

EL VIAJE DEL GUANO ENTRE CUEVAS Y CHINAMPAS

Cristian Cornejo-Latorre^{1*}, Adriana Beatriz Ortiz-Quijano² y Luz María Sil-Berra¹

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México, México. crisclat@gmail.com (CC-L), luzsil@ciencias.unam.mx (LMS-B).

²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. ortizbeatriz285@gmail.com (ABO-Q).

*Autor de correspondencia

Los nutrientes también viajan. Hace más de dos siglos, las cuevas de Iztapalapa estaban conectadas con las chinampas de Xochimilco: los murciélagos concentraban nutrientes en sus refugios y los agricultores los transportaban hasta las parcelas de cultivo.

En 1791, José Antonio de Alzate y Ramírez describió un vínculo inesperado: el guano de las cuevas de Iztapalapa viajaba hasta Xochimilco para fertilizar cultivos de chile. ¿Qué unía a murciélagos y chinampas? La respuesta no se encuentra únicamente en las cuevas ni en las parcelas agrícolas, sino en el paisaje lacustre de la Cuenca de México. La extraordinaria productividad chinampera surge de la interacción entre la infraestructura hidráulica, la biodiversidad y la experiencia acumulada por generaciones de chinamperos. Dentro de este sistema, los murciélagos pueden desempeñar un papel discreto, casi invisible, conectando distintos ambientes mediante sus desplazamientos nocturnos.

Una chinampa es una parcela de cultivo construida dentro del sistema lacustre con lodo extraído de los canales, restos de vegetación acuática, cañas y postes. Su estructura y fertilidad dependen de un manejo continuo. En los bordes crecen ahuejotes (*Salix bonplandiana*), cuyas raíces estabilizan el suelo y reducen la erosión. Los canales no sólo funcionan como vías de transporte; también contribuyen al manejo del agua y acumulan sedimentos y materia orgánica

que, al reincorporarse periódicamente a las parcelas, ayudan a mantener la fertilidad del suelo. Los almácigos (semilleros temporales), los trasplantes, los cultivos asociados y el manejo cuidadoso de la humedad forman parte de las prácticas que sostienen este sistema agrícola.

Estas prácticas de manejo forman parte de un sistema en el que también intervienen numerosos procesos ecológicos. Los microorganismos descomponen la materia orgánica y reciclan nutrientes; los insectos actúan como herbívoros, polinizadores y descomponedores; y los peces, las aves y los mamíferos participan en las redes alimentarias y en el movimiento de materia y energía. A partir de la observación y el manejo continuo del sistema, los chinamperos han desarrollado un profundo conocimiento ecológico que incorporan a sus prácticas cotidianas.

Las chinampas no han permanecido aisladas del resto de la Cuenca de México. A lo largo de su historia, distintos recursos y materiales han llegado desde otros lugares. Uno de ellos procedía de un sitio particularmente inesperado: las cuevas habitadas por murciélagos. La pista documental comienza incluso antes del relato de Alzate. "Una Relación Geográfica de Xochimilco", elaborada en 1777, señalaba que algunas chinampas se fertilizaban con estiércol de murciélago obtenido en Mexicaltzingo. Catorce años después, José Antonio de Alzate y Ramírez describió grandes concentraciones de murciélagos en las cuevas del cerro de Iztapalapa y explicó que agricultores de Xochimilco arrendaban el acceso a esos depósitos, transportaban el guano y lo incorporaban a la tierra para cultivar tornachile (*Capsicum annuum* L.).



Paisaje de canales y chinampas en Xochimilco, Ciudad de México.
Fotografía: Emmanuel Eslava, vía Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0).

El guano no llegaba a las parcelas por un proceso natural: su traslado requería organización, acuerdos, trabajo y un propósito agrícola claramente definido. De esta forma, el recorrido del guano unía dos espacios que parecían muy distintos: la cueva y la chinampa. Los murciélagos concentraban en sus refugios nutrientes obtenidos durante sus desplazamientos nocturnos, mientras que los agricultores los trasladaban hasta las parcelas y los incorporaban al suelo. Así, Iztapalapa, Mexicaltzingo y Xochimilco quedaban integrados en un mismo paisaje de intercambios. Por esa ruta no sólo circulaban nutrientes, sino también trabajo, observaciones y conocimientos agrícolas. El recorrido del guano muestra así el encuentro entre un proceso ecológico y una práctica cultural.



