

Dieta y reproducción del pez abotoado, *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae): una especie invasora en el curso medio-alto del río Teles Pires, Amazonía Sur, Brasil

Diet and reproduction of the abotoado catfish, *Pterodoras granulosus* (SILURIFORMES, DORADIDAE): an invasive species in the middle-upper reaches of the Teles Pires River, Southern Amazonia, Brazil

Letícia Maria Albuquerque Conceição^{1,2},
Milena Rafaela Martins Laichter^{1,2}, Liliâne Stedile Matos^{2*},
Nádia Aline Bobbi Antoniassi¹, Lucélia Nobre Carvalho²

1 Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências da Saúde, Medicina Veterinária, Campus Universitário de Sinop. Mato Grosso, Brasil.
2 Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Laboratório de Ictiologia Tropical (LIT), Campus Universitário de Sinop. Mato Grosso, Brasil.



Citar como: Conceição *et al.* (2023). «Dieta y reproducción del pez abotoado, *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae): una especie invasora en el curso medio-alto del río Teles Pires, Amazonía Sur, Brasil. *South Sustainability*, 4(2) e80. DOI: 10.21142/SS-0402-2023-e080

Artículo recibido: 7/4/2023
Revisado por pares
Artículo aceptado: 20/6/2023



© Las autoras, 2023. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

* E-mail de correspondencia:
lilistedile@hotmail.com

El presente trabajo fue presentado como parte de las investigaciones expuestas en el I Congreso Peruano de Ictiología y Ecosistemas acuáticos (diciembre de 2022).

RESUMEN

Perteneciente al orden Siluriformes y a la familia Doradidae, el bagre *Pterodoras granulosus* se ha convertido en una especie invasora en la región media alta del río Teles Pires tras la eliminación de la barrera natural (cascada de Sete Quedas) para la construcción de la represa de la Central Hidroeléctrica de Teles Pires en el norte de Mato Grosso, Brasil. El presente estudio investigó la dinámica de alimentación y reproducción de *P. granulosus* en el río Teles Pires. Veintisiete ejemplares fueron capturados durante diciembre de 2021 y febrero de 2022 (crecida), abril y mayo de 2022 (reflujo) en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica de Sinop, 18 machos y nueve hembras. Los peces fueron eutanasiados y en el Laboratorio de Ictiología Tropical se realizó la biometría, extracción y fijación del tubo digestivo y gónadas para su posterior análisis. Las gónadas se clasificaron macro y microscópicamente según sus estadios reproductivos. El contenido estomacal se analizó por el método de frecuencia de ocurrencia, volumen relativo e índice alimentario (IAi). En cuanto a la biología reproductiva, en diciembre de 2021 los ejemplares se encontraban en la fase de desarrollo gonadal, y en mayo de 2022, en la fase de regeneración. Los especímenes de *P. granulosus* mostraron crecimiento isométrico ($b = 3,028$; $r^2=0,829$; $p = 6,79e-10$). Los ítems más importantes en la dieta de esta especie fueron: hojas fragmentadas (IAi 52,48 %), bivalvos de la especie *Corbicula fluminea* (IAi 15,88 %) y semillas (IAi 14,17 %). De los resultados encontrados se deduce que el periodo de reproducción de esta especie coincide con la época de crecidas en esta cuenca, y tiene un hábito alimenticio omnívoro con tendencia a la herbivoría.

Palabras clave: cuenca del Tapajós, histología gonadal, omnivoría, perturbación antrópica

ABSTRACT

Belonging to the order Siluriformes and the family Doradidae, the granulated catfish (*Pterodoras granulosus*) has become an invasive species in the middle-upper Teles Pires River region after the removal of the natural barrier formed by the Sete Quedas waterfall for the implementation of the Teles Pires Hydroelectric Power Plant dam, in northern Mato Grosso, Brazil. This study investigated the feeding and reproductive dynamics of *P. granulosus* in the Teles Pires River. Twenty-seven specimens were captured during December 2021 and February 2022 (flood) and April and May 2022 (ebb) in the area of influence of the Sinop Hydroelectric Plant, of which eighteen were male and nine were female. The fish were euthanized and biometry, removal and fixation of the digestive tract and gonads were performed at the Tropical Ichthyology Laboratory, for further analysis. The gonads were classified macro and microscopically according to their reproductive stages. Stomach contents were analyzed using the frequency of occurrence method, and relative volume and food index (Fli) indicators. In terms of reproductive biology, in December 2021 the specimens were in the gonadal development phase, and in May 2022 in the regeneration phase. The *P. granulosus* specimens displayed isometric growth ($b = 3.028$; $r^2=0.829$; $p=6.79e-10$). The most common items in the diet of the species were: fragmented leaves (Fli 52.48%), bivalves of the species *Corbicula fluminea* (Fli 15.88%) and seeds (Fli 14.17%). From the results obtained, it can be inferred that the breeding period for this species coincides with the flood season in the basin, and that its feeding habit is omnivorous, with a tendency towards herbivory.

