Evaluar la integridad trófica, frente a posibles cambios ambientales.

Se realizó una caracterización bio-ecológica de las comunidades hidrobiológicas en una escala espaciotemporal en el complejo cenagoso de Zapatosa, a través del monitoreo de nueve estaciones en diferentes momentos del ciclo hidrológico. Por otro lado, son construidos modelos ecotróficos para las ciénagas de Zapatosa y Ayapel, basados en información experimental y bibliográfica, respectivamente.



Metodología

Complejo cenagoso de Zapatos



Estaciones caracterización bio-ecológica ○

Estaciones modelación ecotrófica ○

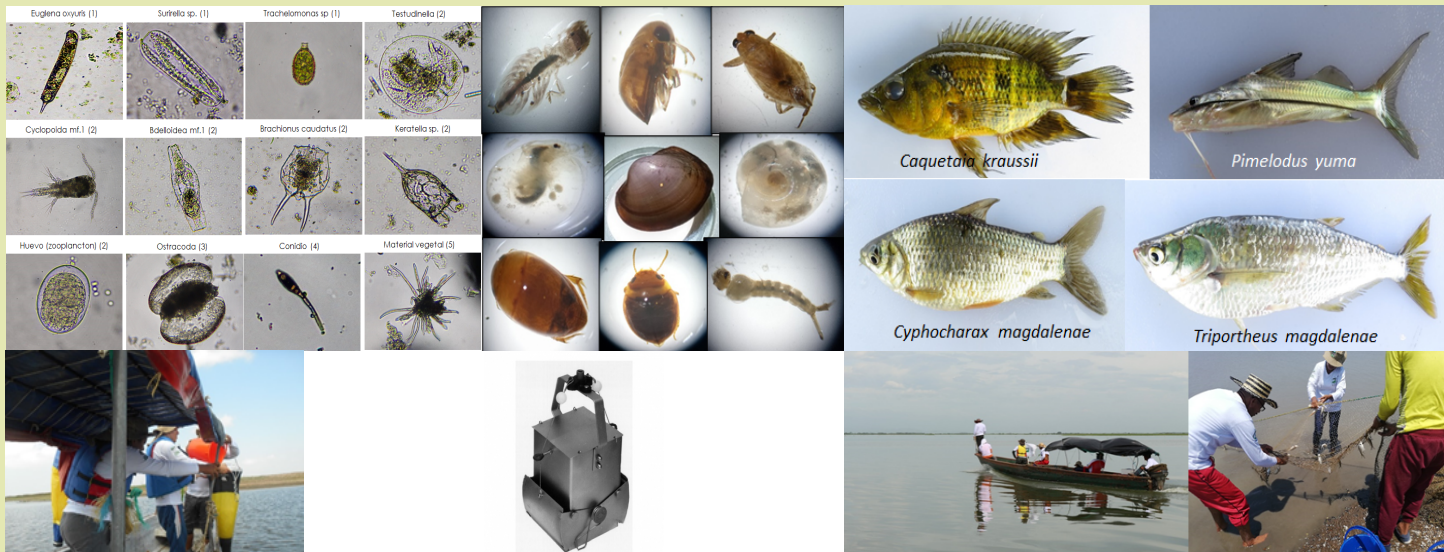
3 campañas
• 7 comunidades hidrobiológicas monitoreadas