Localidades y conexiones documentadas asociadas con el traslado de guano de murciélago hacia las chinampas de Xochimilco durante el periodo colonial tardío. Una relación geográfica de 1777 señaló a Mexicaltzingo como lugar de procedencia, mientras que Alzate identificó en 1791 las cuevas del cerro de Iztapalapa como fuente del guano. La flecha representa esta conexión funcional y no un camino histórico específico. Los límites territoriales actuales se incluyen únicamente como referencia espacial.

Mapa elaborado por Cristian Cornejo-Latorre con Python, a partir de cartografía de CONABIO (2023) y OpenStreetMap.

El guano constituye una evidencia tangible de cómo los murciélagos conectan distintos ambientes mediante el movimiento de nutrientes. Los compuestos que lo forman tienen su origen en los insectos, frutos, néctar y otros recursos consumidos durante los desplazamientos nocturnos. Tras ser ingeridos, transformados y excretados, esos nutrientes se concentran en los refugios. Cuando el guano se transporta e incorpora al suelo, los microorganismos lo descomponen y liberan compuestos que las plantas pueden absorber. El nitrógeno favorece el crecimiento de los tejidos vegetales, mientras que el fósforo participa en el desarrollo de raíces, flores y frutos. Así, cada depósito de guano reúne nutrientes procedentes de los diferentes ambientes visitados por los murciélagos durante su alimentación.

Sin embargo, el guano no es un fertilizante uniforme; su composición depende de la especie de murciélago, de su dieta, de la frescura del material, de la humedad y del tiempo de acumulación en el refugio. Por lo tanto, su efecto sobre los cultivos también varía según las características del suelo, la cantidad aplicada y la forma en que se incorpora. Por ello, resulta más apropiado considerarlo un abono orgánico cuya eficacia debe evaluarse en cada contexto. Además, el guano puede albergar microorganismos potencialmente patógenos, de modo que su aprovechamiento actual requiere medidas sanitarias adecuadas y prácticas de extracción que no alteren las colonias ni deterioren sus refugios.

Aquí conviene hacer una pausa. Los dos testimonios más claros sobre el uso agrícola del guano en México proceden del periodo colonial tardío (1750-1821) y, por sí solos, no permiten afirmar que los agricultores mexicas emplearan este recurso antes de la Conquista. Aunque la agricultura chinampera tiene un origen prehispánico y el uso de distintos abonos orgánicos probablemente también sea antiguo, no sabemos cuándo comenzó específicamente el aprovechamiento del guano de murciélago. Por ello, esta práctica debe entenderse como un conocimiento documentado durante el periodo colonial tardío y no como una costumbre prehispánica demostrada. Esta distinción no debilita la historia; por el contrario, fortalece su interpretación al separar con claridad lo que muestran los documentos de aquello que aún permanece como hipótesis.

El guano representa sólo una de las formas en que los murciélagos pueden conectarse con el paisaje chinampero. Cada noche, sus desplazamientos entre refugios y sitios de alimentación los llevan a recorrer cuerpos de agua, zonas arboladas, cultivos y otros ambientes del paisaje. Durante estos recorridos, los murciélagos no sólo obtienen alimento, sino que también participan en distintos procesos ecológicos: los insectívoros consumen grandes cantidades de artrópodos, los frugívoros dispersan semillas y los nectarívoros transportan polen entre flores.

En Xochimilco, la evidencia más sólida de estas funciones ecológicas corresponde a los murciélagos insectívoros, con registros de especies como *Lasiurus cinereus*, *Mormoops megalophylla*, *Myotis californicus*, *M. velifer* y *Tadarida brasiliensis*. Los canales y cuerpos de agua favorecen la emergencia de numerosos insectos acuáticos, mientras que los cultivos y la vegetación de los bordes sostienen polillas, escarabajos, mosquitos y otros artrópodos que constituyen recursos alimenticios para varias especies de murciélagos. Estudios basados en el registro de ultrasonidos en áreas verdes de la Ciudad de México, incluido el Parque Ecológico de Xochimilco, detectaron una mayor actividad de murciélagos donde la abundancia de insectos era más alta. Estos resultados indican que Xochimilco forma parte de sus áreas de alimentación; sin embargo, todavía desconocemos cómo utilizan las chinampas productivas y qué presas capturan específicamente sobre ellas.