Keywords: Tapajós basin, gonadal histology, omnivory, anthropic disturbance



Introducción

La constante modificación de los ecosistemas naturales por la acción humana puede ocasionar diversos daños a la fauna y flora local, como la introducción de especies invasoras. Al ser sometidas a un nuevo ambiente, estas especies no nativas pueden causar numerosos daños; entre ellos, la extinción de especies nativas, perturbación en los ecosistemas, reducción de la diversidad genética y homogeneización biótica (Doria et al., 2021). La dispersión de especies con potencial invasor también influye en la vida cotidiana de la población ribereña, al causar trastornos y pérdidas económicas (Doria et al., 2021). Un ejemplo de cómo las actividades humanas pueden causar cambios fue la dispersión de la especie *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821), popularmente conocida como abotoado o armado, en el área de influencia de la Usina Hidroeléctrica Sinop (UHE-Sinop) en la región norte del estado de Mato Grosso, sur de la Amazonía brasileña. Cabe destacar que esta especie es observada actualmente por los pescadores de la región, pero antes de 2019 (formación del embalse de la UHE-Sinop) no había informes de su existencia. Esta situación puede haber sido causada por la destrucción de barreras naturales (por ejemplo, la cascada Sete Quedas) que impedían la dispersión de especies que estaban restringidas a la parte baja de la cuenca (Lucanus et al., 2021).

Los peces de la especie *P. granulosus* pertenecen a la familia Doradidae, caracterizada por tener placas osificadas en la línea lateral (Queiroz et al., 2013) y por presentar un gran tamaño, ya que alcanzan hasta 70 cm y pesan más de 7 kg; además, su cuerpo presenta colores grisáceos oscuros o marrones (Lima et al., 2022; Ohara et al., 2017). Es considerada una especie migratoria y puede ser encontrada en las cuencas de los ríos Paraná y Amazonas y en los drenajes costeros de las Guayanas y Surinam (Ferraris, 2007). Resaltamos que esta especie se distribuye en varias cuencas neotropicales y presenta muchos sinónimos de las especies descritas (e.g., *Silurus armatus* Larrañaga, 1923; *Doras murica* Natterer, 1855; etc.), por lo que se requiere una revisión taxonómica y validación de su distribución en todas estas cuencas (Fricke et al., 2023). Los estudios que describen la biología reproductiva de la especie *P. granulosus* son escasos en la cuenca del río Tapajós; los informes de Vazzoler (1996), Makrakis (2007) e Iwaszkiw (1993) ayudan a describir las tácticas reproductivas de los ejemplares encontrados en la cuenca del río Paraná. En cuanto a la dieta, *P. granulosus* puede ser considerado omnívoro, pues se alimenta de materiales vegetales, moluscos, insectos y detritus (Agostinho et al., 2009). Debido a esta diversidad de dieta, puede adaptarse fácilmente a diferentes lugares y regiones (Gaspar da Luz, 2002).

Las consecuencias de las invasiones de especies no nativas son consideradas amenazas silenciosas o invisibles, porque sus impactos no son evidentes inmediatamente y

causan disturbios que solo serán percibidos en el futuro (Doria et al., 2021). Áreas con altas tasas de deforestación aumentan la vulnerabilidad de los ecosistemas al colapso funcional, reduciendo las alternativas de organización ecológica y, por lo tanto, aumentando las posibilidades de dispersión y éxito de las especies invasoras (Calheiros et al., 2022). En vista de lo anterior, este estudio fue desarrollado con el objetivo de investigar la biología reproductiva y la dieta natural de *Pterodoras granulosus* en la porción media-alta del río Teles Pires. Nuestros resultados pueden contribuir a las medidas de gestión de esta especie en la cuenca.

Materiales y métodos

Área de estudio

Las capturas fueron realizadas en la región conocida como río Teles Pires alto-medio, cerca del municipio de Sinop - MT (S 11°39'17.6" WO 55°42'17.3"), en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica de Sinop (UHE-Sinop) (figura 1) en el periodo de diciembre de 2021 y febrero, abril y mayo de 2022. La cuenca del río Teles Pires se localiza en el norte del Estado de Mato Grosso y en la Amazonía Legal, y constituye uno de los principales afluentes del río Tapajós. La región de la cuenca del río Teles Pires abarca los biomas de la Amazonía y del Cerrado. Presenta vegetación característica de ambos, así como áreas de transición (Kraeski et al., 2022). Las principales actividades económicas en torno a esta cuenca han sido la explotación forestal, minería de oro, ganadería, agricultura y la presencia de centrales hidroeléctricas, lo que ha llevado a un gran riesgo de los recursos hídricos (Matos et al., 2020).

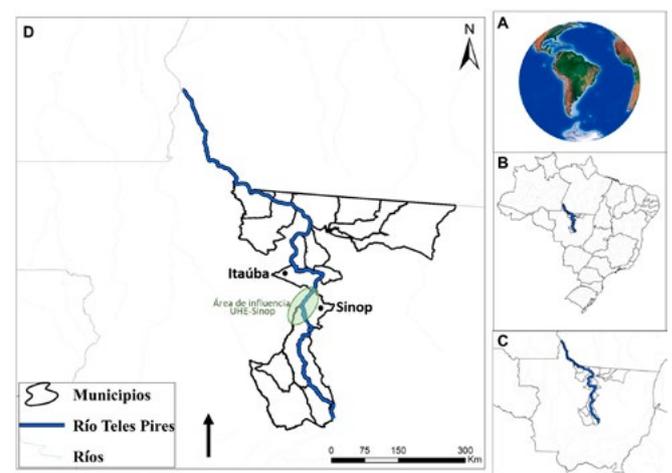


Figura 1. A. Mapa del mundo. B. Mapa de Brasil. C. Mapa del estado de Mato Grosso, en el que destaca la cuenca del río Teles Pires. D. Área de estudio indicando los municipios de Sinop e Itaúba y el área de influencia de la UHE-Sinop donde se realizaron las colectas. La flecha indica la dirección del flujo de agua.

Biometría

Los 27 especímenes de la especie *Pterodoras granulosus* (figura 2) colectados fueron eutanasiados (Inoue, 2007) y enviados al Laboratorio de Ictiología Tropical (LIT), localizado en la Universidad Federal de Mato Grosso, Campus Universitario de Sinop. Durante la biometría, se registraron los datos de longitud total (cm), longitud estándar (cm), peso total (kg), peso (g) de las gónadas, hígado, estómago, grado de repleción estomacal y estadios macroscópicos de desarrollo gonadal (Brown-Peterson *et al.*, 2011). Luego se extrajeron el tubo digestivo y las gónadas y se fijaron para su posterior análisis.

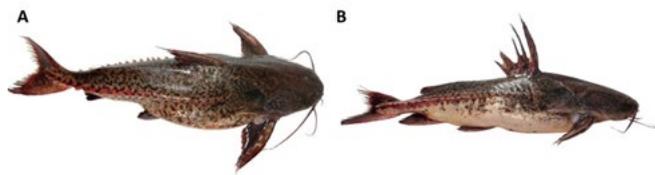


Figura 2. Especimen hembra de *Pterodoras granulosus* colectado en 2022 en el río Teles Pires, en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica de Sinop, Mato Grosso, Brasil. (A) Vista superior y (B) vista lateral derecha.

Relación longitud-peso

Para el cálculo de la relación peso-longitud se utilizó la ecuación $Pt = aC^b$, donde Pt es el peso total en kilogramos y C la longitud estándar (Le) en centímetros; a y b son constantes. Estas constantes se estimaron por regresión lineal de la ecuación transformada: $W = \log a + b \times \log$. Se estimó el nivel de significación de r y se probó el valor de b mediante la prueba t para saber si $b = 3$ (SANTOS, 1978). Para valores de b cercanos a 3,0, se dice que el incremento es isométrico, es decir, tasas iguales de incremento de las diferentes partes del cuerpo del pez. Un valor significativamente mayor o menor a 3 indica crecimiento alométrico (Agostinho y Gomes, 1997).

Análisis de la biología reproductiva

La identificación del sexo y los estadios de madurez se realizaron mediante inspección macroscópica de las gónadas (Brown Peterson *et al.*, 2011) y análisis microscópico mediante secciones histológicas utilizando la escala histológica de Brown-Peterson *et al.* (2011). Los cortes histológicos fueron procesados en el Laboratorio de Patología Animal-LAPAN (UFMT-Sinop). Para analizar cuantitativamente la actividad reproductiva, se calcularon los siguientes índices: índice gonadosomático (Vazzoler, 1996), índice hepatosomático, índice de grasa celomática e índice de repleción estomacal (Andrade, 1990). El espécimen testimonial fue depositado en la Coleção Biológica da Amazônia Meridional (ABAM I) - UFMT (Registro N.º 2975, peso = 4,370 kg, longitud total = 59 cm y longitud estándar = 50 cm).

Análisis de la dieta

Todos los elementos presentes en los estómagos se observaron con ayuda de un microscopio estereomicroscópico y un microscopio óptico, y se identificaron hasta la categoría taxonómica más baja posible con ayuda de bibliografía especializada. Los grados de repleción estomacal (GRE) se determinaron mediante evaluación visual cuantitativa. Se calculó la frecuencia de ocurrencia y el volumen relativo de cada ítem (Hyslop, 1980). Conjugando estos dos métodos, se obtuvo el índice alimentario (Ali), revelador de la importancia de cada ítem en la dieta (Kawakami y Vazzoler, 1980).

Resultados

La longitud estándar de los 27 ejemplares recolectados varió entre 39 y 56,8 cm y el peso entre 0,605 y 2,26 kg en las hembras ($n = 9$), 37 y 56 cm y el peso entre 0,515 y 3,7 kg en machos ($n = 18$) (tabla 1). La mayoría de los ejemplares se clasificaron en desarrollo gonadal entre diciembre de 2021 y febrero de 2022. En abril solo se recolectó un ejemplar y en mayo se encontraban en regresión. Los bajos valores de IGS e IHS obtenidos indican que las gónadas y los hígados no participaban activamente en el proceso reproductivo (tabla 1).