Caracterización bio-ecológica
• 18 estaciones
• 39 muestreos

Modelación ecotrófica
• 9 estaciones
• 26 muestreos

Preparación de información

Toma y análisis de muestras



Formación de grupos funcionales

40 grupos funcionales:
• 1 detritus
• 3 productores primarios
• 36 consumidores

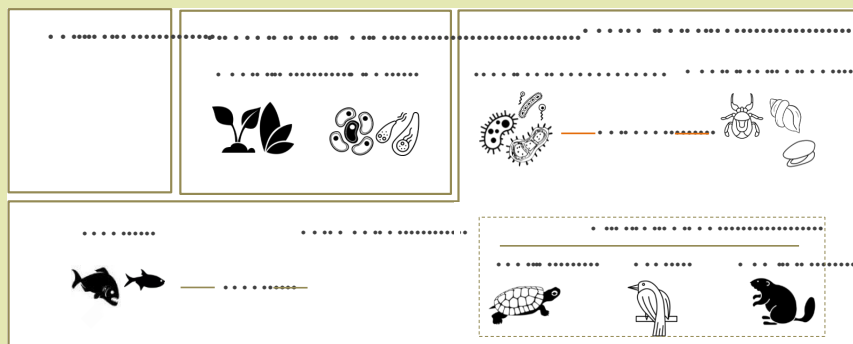


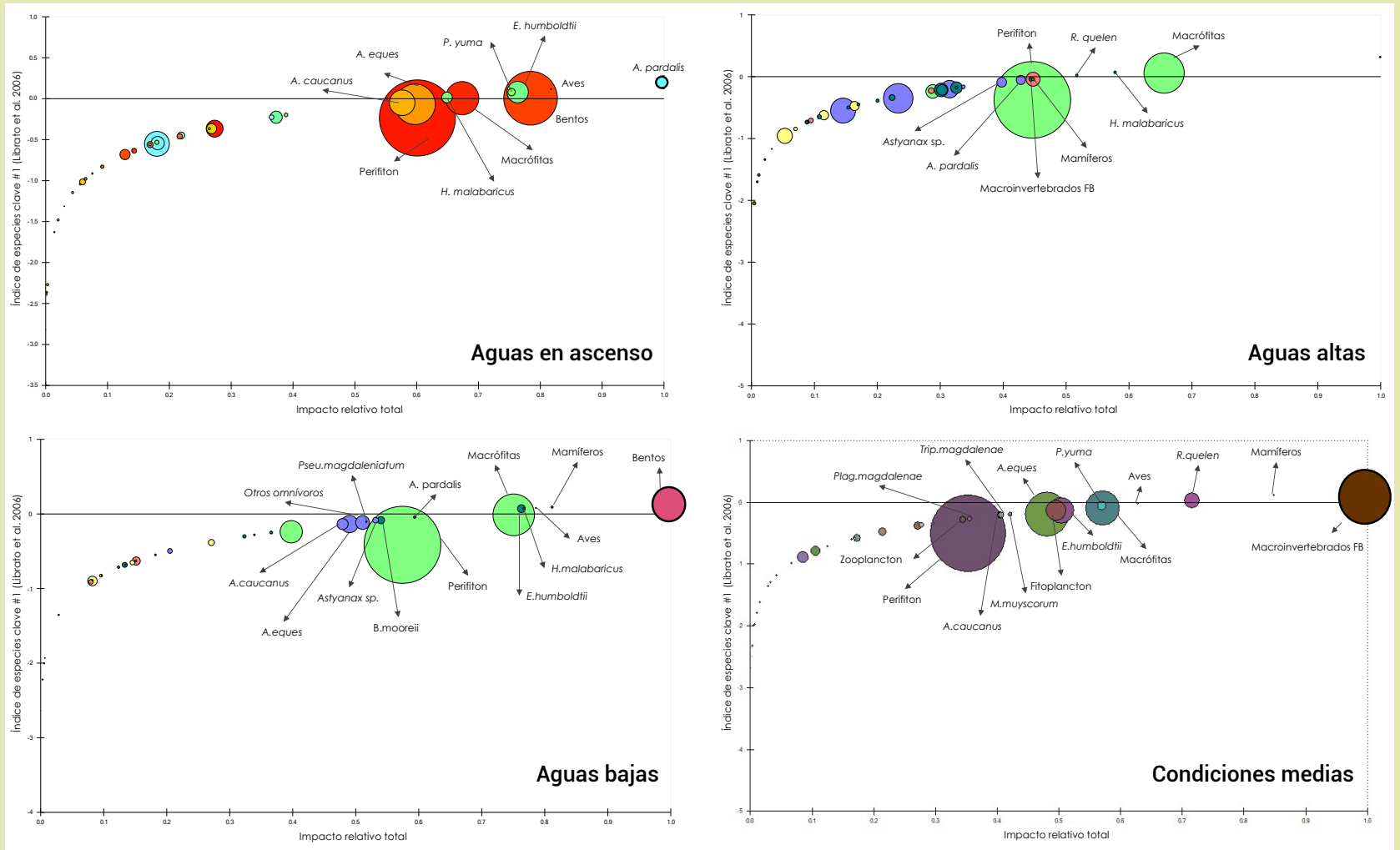
Figura 6

Resultados

Modelos ecotróficos ciénaga de Zapatosa Ecopath

Especies clave

Especies que se caracterizan por la capacidad de generar efectos que trascienden a sus poblaciones, influyendo en las poblaciones de otras especies y, en consecuencia, en la estructura de otras comunidades con las que coexisten (Lambert y Sommer, 2007).