¿Significa esto que los murciélagos protegen las cosechas chinamperas? La respuesta todavía es incierta, pero la hipótesis es biológicamente plausible. Los murciélagos insectívoros consumen una gran diversidad de artrópodos y se ha demostrado que pueden reducir las poblaciones de insectos considerados plaga en distintos sistemas agrícolas. Experimentos realizados en cafetales, maizales y arrozales compararon parcelas abiertas con otras cubiertas durante la noche para impedir la actividad de los murciélagos. En un estudio desarrollado en arrozales de Morelos, su presencia redujo en 58 % el daño ocasionado por insectos barrenadores del tallo. En las chinampas todavía no contamos con ese tipo de evidencia. Aunque los murciélagos utilizan Xochimilco como área de alimentación, desconocemos qué especies capturan sobre los cultivos y si su actividad disminuye las poblaciones de insectos herbívoros. El control biológico de plagas constituye, por tanto, una hipótesis sólida que aún debe ponerse a prueba mediante estudios experimentales.

La polinización y la dispersión de semillas representan otras posibles formas de conexión entre los murciélagos y el paisaje chinampero, aunque la evidencia es todavía más limitada. En la Cuenca de México existen registros de murciélagos nectarívoros, como *Choeronycteris mexicana*, *Glossophaga mutica*, *Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena*, así como del frugívoro *Artibeus lituratus*. En distintas regiones del país se ha demostrado que estas especies pueden transportar polen entre flores y dispersar semillas de numerosas especies de plantas. Sin embargo, aún no sabemos en qué medida utilizan las chinampas, qué recursos vegetales aprovechan dentro de ellas ni si participan efectivamente en la polinización o la dispersión de semillas. Por ahora, estas funciones deben considerarse hipótesis de trabajo y no procesos ecológicos demostrados para Xochimilco.

El texto de Alzate ofrece además una segunda observación de gran interés. Al preguntarse por qué la Ciudad de México parecía albergar menos mosquitos que otras poblaciones rodeadas de agua, propuso que los murciélagos de las cuevas de Iztapalapa contribuían a reducir su abundancia. No se trataba del resultado de un experimento controlado, sino de la interpretación de un naturalista basada en la observación del paisaje. Sin embargo, revela que los murciélagos ya eran reconocidos no sólo como fuente de un recurso agrícola, sino también como consumidores de insectos. En una misma fuente histórica aparecen dos funciones que hoy la ecología estudia por separado: la depredación de insectos y la transferencia de nutrientes mediante el guano.

Estas conexiones funcionan en ambos sentidos. Los murciélagos participan en diversos procesos ecológicos del paisaje chinampero, pero la estructura y el estado de conservación del paisaje también determinan qué especies pueden utilizarlo. Los canales y cuerpos de agua sostienen poblaciones de insectos; los ahuejotes y la vegetación ribereña

proporcionan continuidad al paisaje, mientras que los refugios cercanos ofrecen sitios de descanso y reproducción. Cuando alguno de estos componentes desaparece, también se alteran las rutas de desplazamiento y los recursos disponibles para los murciélagos. La contaminación del agua, la pérdida de árboles, la iluminación artificial excesiva y el uso indiscriminado de insecticidas degradan esa red de interacciones. Conservar las chinampas implica, por tanto, proteger mucho más que las parcelas de cultivo; significa mantener el conjunto de procesos ecológicos y hábitats que sostienen su biodiversidad.

Todavía quedan muchas preguntas abiertas. Las fuentes históricas muestran que el guano fue utilizado como fertilizante, pero desconocemos qué especies de murciélagos utilizaban entonces el paisaje chinampero, qué recursos aprovechaban o cómo variaba la composición del guano entre refugios. Incluso en la actualidad sabemos muy poco sobre las interacciones ecológicas que mantienen los murciélagos con este agroecosistema. Determinar qué especies utilizan las chinampas, qué recursos encuentran en ellas y qué funciones ecológicas desempeñan requerirá combinar la investigación histórica con nuevos estudios de campo sobre su diversidad, dieta y actividad.