Tabla 1. Periodo de recolección, longitud estándar (LE), longitud total (LT), peso total (PT), sexo, estadios de desarrollo gonadal, grado de repleción estomacal (GRE), índice de repleción estomacal (IRE), índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS) de *Pterodoras granulosus* (Doradidae) colectados en diciembre de 2021, febrero, abril y mayo de 2022 en el río Teles Pires, área de influencia de la UHE-Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Mes de colecta	LE (cm)	LT (cm)	PT (kg)	Sexo	Estadios de desarrollo gonadal	GRE %	IRE	IGS %	IHS %
dic. 21	42	52	2,01	M	Desarrollo	0	1,56	0,19	1,03
dic. 21	31	42	0,98	M	Inmaduro	50	1,91	0,10	0,99
dic. 21	30	41	0,76	F	Desarrollo	25	1,86	0,23	1,33
dic. 21	40	48	3,70	M	Desarrollo	50	1,58	0,03	0,50
dic. 21	31	40	0,72	F	Inmaduro	75	2,36	0,07	0,99
dic. 21	36	48	1,41	M	Desarrollo	25	2,28	0,17	1,13
dic. 21	43	50	1,60	F	Desarrollo	50	2,05	0,15	0,97
dic. 21	38	44	1,64	M	Desarrollo	75	2,56	0,06	1,35
dic. 21	41	49	1,51	F	Desarrollo	25	0,24	0,12	1,41
dic. 21	42	56	1,68	M	Desarrollo	25	2,14	0,09	1,44
dic. 21	41	50	1,47	F	Desarrollo	25	3,18	0,27	1,15
dic. 21	40	48	1,49	M	Desarrollo	100	2,8	0,07	1,69
dic. 21	37	44	0,93	F	Desarrollo	25	4,42	0,07	1,35
dic. 21	37	43	1,02	M	Desarrollo	10	2,86	0,14	1,49
dic. 21	31	39	0,61	F	Desarrollo	10	1,83	0,15	1,10
dic. 21	32	39	0,74	M	Desarrollo	10	2,51	0,07	1,18

dic. 21	32	40	0,78	M	Desarrollo	10	2,21	0,17	1,90
dic. 21	31	37	0,52	M	Desarrollo	10	1,47	0,14	0,63
feb. 22	35	47	1,14	M	Desarrollo	50	2,5	0,06	1,93
feb. 22	36	46	1,26	M	Desarrollo	50	2,76	0,07	1,39
feb. 22	37	47	1,54	M	Desarrollo	75	2,91	0,07	1,56
feb. 22	31	41	0,94	M	Desarrollo	50	2,9	0,12	0,92
feb. 22	41,8	47,5	2,22	F	Desarrollo	-	-	0,32	2,04
abr. 22	44	56	2,53	M	Desarrollo	10	1,93	0,30	14,54
may. 22	44	54	2,55	M	Regeneración	25	1,36	0,22	9,65
may. 22	46	56,8	2,26	F	Regeneración	25	1,7	---	2,09
may. 22	39	49	1,54	M	Regeneración	25	1,96	0,28	9,84

El coeficiente de determinación (R^2) de la relación peso-longitud de los *Pterodoras granulosus* analizados fue de 0,829 y el valor de $b = 3,028$ ($p = 6,79e-10$) (figura 3).

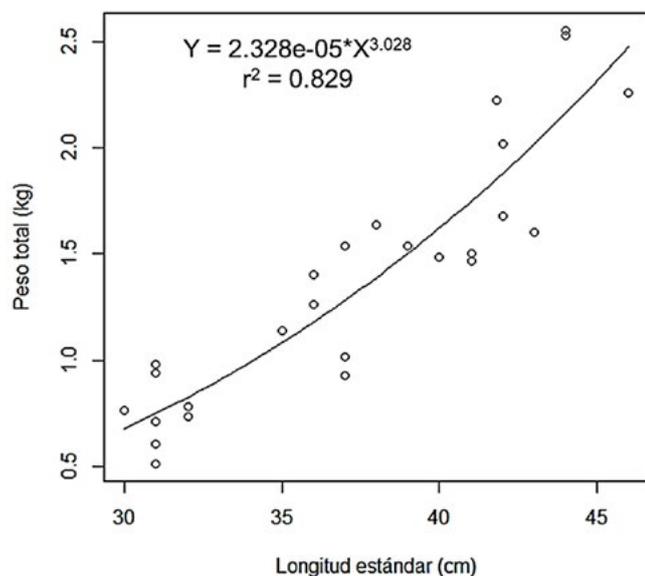
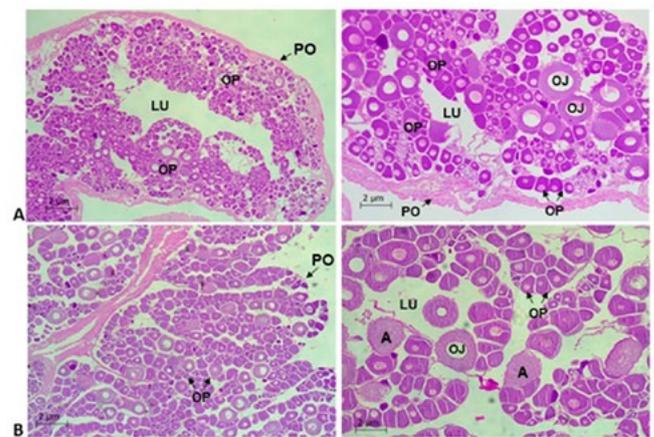


Figura 3. Relación peso-longitud de *Pterodoras granulosus* colectados en diciembre de 2021, y febrero, abril y mayo de 2022, en el río Teles Pires en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica de Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Solo se realizaron cortes histológicos de las gónadas de dos hembras capturadas en diciembre de 2021 (50 cm) y mayo de 2022 (56,8 cm), y se procesaron las gónadas de dos machos capturados en mayo (24,61 cm) y abril (36,72 cm) de 2022. La histología del tejido ovárico del ejemplar capturado en diciembre de 2021 reveló la presencia de ovocitos jóvenes aún en desarrollo y en crecimiento primario, el lumen bien dilatado y la organización de folículos en fase de crecimiento (figura 4.A). La fotomicrografía del ovario del espécimen capturado en mayo reveló la presencia de folículos atrésicos, ovocitos jóvenes y lumen visible con cierto desorden del patrón folicular (figura 4.B). La histología testicular de los especímenes colectados en abril y mayo de 2022 reveló

la presencia de espermatozoides dispersos en el lumen del órgano y vasos sanguíneos muy evidentes. La disposición



de los espermatozoides en el órgano no era homogénea.

Figura 4. Microfotografía de histología ovárica, que ilustra la fase reproductiva de dos hembras de *Pterodoras granulosus* colectadas en el río Teles Pires, en el área de influencia de la Usina Hidroeléctrica de Sinop, Mato Grosso, Brasil. A. Gónada hembra colectada en diciembre de 2021, presencia de ovocitos primarios y jóvenes en crecimiento folicular y lumen bien visible (Aum. 10x y 20x). B. Gónada de hembra colectada en mayo de 2022, folículos atrésicos, jóvenes y primarios (Aum. 10x y 20x). OJ: ovocitos jóvenes en desarrollo, OP: ovocito en crecimiento primario, FA: folículos atrésicos, LU: lumen, PO: pared ovárica.

En cuanto a la dieta, los resultados obtenidos mostraron que en la región del curso alto-medio del río Teles Pires, *Pterodoras granulosus* consumió una gran variedad de ítems de origen vegetal, como material vegetal (hojas y raíces), semillas, copos de soja, maíz y castaña, además de ítems de origen animal, como moluscos e insectos y, adicionalmente, material mineral (piedras) (tabla 2). Los ítems más importantes para la dieta de esta especie fueron: material vegetal (descrito como hojas fragmentadas) con un IAi = 52,48 %, moluscos bivalvos de la especie *Corbicula fluminea* 15,88 % y semillas 14,17 %.

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia (FO %), volumen relativo (VR %) e índice alimentario (IAi %) de *Pterodoras granulosus* colectados de diciembre de 2021 a mayo de 2022 en el río Teles Pires, en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica de Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Origen	Ítems	FO (%)	VR (%)	IAi (%)
Vegetal	Contenido vegetal digerido	10,606	12,529	9,06146
	Semillas	16,666	12,469	14,1708
	Materia vegetal	19,696	39,08	52,4883
	Ceva de castaña	4,545	1,603	0,49682
	Ceva de soja	7,575	3,572	1,84512
	Ceva de maíz	7,575	4,315	2,22892
Animal	Molusco (<i>Corbicula fluminea</i>)	12,121	19,217	15,8838
	Insectos	6,06	2,654	1,09674
	Contenido animal digerido	9,09	4,093	2,53709

Minerales	Piedras	6,061	0,462	0,19095
	Totales	100	100	100

Discusión

En la porción media-alta de la cuenca del río Teles Pires, el pez invasor *Pterodoras granulosus* probablemente tiene reproducción sincronizada con la época de creciente (enero, febrero y marzo) y su hábito alimenticio es omnívoro con tendencia a la herbivoría. En el análisis macroscópico de las gónadas de machos y hembras, de diciembre a febrero se encontraban en fase de desarrollo y, posteriormente, en mayo, en regeneración, lo que indica que probablemente en marzo y abril se produjo la maduración final y el desove. Los ovarios y testículos de los ejemplares recolectados en diciembre de 2021 y febrero de 2022 presentaban un aspecto poco voluminoso, con vasos sanguíneos evidentes y coloración clara. Mientras tanto, los recolectados en abril y mayo de 2022 eran hemorrágicos, flácidos y con pocos vasos sanguíneos evidentes. Por esta razón y basándose en los estudios realizados por Iwaszkiw (1993) con la misma especie, fue posible definir los estadios reproductivos de los peces capturados de diciembre a febrero como en desarrollo y los de mayo de 2022 como en fase de regeneración.

El índice hepatosomático (IHS) calculado para los ejemplares recolectados durante este estudio expresó resultados muy bajos, e indicó escasa o nula participación del tejido hepático. Por su parte, el índice gonadosomático (IGS) alcanzó los valores más altos en los ejemplares recolectados en abril y mayo. Los resultados obtenidos por Cardillo *et al.* (2008) al analizar la biología reproductiva de la especie *Oxydoras sifontesi* (Fernández-Yépez, 1968) (Doradidae) describen que se pueden identificar valores altos de IGS en peces cercanos o próximos de reproducirse, y valores más bajos en individuos inmaduros o preadultos o ya desovados.