- Algunos de los grupos funcionales considerados clave dentro del ecosistema en los diferentes momentos del ciclo hidrológico son determinantes en la red trófica, a pesar de presentar bajas biomásas (aves, mamíferos).
- Otros grupos funcionales clave son depredadores que influyen en el comportamiento de los niveles tróficos más bajos (bague, doncella, moncholo).
- Con respecto a los niveles tróficos basales, los productores primarios y los macroinvertebrados son fundamentales en el sostenimiento de la red trófica, pues muchas especies de peces dependen de ellos para su subsistencia.
- Al analizar los datos de todo el año, en el modelo de condiciones medias, los macroinvertebrados asociados a fondos blandos son el grupo funcional más importante. Esto tiene sentido si se considera su abundancia en los sustratos de las estaciones.
- Es evidente que los grupos funcionales de niveles tróficos intermedios, considerados consumidores primarios y secundario,s tienen menor relevancia en la configuración de la estructura del ecosistema; algo probablemente relacionado con su plasticidad trófica.

Figura 19

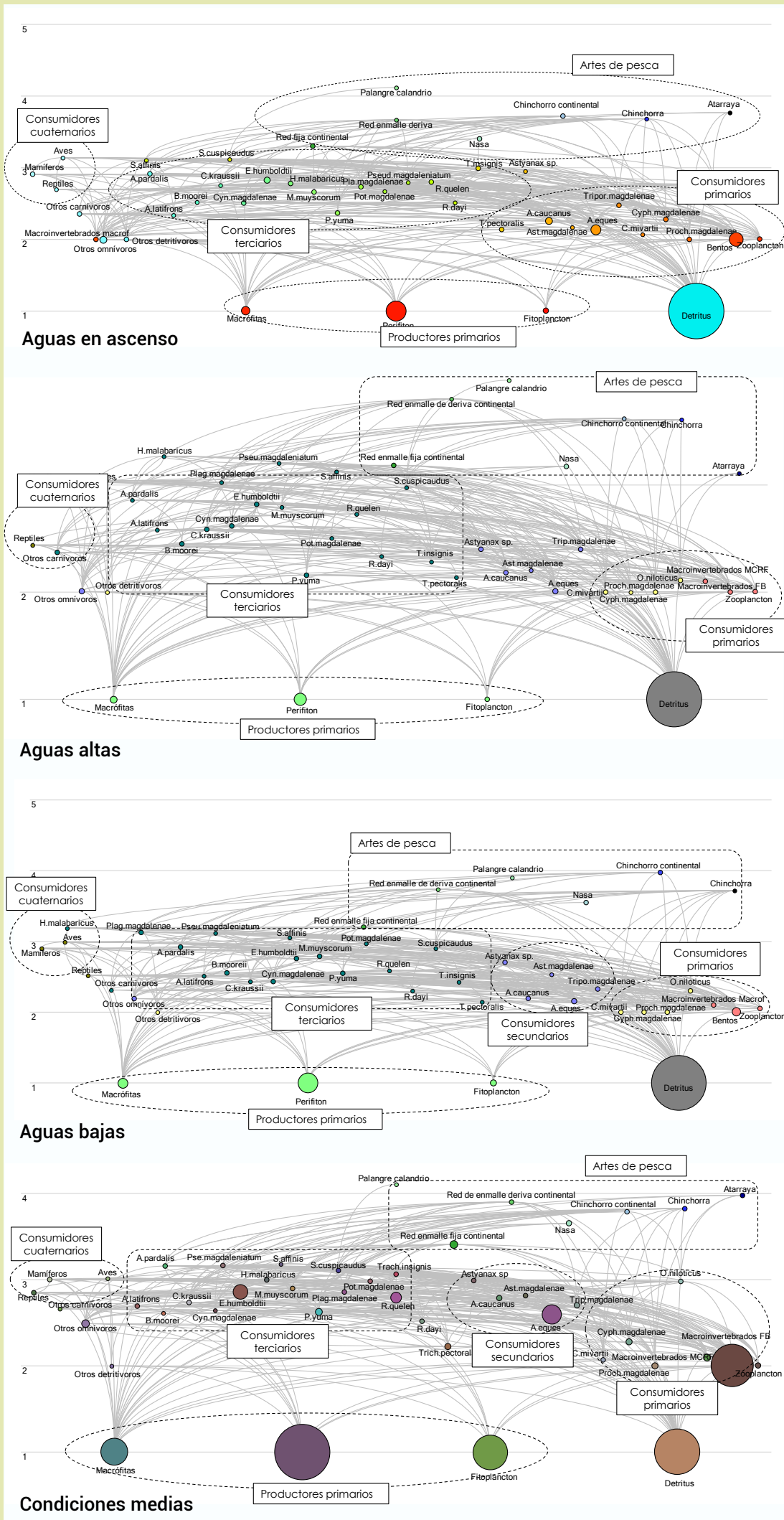


Depredadores

Presas

Resultados

Modelos ecotróficos ciénaga de Zapatosa Ecopath



• Resume las interacciones tróficas entre todos los grupos funcionales, en términos de cantidad de biomasa, magnitud y cantidad de enlaces que representan el flujo de la energía a través de la red trófica.

• Se observan los grupos funcionales distribuidos en un gradiente vertical que indica su nivel trófico. Aquellos ubicados en la base de la gráfica corresponden a los grupos con menor nivel trófico (productores primarios) y aquellos localizados en la porción superior son los depredadores.

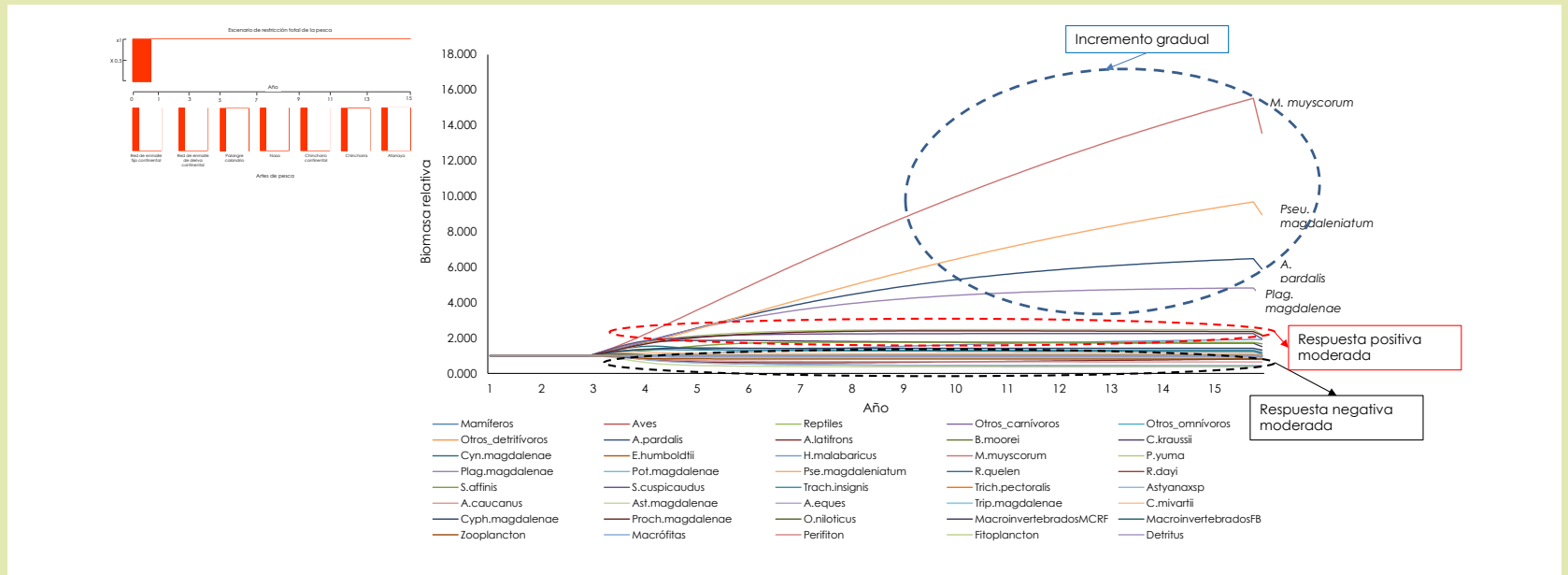
• Por otro lado, la biomasa muestra una tendencia opuesta, que consiste en que los grupos funcionales de la base de la gráfica acumulan mayor cantidad de biomasa que los depredadores localizados en la parte superior. Lo anterior indica, básicamente, que, a medida que aumenta el nivel trófico, disminuye la biomasa.

Resultados

Modelos ecotróficos ciénaga de Zapatosa Ecopath

La formulación de estos escenarios busca evaluar tanto el efecto del uso de las artes de pesca sobre las biomazas de los diferentes grupos funcionales, como el efecto que tienen los cambios en las biomazas sobre la red trófica en general, ocasionados por la captura de peces con interés pesquero.

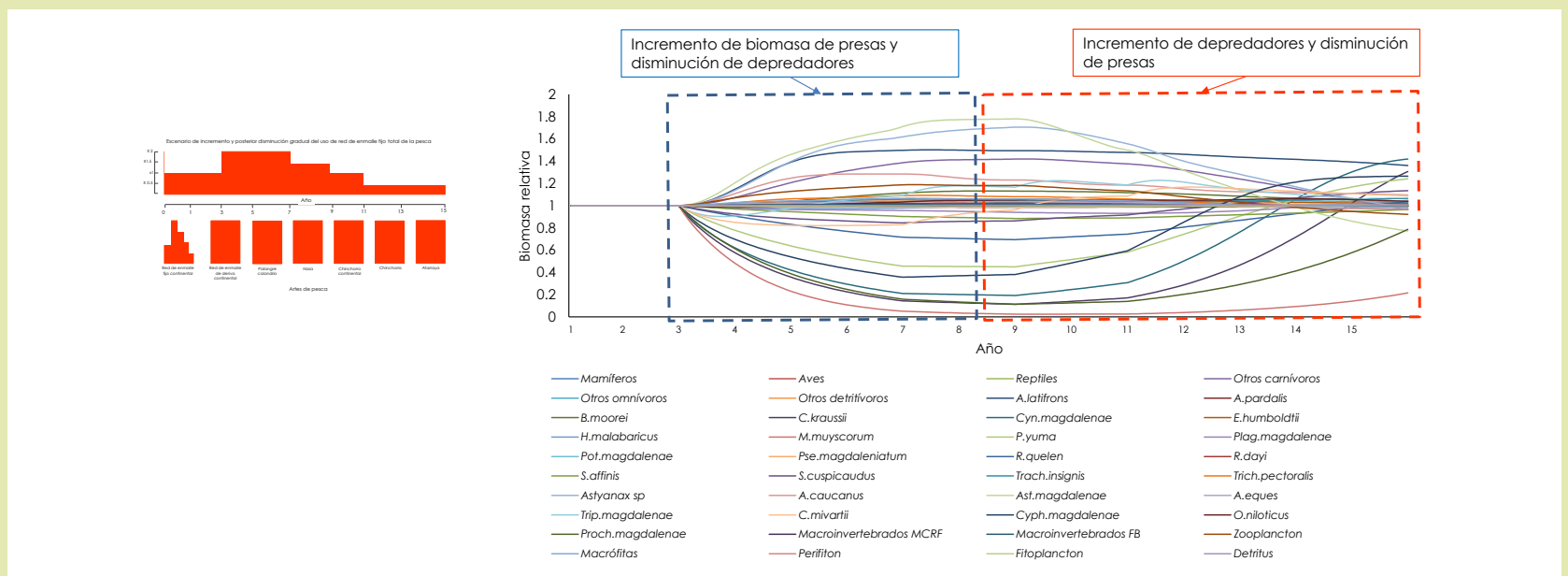
Escenario de restricción total de la pesca



Escenario de incremento del 100%, seguido de disminuciones graduales en uso de red de enmalle fijo

Tres tipos de respuesta de la biomasa de los grupos funcionales:

- Algunos depredadores de importancia pesquera tienen un incremento gradual.
- Respuesta positiva moderada a partir del cuarto año de simulación, representada por especies de hábitos depredadores.
- Respuesta negativa moderada, a partir del tercer año de simulación, representada por especies de hábitos omnívoros y presas frecuentes de las depredadoras de la red trófica de la ciénaga de Zapatosa.