La historia del guano no demuestra que los murciélagos fueran responsables del éxito de la agricultura chinampera. Las fuentes históricas muestran, sin embargo, que los agricultores reconocieron y aprovecharon una conexión particular dentro de este complejo sistema: la transferencia de nutrientes desde las cuevas hasta las parcelas de cultivo. Hoy sabemos que los murciélagos pueden participar en otros procesos ecológicos, aunque todavía desconocemos su importancia dentro de las chinampas. Más que ofrecer respuestas definitivas, esta historia revela un paisaje en el que procesos ecológicos y prácticas humanas han permanecido estrechamente entrelazados.



El murciélago mexicano cola suelta (*Tadarida brasiliensis*) es una especie insectívora que suele formar colonias numerosas y consumir grandes cantidades de insectos cada noche. En distintos paisajes agrícolas, la actividad de los murciélagos insectívoros puede contribuir al control natural de insectos. Fotografía: Luis Armando Navarro Zarco.

Los nutrientes siguen viajando. La diferencia es que hoy también conocemos la historia de uno de esos recorridos: el viaje del guano entre cuevas y chinampas, una conexión que revela parte de la historia ecológica y cultural de este paisaje.

LITERATURA CONSULTADA

- Abd Rahman, S.-S. N., R. C. T. Tingga, M. F. M. Bukhori, y S. M. A. A. Abdullah. 2023. A Brief Review of the Nutritive Value and Chemical Components of Bat Guano and Its Potential Use as a Natural Fertiliser in Agriculture. *Borneo Journal of Resource Science and Technology* 13:22-31.
- Alzate y Ramírez, J. A. 1791. Fragmento de un escrito de Alzate sobre el estiércol de murciélago. Pp. 31-32 *in* La agricultura chinampera. Compilación histórica (Rojas Rabiela, T., ed.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ávila-Flores, R., y M. B. Fenton. 2005. Use of Spatial Features by Foraging Insectivorous Bats in a Large Urban Landscape. *Journal of Mammalogy* 86:1193-1204.
- Brito Guadarrama, B., y J. M. Pérez Zevallos. 2017. Relaciones geográficas de Xochimilco, Mexicaltzingo y Coatepec-Chalco. 1777. *Historias* 92:103-130.
- Dimkić, I., *et al.* 2021. The microbiome of bat guano: for what is this knowledge important? *Applied Microbiology and Biotechnology* 105:1407-1419.
- Ebel, R. 2020. Chinampas: An Urban Farming Model of the Aztecs and a Potential Solution for Modern Megalopolis. *HortTechnology* 30:13-19.
- Ferreira, R. L. 2019. Guano communities. Pp. 474-484 *in* Encyclopedia of Caves, 3a ed. (White, W. B., D. C. Culver, y T. Pipan, eds.). Academic Press. Amsterdam, Países Bajos.
- Hortelano-Moncada, Y., F. A. Cervantes, y R. Rojas-Villaseñor. 2016. Riqueza y conservación de los mamíferos silvestres de la Ciudad de México, México. Pp. 179-220 *in* Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas, y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato. Ciudad de México, México.
- Kunz, T. H., *et al.* 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:1-38.
- Maine, J. J., y J. G. Boyles. 2015. Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112:12438-12443.
- Rojas Rabiela, T. (ed.). 1993. La agricultura chinampera: compilación histórica. Segunda edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Rojas Rabiela, T. 2019. Iztapalapa y su paisaje a través del tiempo. *Rutas de Campo* 5:32-40.
- Rojas Rabiela, T. 2025. Las chinampas de la cuenca de México. *Ciencias* 146-147:39-56.
- Sierra-Durán, C., Á. Torres-Alcántara, A. López-Baucells, y R. A. Medellín. 2025. Bats over rice: Assessing the contribution of insectivorous bats to pest suppression in Mexican rice fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 383:109503.
- Toledo, V. M., y N. Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria Editorial. Barcelona, España.
- Williams-Guillén, K., I. Perfecto, y J. Vandermeer. 2008. Bats limit insects in a neotropical agroforestry system. *Science* 320:70.

Sometido: 01/ago/2026.

Revisado: 06/ago/2026.

Aceptado: 15/ago/2026.

Publicado: 18/ago/2026.

Editor asociado: Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa.