

HÁBITATS ACUÁTICOS CRÍTICOS PARA LA CONSERVACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAMORÉ-LLANOS DE MOXOS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

Los Llanos de Moxos, en el núcleo de la Amazonía boliviana, constituyen uno de los complejos de humedales más extensos de Sudamérica, con una planicie estacionalmente inundable de entre 120.000 y 150.000 km² (figura 1). Este paisaje inundable juega un papel crucial en la regulación de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos regionales, aportando aproximadamente el 13% del caudal y alrededor del 50% de los sedimentos al río Amazonas a través del sistema del río Madera. Al suroeste, la llanura está bordeada por el piedemonte andino, recibiendo aguas “blancas” andinas (turbias y cargadas de sedimento), además de lluvia local, lo que origina inundaciones estacionales de gran magnitud. Al este-noreste, la llanura se superpone al escudo brasileño, al que fluyen ríos de aguas claras con baja carga de sedimentos y nutrientes. Durante la temporada húmeda se inundan vastas áreas, mientras que se contraen significativamente en la época seca, evidenciando una elevada variabilidad hidrológica estacional e interanual. Este pulso de inundación y sequía estacional determina en gran medida la estructura, la productividad y la conectividad de los ecosistemas acuáticos de la cuenca.

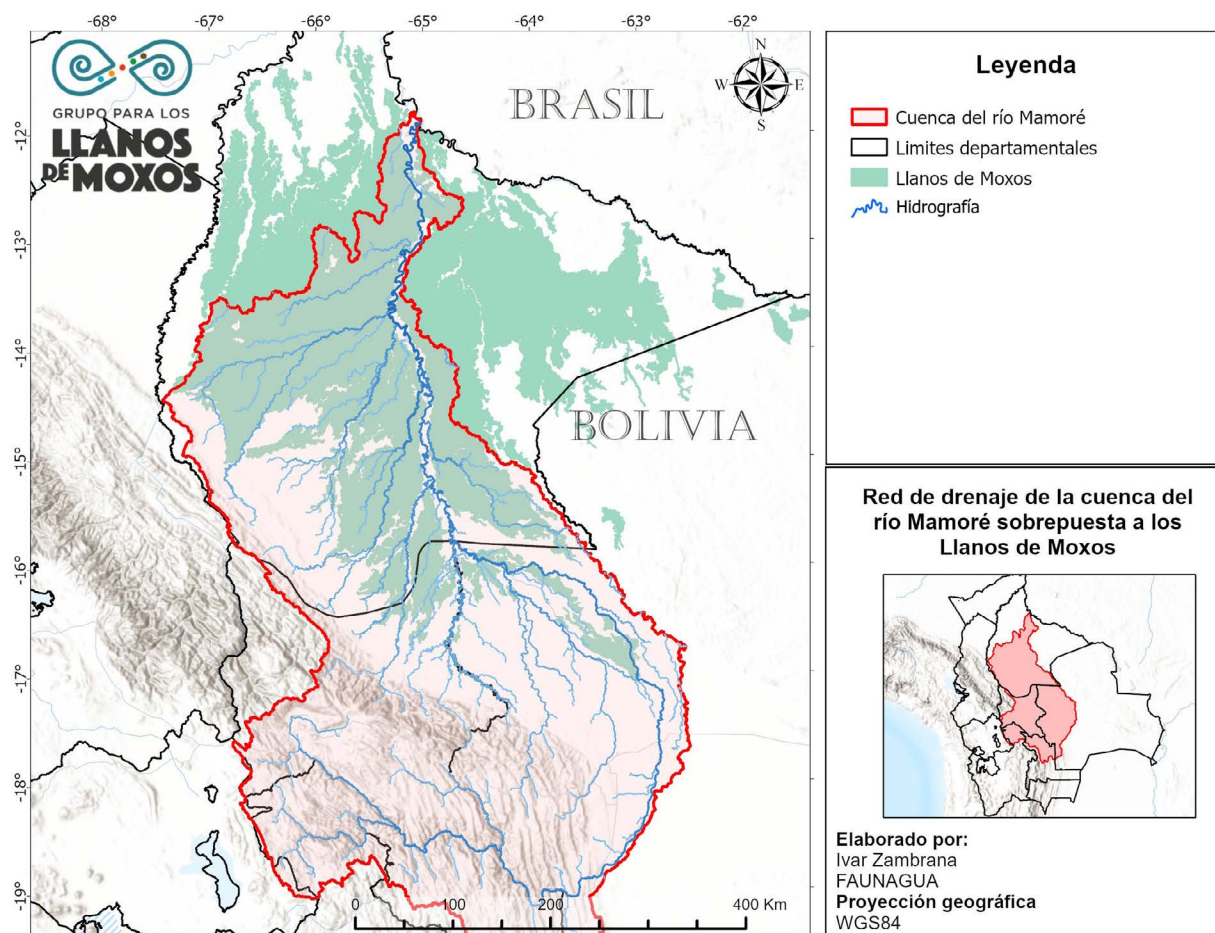


Figura 1. Río Mamoré: cuenca, red de drenaje principal y sobreposición con los Llanos de Moxos

Ecológicamente, los Llanos de Moxos forman un mosaico interconectado de sabanas inundables (aproximadamente el 72% del área) y llanuras de inundación fluvial con bosques ribereños estacionalmente anegados (aprox. 28%). Estos ecosistemas mantienen una rica biodiversidad y brindan servicios ecosistémicos vitales tanto para la fauna como para las comunidades humanas locales, que dependen de ellos para la pesca, la caza, el pastoreo y el control natural de inundaciones. Desde el punto de vista social y cultural, la región es igualmente relevante: en su territorio coexisten numerosas áreas protegidas (nacionales, departamentales y municipales), tres sitios Ramsar y más de una decena de territorios indígenas. Esta superposición de unidades de gestión con distintas visiones y usos refleja la importancia de un enfoque integrado de manejo del paisaje, en el que se concilie la conservación de la diversidad ecológica con el bienestar de las poblaciones locales y sus medios de vida. En suma, los Llanos de Moxos representan un sistema de humedales dinámico y multifuncional; su integridad ecológica y sus servicios ambientales revisten importancia estratégica a nivel regional y nacional.

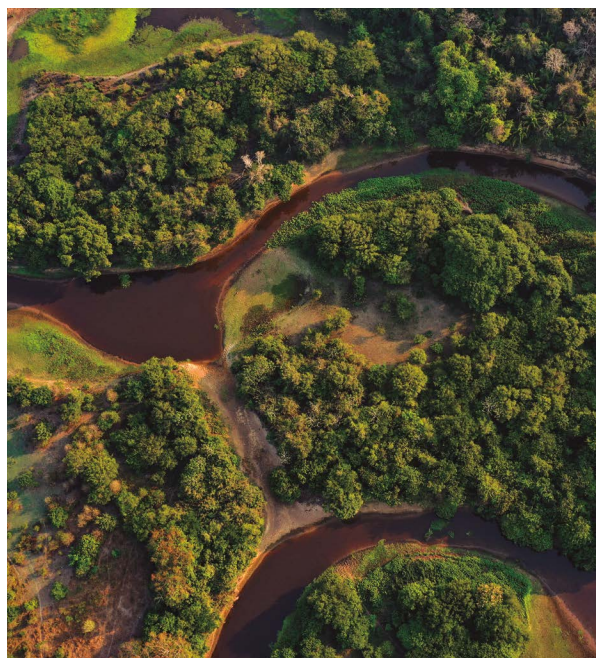
PROPÓSITO

El estudio que aquí sintetizamos tuvo como propósito general mejorar el conocimiento científico sobre los hábitats acuáticos críticos de la cuenca del río Mamoré-Llanos de Moxos, para una toma de decisiones informada que conduzca a mejorar la conservación y el manejo sostenible. En particular, se planteó caracterizar de manera integral la dinámica hidrológica, geomorfológica y ecológica de este paisaje inundable, identificar los principales tipos de hábitats acuáticos y aquellos esenciales para especies amenazadas, así como evaluar patrones de conectividad hidrológica y amenazas actuales. Sobre esa base, el objetivo final del estudio es formular recomendaciones generales de conservación y manejo que, de implementarse a mediano o largo plazo, contribuyan a mejorar el estado poblacional de dichas especies focales y reducir su nivel de amenaza.



Aldo Echeverría/WCS

Este enfoque busca que la protección de las “especies paisaje” priorizadas (véase más adelante) sirva de paraguas para salvaguardar los ecosistemas acuáticos que ellas representan. En última instancia, el estudio pretende aportar insumos técnicos rigurosos para que autoridades ambientales, entidades gestoras y comunidades locales puedan planificar acciones más efectivas de conservación, manejo adaptativo y desarrollo sostenible para la cuenca. La importancia de este enfoque integrado es que brinda una visión holística de la cuenca Mamoré-Llanos de Moxos, articulando información física, biológica y social, para orientar decisiones informadas en un contexto de crecientes presiones antropogénicas y de cambio climático en aumento.



DINÁMICA HIDROLÓGICA Y GEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA

La cuenca del río Mamoré (afluente principal del Madeira) presenta un régimen hidrológico marcado por la estacionalidad tropical (figura 3). Las precipitaciones varían desde 500 mm/año en sectores bajos hasta 3.000 mm/año en zonas del piedemonte andino, con una temporada lluviosa entre noviembre y abril y un periodo seco pronunciado de mayo a octubre. Especialmente, las lluvias más intensas se concentran en la franja subandina, al sur y centro de la cuenca, mientras que las llanuras del norte reciben menos precipitación. Las temperaturas medias oscilan entre 11° C en tierras altas andinas y 26° C en llanuras septentrionales.

El río Mamoré exhibe en su curso inferior caudales que fluctúan entre 1.800 y 9.000 m³/s, aproximadamente. La geomorfología plana de los Llanos favorece la existencia de amplias zonas de inundación natural que actúan como reguladoras: se observa un desfase temporal importante entre el pico de lluvias en la cuenca y los caudales máximos en la desembocadura, debido al almacenamiento de agua en planicies inundables que amortigua las crecidas. Este “almacén” natural de aguas reduce la energía de los caudales altos y prolonga la lámina de inundación, desempeñando una función clave para la recarga gradual de acuíferos y la disponibilidad de hábitats acuáticos durante la estación seca. Mediante análisis estadísticos, el estudio identificó correlaciones no lineales entre los caudales del Mamoré y la extensión del área inundada, lo que permitió proponer métodos para estimar superficies inundadas a partir de variaciones de caudal.

En síntesis, el régimen hidrológico natural de la cuenca mantiene un pulso anual predecible —aunque variable interanualmente—, cuya integridad es fundamental para sustentar los procesos ecológicos en los humedales asociados.

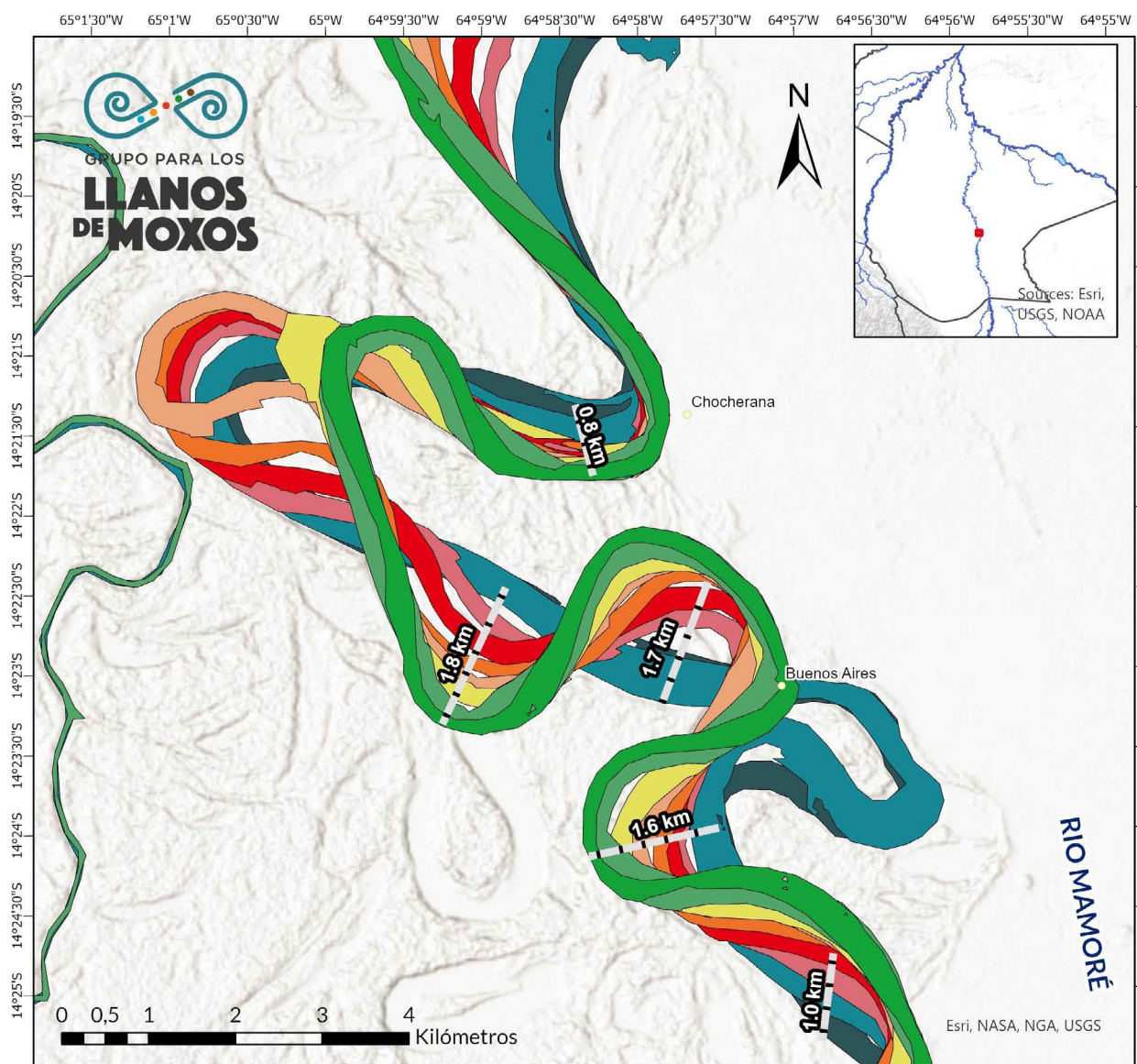


Figura 2. Identificación de la migración de cursos del río Mamoré

Régimen hidrológico bajo escenarios de cambio

Los análisis incluyeron proyecciones sobre cómo el régimen hídrico podría verse alterado por factores tales como el cambio climático y cambios de uso de suelo. Evidencias recientes señalan tendencias hacia eventos extremos más frecuentes (por ejemplo, inundaciones excepcionales en 2007, 2008, 2014), alternados con sequías severas, posiblemente asociadas a fenómenos ENSO (El Niño/La Niña) más intensos. Se sugiere un posible incremento en la variabilidad del ciclo hidrológico amazónico durante las últimas décadas. En consonancia, proyecciones climáticas actuales (IPCC, 2023) indican una potencial disminución de las precipitaciones en la Amazonía suroccidental en las

próximas décadas. Esto implicaría una reducción en la magnitud y duración de las inundaciones estacionales, acrecentando la frecuencia de años secos críticos. Dicha alteración del pulso de inundación —en sincronía con la deforestación u obras hidráulicas— podría llevar a cambios profundos en el estado ecológico de los humedales, empujándolos a umbrales críticos o puntos de inflexión ecológica difíciles de revertir. El estudio enfatiza en la necesidad de incorporar estos escenarios de cambio en la planificación, pues modificaciones atípicas del régimen hidrológico (como caudales reducidos o desincronización lluvia-inundación) podrían disminuir la superficie de hábitats acuáticos disponibles, la provisión de alimento e incluso la supervivencia de especies adaptadas al ciclo histórico de inundación.

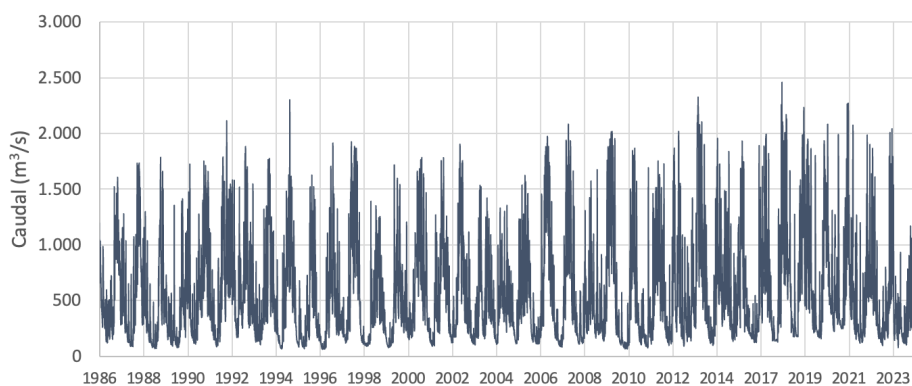


Figura 3. Hidrograma de la estación Puerto Villarroel, río Ichilo (elaboración propia con base en datos del SNHN y del SENAMHI).



Patrones de inundación y disponibilidad de hábitats

Mediante un análisis multitemporal con imágenes satelitales MODIS (ópticas) y ALOS PAL-SAR (radar), se cartografió la dinámica de inundación en distintas coberturas vegetales de los Llanos de Moxos. Los resultados muestran una inundación estacional extensa que cubre buena parte de la sabana en época de lluvias, seguida de una marcada retracción de los espejos de agua en la estación seca (figura 4). Las áreas inundadas alcanzan su máxima extensión entre enero y marzo, mientras que entre julio y octubre permanecen solo cuerpos de agua permanentes (ríos, lagunas, pantanos). Asimismo, se constató que eventos climáticos extremos introducen variabilidad interanual: por ejemplo, El Niño 2015-2016 produjo sequías severas, mientras que La Niña de 2014 y de 2018 causó inundaciones inusualmente amplias.

Diferentes tipos de vegetación responden de modo característico al pulso hídrico: los bosques inundables de várzea tienden a inundarse brevemente durante picos de crecida, mostrando vulnerabilidad a pulsos cortos de agua alta. En contraste, las sabanas arboladas y los bosques ribereños presentan un régimen de inundación más estable (6-7 meses de inundación en años

extremos), que indica cierta adaptación a condiciones hidrológicas constantes. La vegetación acuática palustre (por ejemplo, con cobertura de macrófitas) mantiene una inundación prácticamente permanente, aunque expande su superficie cubierta en la temporada de lluvias.

Estas variaciones espaciales y temporales en la hidrología tienen importantes implicaciones ecológicas: determinan la disponibilidad de hábitats acuáticos para la fauna y la productividad primaria/secundaria de los humedales. El estudio resalta que cambios en los patrones de inundación inducidos por el clima pueden comprometer la resiliencia de estos ecosistemas y las funciones ecológicas que mantienen (por ejemplo, la reproducción sincrónica de peces, la oferta de frutos para peces frugívoros, la depuración de nutrientes).

La aplicación combinada de sensores ópticos y radar resultó ser una herramienta robusta para monitorear inundaciones en un paisaje tan extenso y heterogéneo. Sin embargo, se observó que la detección de agua fue más precisa en zonas abiertas de sabana que bajo la cobertura densa de bosques. Esto sugiere la necesidad de continuar mejorando la resolución y calibración de los análisis remotos, complementándolos con datos de campo, para captar por completo la dinámica hidrológica en todos los entornos.

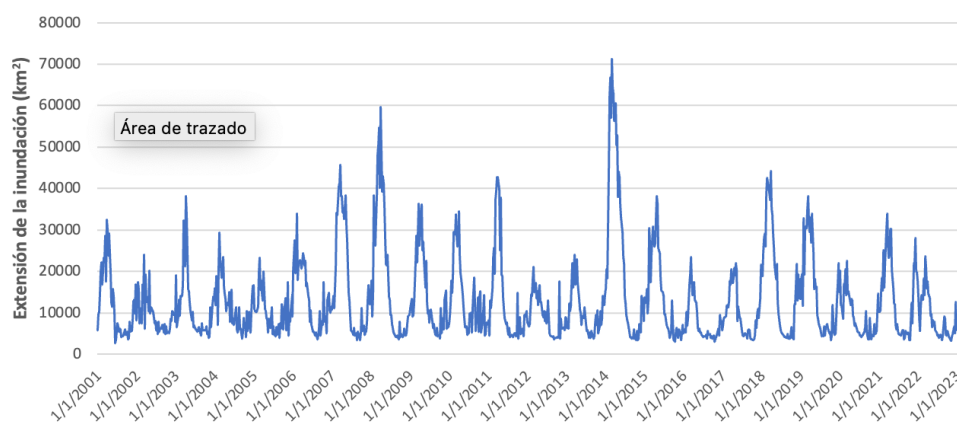


Figura 4. Serie multitemporal de inundaciones en los Llanos de Moxos (elaboración propia a partir de datos M*D09A1)

Principales hábitats acuáticos identificados

A partir de la información geomorfológica, hidrológica y de vegetación, se caracterizó los tipos principales de hábitats acuáticos presentes en la cuenca del río Mamoré-Llanos de Moxos. Entre ellos destacan: ríos de llanura meándricos (por ejemplo, el propio Mamoré y sus tributarios mayores, de aguas blancas), cuyos cauces y planicies de inundación asociadas constituyen el eje conector del sistema; lagunas de várzea (cuerpos de agua lénticos en bajos inundables, muchos de origen fluvial antiguo), que actúan

como amortiguadores de crecida y refugios de fauna acuática en estiaje; bosques inundables estacionales (várzeas boscosas), ricos en biodiversidad, que proveen cobertura y alimento (frutos, detritos) a numerosas especies acuáticas durante la fase de aguas altas; sabanas inundables de agua dulce (extensas llanuras con pastizales y pajonales que acumulan agua somera en temporada de lluvia), que son hábitat clave para herbívoros como el ciervo de los pantanos; y pantanos permanentes o curichis con vegetación palustre, que mantienen agua todo el año y funcionan como criaderos de peces y filtradores naturales.

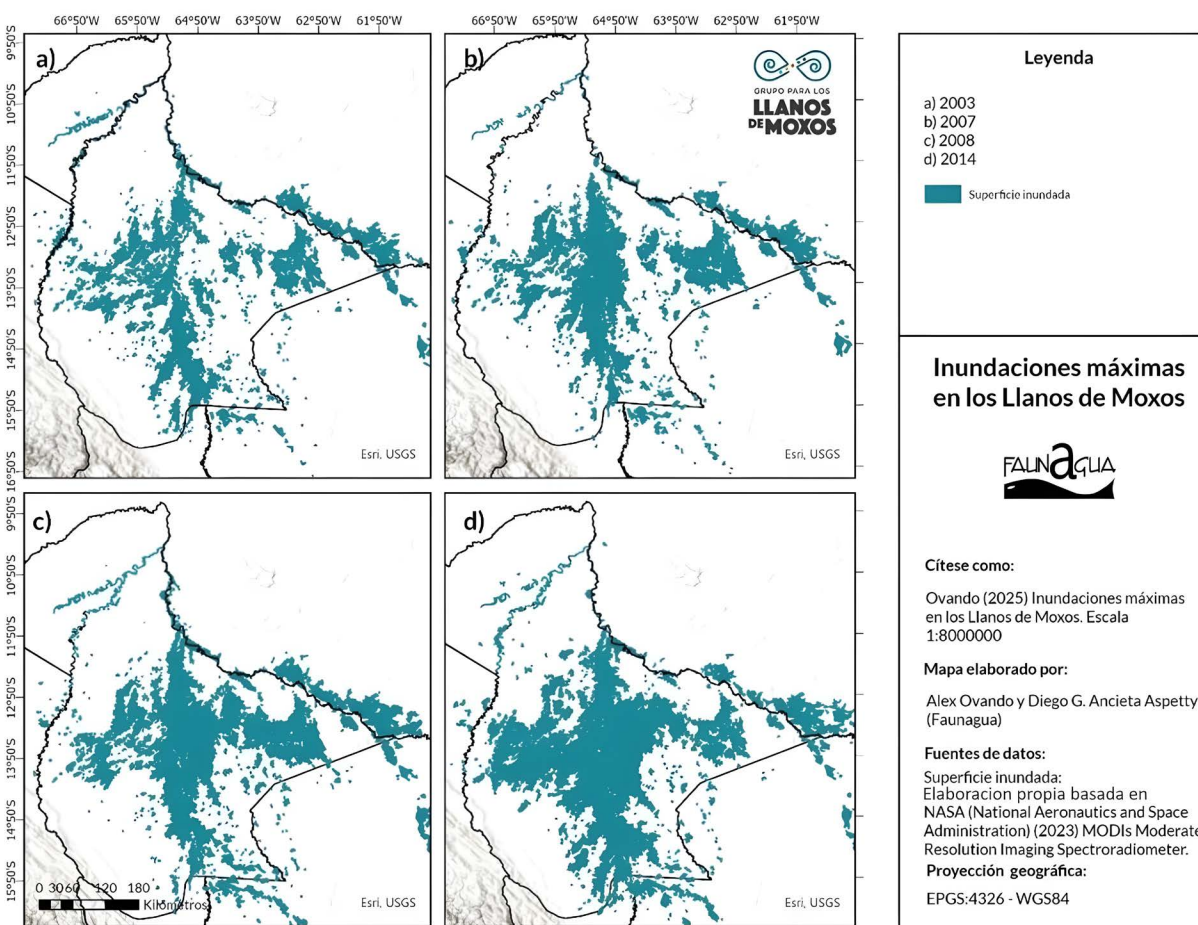


Figura 5. Inundaciones máximas en los Llanos de Moxos en 2003, 2007, 2008 y 2014 (elaborado con base en datos de M*D09A1).

Cada uno de estos ecosistemas acuáticos posee gradientes de inundación (figura 5) y características físico-químicas particulares (por ejemplo, diferencias de turbidez, profundidad y contenido orgánico) que determinan comunidades biológicas específicas. No obstante, están ecológicamente interrelacionados por los flujos de agua y sedimento. El estudio integró información cartográfica de libre disponibilidad (por ejemplo, MapBIOMAS Agua) con trabajo de gabinete para delimitar estas unidades de hábitat, sentando bases para evaluar su estado y representatividad en la red de áreas protegidas. En términos de extensión, las sabanas inundables y humedales herbáceos cubren la mayor proporción del paisaje (como se indicó, aproximadamente el 72%), mientras que los bosques de galería y cuerpos de agua abiertos

ocupan áreas menores pero críticas en términos de biodiversidad (figura 6).

La conectividad hidrológica entre estos hábitats —por ejemplo, la conexión estacional entre ríos y lagunas o entre planicies de inundación contiguas— resulta esencial para mantener procesos tales como migraciones de peces, intercambio genético de poblaciones acuáticas y movimientos de fauna durante la estación seca. En general, la caracterización de hábitats sirvió para reconocer aquellos sectores de la cuenca que ofrecen condiciones únicas —por ejemplo, lagunas profundas permanentes, tramos fluviales con playas de anidación, etc.— y que, por tanto, revisten importancia estratégica para la conservación.

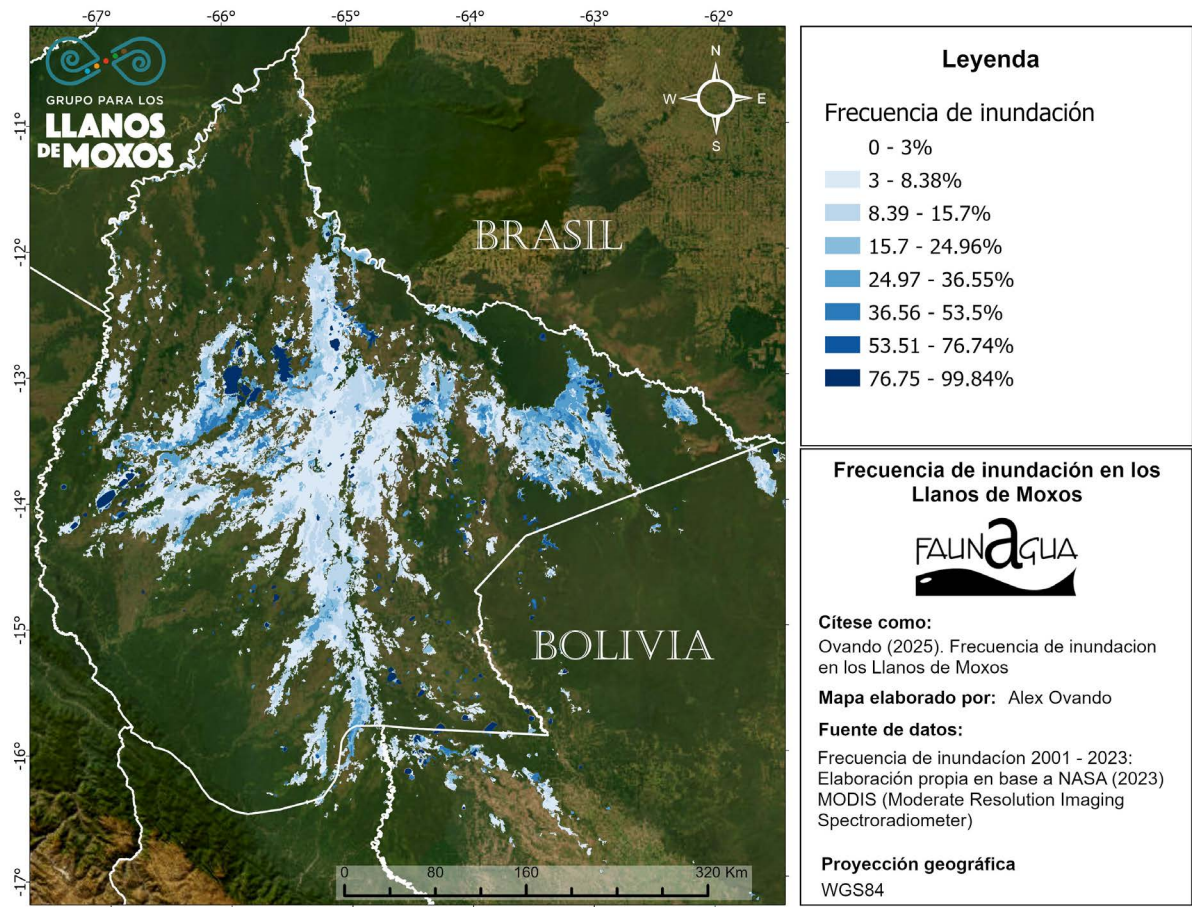


Figura 6. Frecuencia de inundaciones en los llanos de Moxos para el periodo 2001-2023 (determinada a partir de M*D09A1).

Especies paisaje y hábitats acuáticos críticos

Manteniendo la coherencia con los objetivos de conservación planteados para la región, se priorizaron tres especies de fauna asociadas a ecosistemas acuáticos como objetos de conservación emblemáticos. Estas son: la tataruga (*Podocnemis expansa*), el pacú (*Colossoma macropomum*) y el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*). Se las denomina especies paisaje porque su protección beneficia indirectamente a un amplio espectro de otras especies y a la integridad de los ecosistemas donde habitan. Cada una tiene requerimientos ecológicos particulares y, con base en los hallazgos del estudio, se identificaron sus hábitats críticos dentro de la cuenca.

En conjunto, las tres especies paisaje ocupan prácticamente todos los ecosistemas de los Llanos de Moxos. Las dos primeras son indicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos (ríos, lagunas, bosques inundados), mientras que el ciervo refleja la integridad de los humedales palustres terrestres-ribereños. Debido a sus amplios rangos de hogar y movimientos migratorios, ninguna de estas especies puede ser efectivamente conservada dentro de una sola área protegida pequeña: requieren un enfoque de paisaje que asegure la funcionalidad ecológica a escala de cuenca.

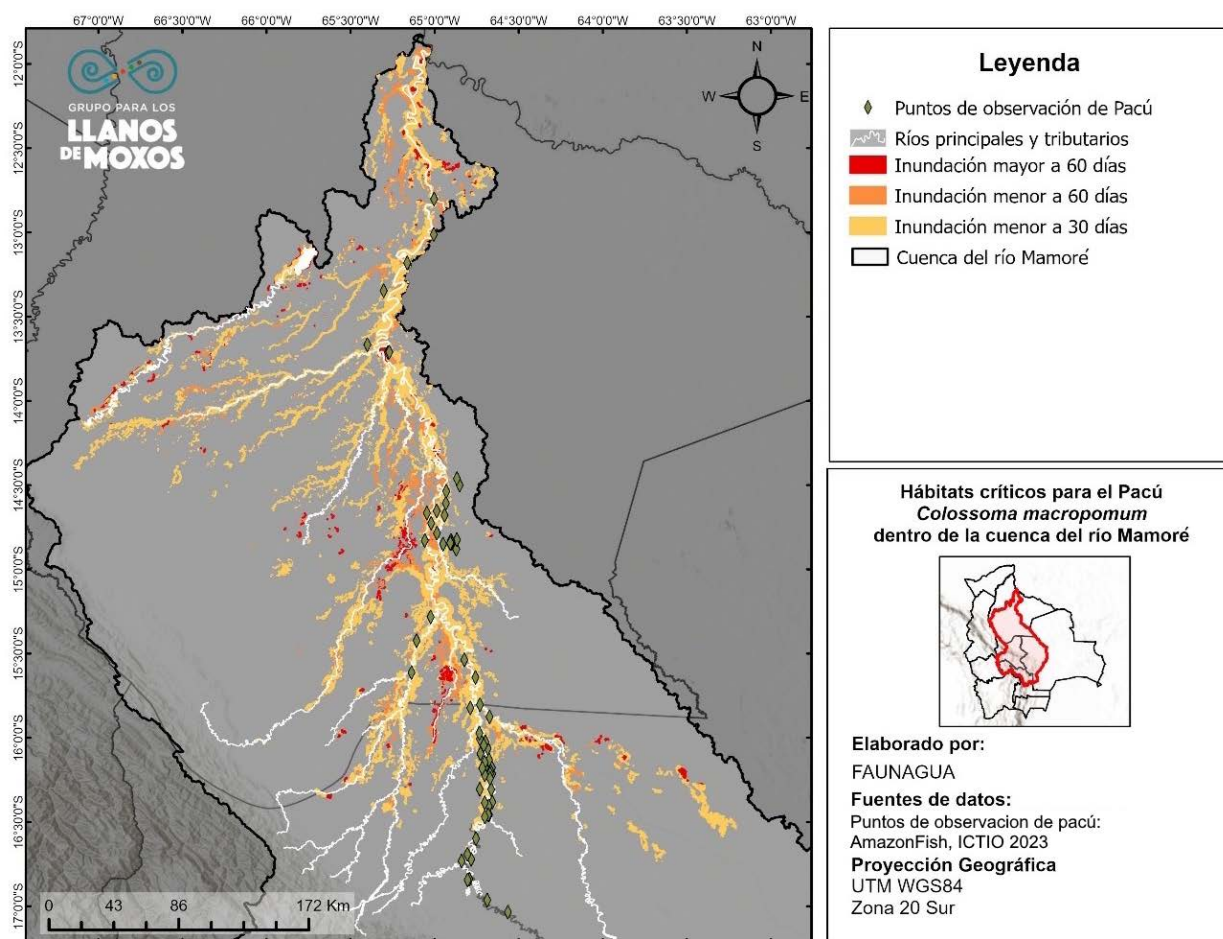


Figura 7. Hábitats críticos para el pacú *Colossoma macropomum* en la cuenca del Río Mamoré

Un hallazgo transversal del estudio es la necesidad de mantener todos los hábitats utilizados a lo largo del ciclo de vida de estas especies, adoptando un enfoque ecosistémico integral. No obstante, dentro de ese enfoque holístico, es válido priorizar aquellos hábitats más críticos (por ejemplo, playas de anidación de la tataruga o corredores migratorios del pacú) y las amenazas más urgentes, orientando hacia ellos los esfuerzos de conservación inmediatos (véase los hábitats críticos para el pacú en la figura 7).

También se evidenció la falta de información detallada sobre el uso de hábitats y rutas migratorias para las tres especies, lo cual limita la precisión para definir zonas núcleo de conservación. Este hecho refuerza la urgencia de realizar estudios complementarios (telemetría satelital, monitoreo a largo plazo, censos sistemáticos) con participación de expertos, autoridades locales y comunidades, para mapear con mayor resolución los movimientos estacionales y necesidades espaciales de estas especies. Dicha información es crítica para diseñar estrategias de manejo adaptativo basadas en ciencia.

Conectividad hidrológica y ecológica

Un tema clave que emerge es la importancia de la conectividad a múltiples escalas. La conectividad longitudinal (a lo largo de los ríos) asegura, por ejemplo, que peces migratorios, como el pacú, completen su ciclo reproductivo sin barreras, y que los sedimentos y nutrientes fluyan libremente, manteniendo la fertilidad de las llanuras. La conectividad lateral (entre ríos y sus llanuras de inundación, o entre lagunas y cauces de río) sustenta los intercambios bióticos y abióticos que caracterizan a los humedales: inundaciones estacionales que permiten a los bufeos acceder a lagunas, y a las tortugas y las poblaciones de pacú internarse en el bosque inundado para alimentarse.

La pérdida de conexión entre sistemas acuáticos puede tener consecuencias negativas directas, tales como la desecación de lagunas aisladas en años secos y la mortandad de fauna asociada. Por tanto, conservar la dinámica natural del pulso de inundación es sinónimo de conservar la conectividad ecosistémica. Las intervenciones humanas en la cuenca —como carreteras, represas o desvíos de ríos— tienden a interrumpir o redirigir flujos de agua, amenazando esta conectividad. El estudio subraya que acciones de manejo deben procurar restaurar o mantener conexiones hídricas clave —por ejemplo, evitando la sedimentación de los canales de lagunas, garantizando caudales ecológicos o estableciendo corredores ribereños protegidos— para no comprometer la funcionalidad del sistema socioecológico.

Asimismo, la conectividad sociocultural es importante: los diferentes actores que gestionan partes del territorio (gobiernos locales, áreas protegidas, TCO, usuarios del agua) necesitan coordinarse bajo una visión de cuenca integrada. Dado el mosaico de jurisdicciones en los Llanos de Moxos, un enfoque de gobernanza colaborativa es imprescindible para alinear objetivos y acciones. El mantenimiento de la conectividad ecológica, en última instancia, favorece no solo a la biodiversidad, sino también a las poblaciones humanas, garantizando pesca sostenible, protección contra inundaciones catastróficas, recarga de acuíferos para uso doméstico y agrícola y otros servicios ecosistémicos esenciales para la economía local.

GOBERNANZA Y MANEJO DEL PAISAJE

La gestión de la cuenca del Mamoré, eje principal de los Llanos de Moxos, enfrenta el reto de articular numerosos actores e instrumentos. Como se indicó, este espacio alberga varias áreas protegidas (nacionales, departamentales, municipales), territorios indígenas y tierras privadas, cada cual con competencias y objetivos particulares. No obstante, existe un reconocimiento creciente de la necesidad de integrar las distintas visiones de manejo bajo metas ambientales comunes. El “Programa de Conservación y Desarrollo Sostenible de los Llanos de Moxos” formuló una visión compartida orientada a conservar la diversidad biológica y cultural del paisaje, mantener los servicios ambientales y promover el bienestar humano sostenible. En esa línea, se han definido objetos de conservación tanto naturales (ecosistemas, conectividad, especies) como culturales (modos de vida, patrimonio arqueológico).

El estudio aporta información científica clave para sustentar dichas metas, por ejemplo, identificando qué hábitats específicos requieren atención prioritaria o dónde es más vulnerable la conectividad ecológica. Asimismo, se alinea con estrategias nacionales, como la Estrategia Nacional de Humedales, que aboga

por la gestión integral de sistemas de vida en humedales mediante manejo participativo y actividades productivas sostenibles en armonía con la naturaleza.

Un hallazgo relevante es que muchas de las amenazas trascienden los límites administrativos: la deforestación en la cabecera cochabambina del Mamoré o los proyectos hidroeléctricos en Brasil sobre el río Madeira pueden impactar en los Llanos de Moxos, tanto aguas abajo como aguas arriba. Por ello, la gobernanza efectiva demanda cooperación intersectorial e incluso transfronteriza.

También se detectaron vacíos en la aplicación de normativas existentes (por ejemplo, control de pesca y caza, protección de bosques ribereños), que requieren fortalecimiento institucional y participación comunitaria para ser subsanados. En suma, la gobernanza de la cuenca deberá basarse en la mejor ciencia disponible, instrumentos de ordenamiento territorial actualizados y la inclusión activa de las comunidades locales — especialmente pueblos indígenas que manejan vastas áreas— para conciliar la conservación con el uso sostenible del territorio.



CONCLUSIONES GENERALES

El análisis integrado de la cuenca del río Mamoré-Llanos de Moxos revela un sistema socioecológico altamente dinámico pero frágil, en el que la biodiversidad, las funciones hidrológicas y el bienestar humano están profundamente entrelazados. Por un lado, se confirma que los Llanos de Moxos mantienen todavía una elevada integridad ecológica en grandes extensiones, funcionando como un paisaje de humedal a escala continental que sustenta procesos hidroecológicos clave (por ejemplo, la regulación del ciclo hidrológico amazónico y el hábitat de especies endémicas y migratorias). Por otro lado, diversas presiones antropogénicas y cambios globales amenazan con desestabilizar este equilibrio. Entre los principales riesgos identificados destacan los cambios en el régimen hidrológico, la conversión de hábitats y la respectiva deforestación, la infraestructura hidráulica y de transporte, la construcción de represas hidroeléctricas, la proyectada hidrovía binacional por el río Mamoré y la canalización del río Grande, especies invasoras (como el paiche) y el uso no sostenible de los recursos naturales.

Pese a estos desafíos, el estudio identifica también oportunidades importantes de conservación. Gran parte de la cuenca todavía mantiene sus características naturales, y aproximadamente una cuarta parte de los Llanos de Moxos está bajo algún régimen de protección oficial o gestión indígena comunitaria. Esto ofrece una base institucional para implementar acciones de manejo integradas a escala regional. Además, el enfoque de especies paisaje utilizado demuestra ser una estrategia útil: al priorizar hábitats clave de unas cuantas especies emblemáticas, permite dirigir esfuerzos que beneficien a todo el ecosistema asociado.