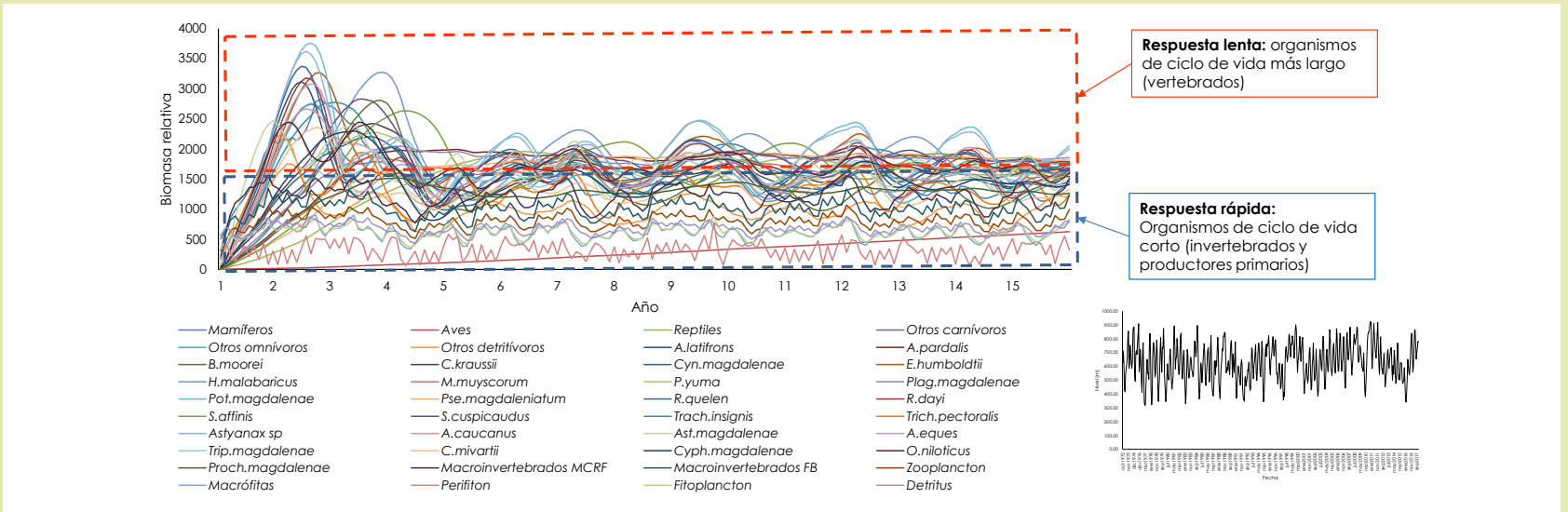


Del tercer al octavo año de simulación disminuye la biomasa de las especies de interés pesquero, en su mayoría depredadoras, mientras que aquellas especies que son presas incrementan su biomasa. A partir del octavo año, cuando el uso de la red empieza a disminuir, la tendencia se invierte, incrementándose la biomasa de las especies de importancia pesquera, que, en general, son depredadoras, y disminuyendo la biomasa de las especies que son sus presas frecuentes.