La información de la historia de vida sobre el crecimiento y la reproducción es esencial para el manejo adecuado de las poblaciones explotadas (Froese, 2006). Las relaciones peso-longitud son de gran importancia en las pesquerías para estimar el peso a partir de la talla (Llamazares-Vegh *et al.*, 2014). En la cuenca del río Paraná, *Pterodoras granulosus* mostró un crecimiento isométrico ($b = 3,177$; $r^2 = 0,864$; $p < 0,001$) (Loponte *et al.*, 2012); en la cuenca de Uruguay, en Argentina, mostró un crecimiento marginalmente isométrico ($b = 2,77$; $r^2 = 0,942$; $p < 0,05$) (Llamazares-Vegh *et al.*, 2014); en la cuenca de Uruguay, en Uruguay, especímenes juveniles mostraron un crecimiento isométrico ($b = 3,17$; $r^2 = 0,83$; $p < 0,001$) (González-Bergonzoni *et al.*, 2010). En el presente estudio, los especímenes adultos de *P. granulosus* también tuvieron crecimiento isométrico ($b = 3,028$; $r^2 = 0,829$; $p = 6,79e-10$); en crecimiento isométrico ($b = 3$) especímenes pequeños, grandes, juveniles y adultos en

la muestra tienen la misma forma y condición (Froese, 2006). Sin embargo, solo podemos definir una forma de crecimiento (alométrica o isométrica) basada en el coeficiente b , cuando se consideran todas las estimaciones de peso-longitud disponibles. Es probable que cubran razonablemente la variación ontogenética, geográfica, estacional e interanual (Froese, 2006).

Estudios señalan que *P. granulosus* consume una multiplicidad de alimentos, incluyendo acuáticos y terrestres, de origen animal y vegetal, y sugieren que se trata de una especie eufágica con tendencia a la herbivoría (Lauzanne y Loubens, 1985; Hahn *et al.*, 1992; Ferriz *et al.*, 2000; Gaspar da Luz *et al.*, 2002; Agostinho *et al.*, 2009). En el presente estudio, se encontraron grandes cantidades de conchas de moluscos bivalvos de la especie *Corbicula fluminea* en el tracto digestivo de los peces, similar a lo observado por González-Bergonzoni *et al.* (2010) en la cuenca del río Uruguay. *Corbicula* es un género de bivalvos exóticos en la zona media-alta del río Teles Pires, es decir, también son invasores de esta localidad. *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) o mejillón asiático y *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) o mejillón dorado son dos especies de bivalvos de agua dulce del suroeste de Asia que han llegado a la parte alta del río Paraná desde 1990 (Takeda *et al.*, 2004). Las poblaciones de *L. fortunei* han crecido exponencialmente desde 2002 (Takeda *et al.*, 2004); las altas densidades de estas poblaciones pueden alterar la estructura de las redes alimentarias acuáticas (Cantanhêde *et al.*, 2008). Además, estos bivalvos pueden causar potencialmente otros impactos: con la formación de masas incrustantes, comprometen la eficiencia de las unidades generadoras de energía; dañar el sistema de refrigeración de los motores de las embarcaciones; dañar los sistemas de recolección de agua (bombas y tuberías) y las plantas de tratamiento de agua; afectar la piscicultura en jaulas de red ensuciando la estructura; al ser un filtro-alimentador puede intensificar la bioacumulación por metales pesados, ya que ha sido utilizado como alimento por peces pertenecientes a la familia Characidae (Oliveira, 2003).

Algunos estudios señalan la importancia de *P. granulosus* en el control de estos moluscos invasores (Gaspar da Luz *et al.*, 2002; Cantanhêde *et al.*, 2008). Por otro lado, existen evidencias de que *P. granulosus* puede practicar la dispersión y, consecuentemente, favorecer los impactos causados por los bivalvos invasores (Cantanhêde *et al.*, 2008; Agostinho *et al.*, 2009). Esto ocurre por el simple hecho de que una parte de estos moluscos puede permanecer cerrada a lo largo de su recorrido por el tracto digestivo y ser expulsada por los peces a otros lugares, lo que propicia la proliferación de estos invasores (Cantanhêde *et al.*, 2008). Esta plasticidad en los hábitos alimentarios parece ser uno de los factores que favorecen el éxito en el establecimiento de especies invasoras, como también fue documentado para la especie *Leporinus tigrinus* (Borodin, 1929) en la cuenca del Alto Paraná



(Cavaretto et al., 2020). Después de la construcción de una represa hidroeléctrica en el río Tocantins, *L. tigrinus* cambió de piscívoro a omnívoro (Monteiro et al., 2008), y recientemente en la cuenca del Alto Paraná reveló un tercer hábito de alimentación, predominantemente detritívoro (Cavaretto et al., 2020). El pez *L. tigrinus* mostró una ruta de dispersión que difiere de los patrones observados para la mayoría de las especies de peces invasores, y sugiere una dispersión sustancial río abajo a través de represas, incluso en ausencia de sistemas de transferencia de peces (Cavaretto et al., 2020). Posiblemente, la especie *P. granulosus* del presente estudio presentó una ruta de dispersión similar a la observada para *L. tigrinus* en la cuenca del Alto Paraná.