La fuerte dependencia de las comunidades locales de los recursos del humedal (pesca, carne

de monte, agua, etc.) puede convertirse en un motor para su conservación, siempre que se fortalezca la gestión comunitaria y se reconozca el valor económico de los servicios ecosistémicos a largo plazo. Por ejemplo, la pesca manejada sosteniblemente o la protección de sitios de anidación de tortugas con turismo controlado podrían generar ingresos locales, al mismo tiempo que incentivar la protección de las especies. Asimismo, la designación de segmentos de los Llanos de Moxos como sitios Ramsar y su potencial nominación futura como humedal de importancia internacional más amplia podría abrir puertas a la cooperación y a la investigación internacional.

Finalmente, el conocimiento generado por este estudio sobre dinámica de inundaciones, tipologías de hábitats, requerimientos de fauna, etc., proporciona una base científica sólida para orientar políticas públicas. Aprovechar estos insumos en instrumentos como planes de ordenamiento de cuencas, actualización de planes de manejo de áreas protegidas y diseños de nuevas reservas (como corredores biológicos entre humedales) representa una oportunidad concreta de mejorar la efectividad de la conservación en la región.

En síntesis, los hallazgos evidencian que la conservación de los Llanos de Moxos debe abordarse de manera integral, atendiendo tanto los procesos biofísicos (régimen natural de inundación, conectividad hidráulica, integridad de hábitats) como las dimensiones sociales (usos tradicionales, gobernanza multinivel y conocimiento local, entre otras). Solo un enfoque holístico garantizará la persistencia a largo plazo de este invaluable sistema de humedales y de las especies que lo habitan, en equilibrio con las necesidades de desarrollo de las comunidades humanas que también forman parte del paisaje.



TÍTULO

Hábitats acuáticos críticos para la conservación en la cuenca del río Mamoré-Llanos de Moxos (Resumen).

FECHA DE EDICIÓN

Septiembre, 2025.

EDITOR

Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos – Wildlife Conservation Society

AUTORES

Ivar Zambrana Rojas- FAUNAGUA (Bolivia)
Alex Ovando- FAUNAGUA (Bolivia)
Fernando Sagarnaga- FAUNAGUA (Bolivia)
Paul A. Van Damme – FAUNAGUA (Bolivia)

REVISIÓN DE REDACCIÓN

Patricia Montes R.

DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN

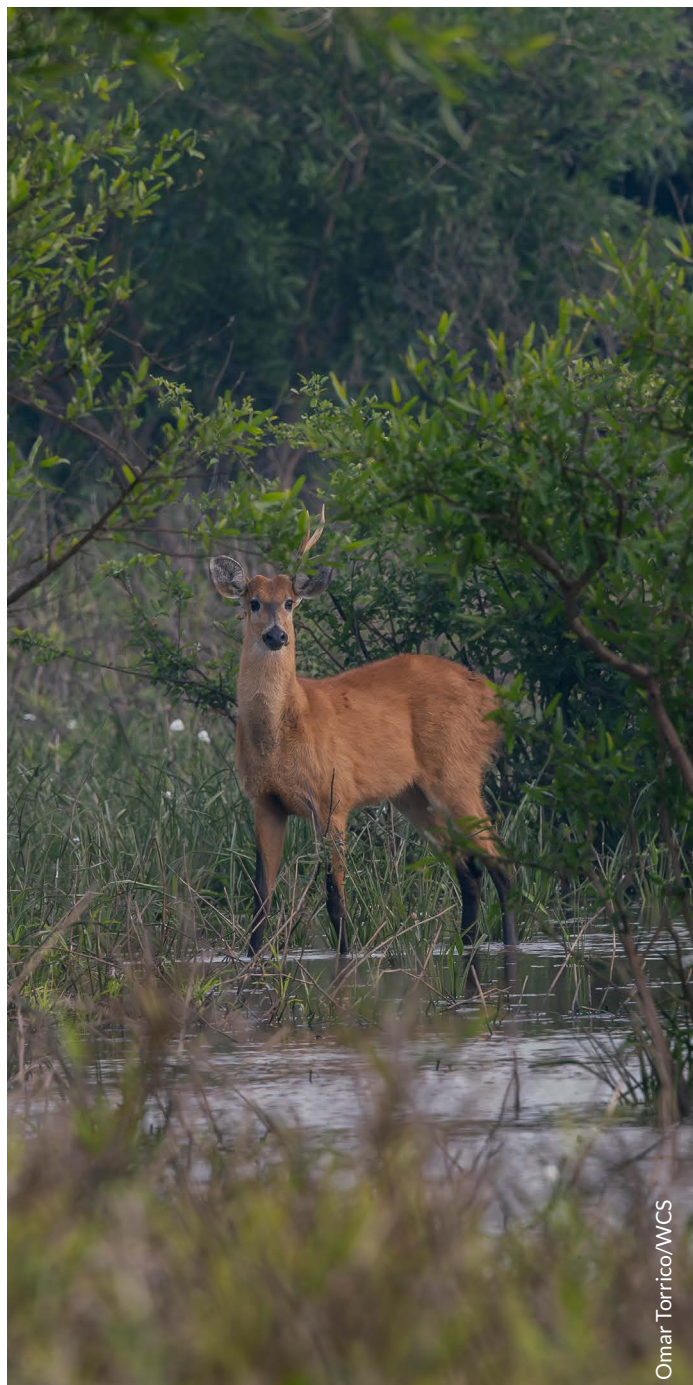
Aimara Barrero

CITA SUGERIDA

FAUNAGUA (2025). *Hábitats acuáticos críticos para la conservación en la cuenca del río Mamoré-Llanos de Moxos*. Resumen. Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos, Wildlife Conservation Society. Trinidad, Bolivia.

AGRADECIMIENTOS

El estudio y esta publicación se realizaron con el apoyo financiero de la Fundación Gordon y Betty Moore en el marco del Proyecto Conservación de Humedales Críticos de la Amazonía.



GORDON AND BETTY
MOORE
FOUNDATION



COPYRIGHT: @Grupo de Trabajo para Los Llanos de Moxos
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>