Resultados

Modelos ecotróficos ciénaga de Zapatosa Ecopath

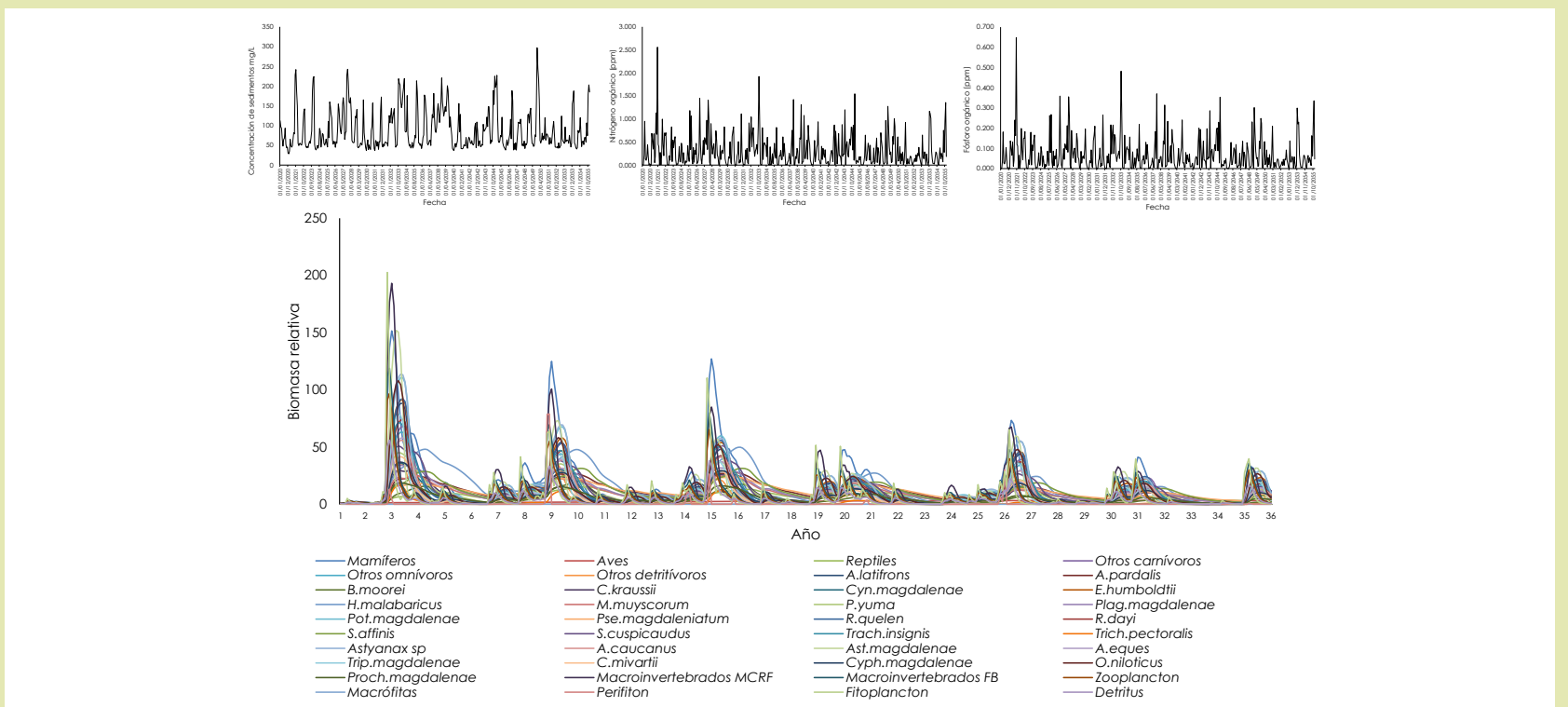
Escenario con niveles históricos medios del agua



Los rasgos ecológicos de los grupos funcionales influyen en la respuesta de los grupos funcionales. Se diferencian dos tipos de respuesta:

- **Respuesta más lenta a los cambios de nivel**, representada por vertebrados (peces, mamíferos y reptiles) con ciclos de vida largos y estrategias reproductivas elaboradas, por lo cual se demoran más en incorporar los cambios en las condiciones ambientales.
- **Respuesta más rápida**, que incluye a productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas) e invertebrados (zooplacton, macroinvertebrados asociados a fondos y a macrófitas), con ciclos de vida cortos que les permiten responder más rápidamente a las variaciones medioambientales.

Escenario con efecto de sedimentos y nutrientes en la estructura de la red trófica



Comportamiento de las variables ambientales

En general, las concentraciones tienen una tendencia de incremento y disminución periódica, en la cual las concentraciones de las variables alcanza picos muy altos, seguidos por descensos pronunciados. La respuesta de la biomasa de los grupos funcionales sigue la misma tendencia de picos y descensos de los valores, a lo largo de todo el horizonte de modelación.

Se observa una tendencia a disminuir la magnitud de las variaciones de la biomasa, a medida que avanza la simulación, reduciendo las diferencias entre los grupos funcionales.

Conclusiones

La modelación ecotrófica permite:

- Hacer interpretaciones sobre el papel y el efecto de las especies introducidas en la configuración de la red trófica de los ecosistemas nativos, debido a las interacciones ecológicas que establecen con el medio natural, perjudicando grupos funcionales o especies.
- Identificar especies clave para la configuración de la red trófica, facilitando formular soluciones dirigidas a la protección y conservación de estas especies, de manera que se vele por la conservación de la funcionalidad integral del ecosistema y los procesos ecológicos fundamentales del ecosistema.
- En las simulaciones dinámicas realizadas con Ecosim se consideraron aspectos pesqueros y variables ambientales que proporcionaron información de los cambios físicos ocurridos en el sistema, tanto históricamente —caso del nivel del agua, temperatura y profundidad—, como aquellos cambios en otras variables fisicoquímicas —sedimentos y nutrientes—, simulados por el equipo de hidrología en el desarrollo del proyecto PMEH.
- La red de enmalle fijo es el arte de pesca más utilizado en la ciénaga de Zapatosa y, en consecuencia, es el que más impacta el ecosistema. En ese sentido, las simulaciones que plantean restricciones en su uso demuestran el beneficio potencial que esta medida traería para toda la red trófica. La mayoría de las especies de interés pesquero son depredadoras, es decir que, tras la modelación se les asigna un nivel trófico alto, por lo cual generan un impacto en los niveles tróficos inferiores que constituyen sus presas. De esta manera, al plantear estrategias de uso sostenible de los artes de pesca, se estaría protegiendo no solamente el recurso pesquero, sino la red trófica en general.
- En el caso de las simulaciones desarrolladas en las cuales se manipuló el uso de los diferentes artes de pesca, se seleccionaron cuatro especies para evaluar los impactos de la pesca en el tiempo. Los criterios tenidos en cuenta para seleccionar dichas especies fueron el hecho de que son migratorias y de gran valor comercial, pues hacen parte de la pesquería, tanto dentro de la ciénaga de Zapatosa, como a lo largo de toda la cuenca del río Magdalena. Esta característica les confiere un gran valor sociocultural en las comunidades locales. Es evidente que la respuesta de cada una de estas especies es diferente, tanto en términos del tiempo que necesita para empezar a mostrar cambios en su biomasa una vez modificada la variable de pesca, como en la magnitud de dicho cambio. En todos los escenarios se observa que el nicuro (*P. yuma*), por su parte, muestra, en general, una respuesta lenta y una respuesta más rápida y de mayor magnitud, seguida por la respuesta del bagre (*Pseudo. magdaleniatum*) y el blanquillo (*S. cuspi-caudus*). El bocachico (*Proch. magdalenaenor*) muestra una respuesta más rápida y de mayor magnitud.
- Por otro lado, cuando se piensa en el planteamiento de políticas de manejo del ecosistema de la ciénaga de Zapatosa, considerando los resultados de las simulaciones de los diferentes escenarios, se evidencia la necesidad de que se analicen otros aspectos en escalas espaciales mayores, además de las contribuciones locales a la ecológica del ecosistema en cuestión, realizadas por el proyecto. Es decir que un abordaje integral de cuenca es fundamental, más aún si se tiene en cuenta que varias especies encontradas en la ciénaga son migratorias, y que difícilmente los resultados modelados para un ecosistema local permitirán generar soluciones de manejo que protejan todas las etapas del ciclo de vida de estas especies.

Agradecimientos

Proyecto GEF Magdalena-Cauca Vive; componente 2: Salud y Gestión de los Ecosistemas; Programa de Modelamiento Ecológico (PMEH); Laboratorio de Calidad Ambiental del Ideam; Instituto Javeriano del Agua; Proyecto EPM; y, especialmente, al personal en campo involucrado en la recolección de muestras.