Conclusión

De los resultados concluimos que probablemente el periodo reproductor de *Pterodoras granulosus* coincide con la época de creciente en esta cuenca, y tiene un hábito alimenticio omnívoro con tendencia a la herbivoría. Nuestros resultados corroboran con otros estudios realizados con *P. granulosus* en otras cuencas fluviales, e indican que esta especie se ha adaptado en la región de la cuenca del río Teles Pires. Debido a la representatividad

del mejillón asiático (*Corbicula fluminea*) en la dieta, podemos sugerir que *P. granulosus* está cumpliendo su rol como controlador biológico.

Agradecimientos y fuente de financiación

Esta investigación contó con el apoyo de la Empresa Energética Sinop Energia. La captura de los animales fue autorizada por el ICMBio-Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (permiso n.º 18924-1). Este trabajo es resultado de la investigación de los autores L. M. A. Conceição y M. R. M. Laichter, que fueron becarios del Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (CNPq/UFMT 2021-2022). La autora L. S. Matos recibió la beca del Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PDCTR/Fapemat/CNPq Edital 009/2021.

Contribución de los autores

L. M. A. Conceição participó en las colectas, la biometría y el análisis de biología reproductiva, y redactó el manuscrito original. M. R. M. Laichter participó en las colectas, la biometría y el análisis de la dieta natural, y redactó el manuscrito original. L. S. Matos participó en el análisis de datos y redactó el manuscrito final. N. A. B. Antoniassi produjo el material histológico y supervisó el análisis de biología reproductiva. L. N. Carvalho supervisó el proyecto y contribuyó a la redacción del manuscrito original y final.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Referencias bibliográficas

- Agostinho, C. S., Marques, E. E., de Oliveira, R. J. y Braz P. S. (2009).** «Feeding ecology of *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae) in Lajeado reservoir, Tocantins, Brazil». *Iheringia*, 99, pp. 301-306.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C. (1997).** *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM.
- Andrade, D. R. (1990).** *Reproductive biology of the manatee Curimatella lepidura (Eigenmann & Eigenmann, 1889) (Pisces, Curimatidae) from Três Marias Reservoir, São Francisco River, MG*. Tesis doctoral. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J. y Lowerre-Barbieri, S. K. (2011).** «A Standardized terminology for describing reproductive development in fishes». *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), pp. 52-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1008/19425120.2011.555724>
- Calheiros, A. R., Souza, M. A., Costa, J. G. y Araújo, K. D. (2022).** «Espécie invasora de bambu e seus impactos sobre a qualidade do solo». *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 13(6), pp. 63-73. Disponible en: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0006>
- Cantanhêde, L. G., Carvalho, I., Santos, N. y Almeida, Z. (2016).** «Biología reproductiva de *Hassar affinis* (Pisces: Siluriformes, Doradidae), Lago de Viana, Baixada Maranhense, Maranhão, Brasil». *Acta Amazonica*, 46, pp. 219-226. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201503844>
- Cantanhêde, G., Hahn, N. S., Gubiani, E. A. y Fugli, R. (2008).** «Invasive molluscs in the diet of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Pisces, Doradidae) in the Upper Parana River floodplain, Brazil». *Ecology of Freshwater Fish*, 17, pp. 47-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2007.00258.x>
- Cardillo, E., Marciano, D., Poleo, G. y Guerrero, H. Y. (2008).** «Ciclo reproductivo del bagre venezolano "Sierra Negra" (*Oxydoras Sifontesi*)». *Cybiurn*, 32(2), pp. 172-73. Disponible en: <https://doi.org/10.26028/cybiurn/2008-322SP-073>
- Cavaretto, R. C., Souza-Shibatta, L., Celestino, L. F., Da Silva, P. S., Shibatta, O. A., Sofia, S. H., Makrakis, S. y Makrakis, M. C. (2020).** «Evidence for the unexpected dispersal of *Leporinus tigrinus* Borodin, 1929 through hydroelectric dams in the most regulated Neotropical river basin». *Aquatic Invasions*, 15(3), pp. 497-513. Disponible en: <https://doi.org/10.3391/ai.2020.15.3.09>
- Ferraris, C. J. (2007).** Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa*, 1418(1). Disponible en: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1418.1.1>
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y Van Der Laan, R. (Eds.). (2023).** «Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references». Disponible en: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Froese, R. (2006).** «Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta analysis and recommendations». *Journal of Applied Ichthyology*, 22, pp. 241-253. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- González-Bergonzoni, I., Teixeira de Mello, F., Vidal, N. y D'Anatro, A. (2010).** «Reappearance and diet of juvenile armado catfish (*Pterodoras granulosus*) in lower Uruguay river (Rio Negro, Uruguay). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 2, 3ª época, 19, pp. 42-46. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235332819_Reappearance_and_diet_of_juvenile_armado_catfish_Pterodoras_granulosus_in_Lower_Uruguay_River_Rio_Negro_Uruguay
- Gaspar da Luz, K. D., Fugli, R., Abujanra, F. y Agostinho, A. A. (2002).** «Alteration in the *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Osteichthyes, Doradidae) diet due to the abundance variation of a bivalve invader species in the Itaipu Reservoir, Brazil». *Acta Scientiarum*, 24, pp. 427-432. Disponible en: <http://ftp.nupelia.uem.br/users/agostinhoaa/publications/114-AC-Luz-et-al.pdf>
- Hyslop, E. J. (1980).** «Stomach contents analysis: a review of methods and their application». *Journal of Fish Biology*, 17, pp. 41-429. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- Inoue, L. A. K. A. (2007).** *Clove oil: An alternative anesthetic for fish management*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.
- Iwaszkiw, J. (1993).** «Aportes al estudio de la reproducción del armado *Pterodoras granulosus* (Familia Doradidae) del Río Paraná, Entre Ríos, Argentina: Fecundidad y maduración ovocitaria». *Acta Limnológica Brasiliensis*, VI, pp. 133-143.
- Kawakami, E. y Vazzoler, G. (1980).** «Método gráfico y estimación del índice alimentario aplicado al estudio de la alimentación de los peces». *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(2), pp. 205-207.
- Kraeski, A., Almeida, F. T., Souza, A. P. y Carvalho, T. M. (2022).** «Identificación de conflictos de uso del suelo en el Área de Preservación Permanente de una subcuenca de la Amazonia brasileña». *Sociedade & Natureza*, 35(1). Disponible en: <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-65724>
- Loponte, D., Acosta, A. y Musali, J. (2012).** «Allometric parameters of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes 1833) and its application to fossil assemblages». *International Journal of Osteoarchaeology*, 22, pp. 352-360. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/oa.1200>
- Lima, R. G., Soares, B. E., De Barros, T. F., Mazzoni, R. y Caramaschi, E. P. (2022).** «Length-weight relationships in 45 Neotropical fish species from the upper Tocantins River basin (Brazil)». *Journal of Applied Ichthyology*, 2022:1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jai.14314>
- Llamazares Vegh, S., Lozano, I. E. y Dománico, A. A. (2014).** «Length-weight, length-length relationships and length at first maturity of fish species from the Paraná and Uruguay rivers, Argentina». *Journal of Applied Ichthyology*, 30, pp. 555-557. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jai.12408>
- Lucanus, O., Kalacska, M., Arroyo-Mora, J. P., Sousa, L. y Carvalho, L. N. (2021).** «Antes y después: A multiscale remote sensing assessment of the Sinop Dam, Mato Grosso, Brazil». *Earth*, 2, pp. 303-330. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/earth2020018>
- Makrakis, M. C., Miranda, L. E., Makrakis, S., Fernandez, D. R., García, O. y Dias, J. H. (2007).** «Movement patterns of armado, *Pterodoras granulosus*, in the Paraná River Basin». *Ecology of Freshwater Fish*, 16(3), pp. 410-416. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2007.00238.x>
- Matos, L. S., Santana, H. S., Silva, J. O. S. y Carvalho, L. N. (2020).** «Percepção dos pescadores artesanais profissionais sobre a diminuição da captura de peixe matrinxã no Rio Teles Pires, Bacia do Tapajós». En: J. A. Prandel, *Padrões ambientais emergentes e sustentabilidade dos sistemas*. Ponta Grossa, PR: Atena. Disponible: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/571137>
- Monteiro, A. S., Oliveira, A. H. M., Pelicice, F. M. y Oliveira, R. J. (2008).** «Alterações na disponibilidade de recursos alimentares e na dieta das principais espécies de peixes». En: C. S. Agostinho, F. M. Pelicice y E. E. Marques (eds.), *Reservatório de Peixe Angical: Bases ecológicas para o manejo da ctiofauna* (pp. 75-84). UFT, Porto Nacional: Rima.



- Ohara, W. M., Lima, F. T., Salvador, G., Andrade, M. (2017).** *Peixes do rio Teles Pires: diversidade e guia de identificação*. Goiânia: Gráfica e Editora Amazonas. Disponível em: <https://www.uhetelespires.com.br/site/uploads/arquivos/2020/08/513-1-peixes-do-rio-teles-pires-diversidade-e-guia-de-identificacao-chtp.pdf>
- Oliveira, D. M. (2003).** Ocorrência e impactos do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*, Dunker 1857) no Pantanal Mato-Grossense. *Circular Técnica*, 38. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/794369/ocorrencia-e-impactos-do-mexilhao-dourado-limnoperna-fortunei-dunker-1857-no-pantanal-mato-grossense#:~:text=Resumo%3A%20O%20mexilh%C3%A3o%20dourado%20Limnoperna,pa%C3%ADses%20asi%C3%A1ticos%20e%20a%20Argentina.>
- Queiroz, L. J., Torrente-Vilara, G., Massaharu Ohara, W., Henrique da Silva Peres, T., Zuanon, J. A. S. y Rodrigues da Costa Doria, C. (2013).** *Peixes do Rio Madeira*. (1.ª ed.). São Paulo: Dialetto Documental Latinoamericano.
- Asntos, E. P. (1978).** *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo: EDUSP.
- Takeda, A. M., Fujita, D. S. y Junior, H. M. F. (2004).** «Perspectives on exotic bivalves proliferation in the Upper Paraná River Floodplain». En: A. A. Agostinho, L. Rodrigues, L. C. Gomes, S. M. Thomaz y L. E. Miranda (eds.), *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain: LTER-Site 6*. Maringá: EDUEM.
- Vazzoler, A. E. A. M. (1996).** *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática*. Maringá: EDUEM.