

El sapo “pingo de ouro” (*Brachycephalus rotenbergae*): una “gota dorada” en el suelo de la floresta nubosa atlántica brasileña

Delprá-Cachulo, Joyce Mara¹; Toledo, Luís Felipe², Rocha-Lima, Ana Beatriz Carollo³, Martínez-Montoya, Juan Felipe¹, Olivera-Méndez, Alejandra¹, Palacio-Núñez, Jorge^{1*}

¹ Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide núm. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, C.P. 78620, México.

² Laboratório de História Natural de Anfíbios Brasileiros (LaHNAB), Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil.

³ Centro Universitário Don Domenico, Artur Costa Filho, núm. 20, 11410-080, Guarujá, São Paulo, Brasil.

* Autor de correspondencia: jpalacio@colpos.mx

Entre los animales vertebrados, los anfibios son el grupo de transición entre los ambientes acuático y terrestre, y está formado por tres órdenes: Anura (sapos y ranas), Caudata (salamandras y ajolotes) y Gymnophiona (cecilias). En particular, los anuros son importantes dentro de las cadenas tróficas como reguladores de poblaciones de invertebrados, incluidos insectos que son vectores de enfermedades que afectan a los humanos como fiebre amarilla, dengue y zika, además son clave como bioindicadores de la salud del ambiente. Esta función, como bioindicador de la calidad del ambiente, está relacionada con su fisiología y la permeabilidad de su piel. La piel permeable les permite realizar el intercambio de gases (respiración). Un inconveniente es que esto los hace susceptibles a contaminantes ambientales y también a la desecación cuando se exponen a la luz solar. Debido a la susceptibilidad a la desecación, la mayoría de las especies de sapos y ranas son de actividad nocturna, justamente para no perder agua (o desecarse) y no sufrir estrés fisiológico. Sin embargo, hay especies terrestres de este grupo que desarrollaron mecanismos adaptativos que les permiten tener actividad diurna. Este es el caso de las especies de anuros del género *Brachycephalus*, que evolucionaron en florestas atlánticas súper húmedas y evitan la desecación viviendo en el suelo por debajo de la hojarasca, donde la humedad es elevada (Figura 1).

Actualmente, se conocen alrededor de 40 especies de anuros que pertenecen al género *Brachycephalus*. Todas las especies que lo conforman fueron miniaturizadas a través de procesos evolutivos, como el “pingo de ouro” (gota de oro), que pertenece a la especie *Brachycephalus rotenbergae*, cuyos machos miden alrededor de 1.40 cm y las hembras, que son más grandes, alcanzan a medir 1.90 cm (Figura 2). Durante este proceso de miniaturización, estos anfibios tuvieron una degeneración de los dedos en las extremidades, lo que hace que los individuos tengan menos dedos que otros

Cómo citar: Delprá-Cachulo, J. M., Toledo, L. F., Rocha-Lima, A. B. C., Martínez-Montoya, J. F., Olivera-Méndez, A., & Palacio-Núñez, J. (2022). El sapo “pingo de ouro” (*Brachycephalus rotenbergae*): una “gota dorada” en el suelo de la floresta nubosa atlántica brasileña. *Agro-Divulgación*, 2(6). <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.135>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Agro-Divulgación, 2(6). Noviembre-Diciembre. 2022. pp: 75-80.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



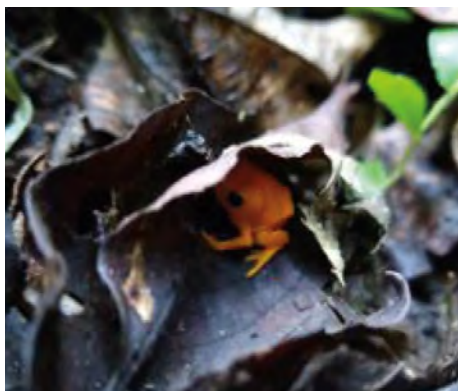


Figura 1. Individuo de gota de oro entre hojarasca, dentro de la floresta nubosa de Serra do Japi, en el sureste de São Paulo, Brasil.



Figura 2. Ejemplares del sapo gota de oro. En la fotografía de la derecha, se puede apreciar el tamaño corporal real.

anfibios y también sufrieron degeneración del aparato auditivo, lo que afecta su capacidad para saltar y garantizar un buen aterrizaje.

El género es endémico de la Mata Atlántica brasileña (Figura 3) y, aunque el bioma se distribuye hasta Paraguay y Argentina, no se encuentra en estos países porque las florestas son más secas, y como ya se mencionó, necesita de mucha humedad para sobrevivir. Estos hábitats súper húmedos se encuentran entre 800 a 1,300 msnm y se conocen como Florestas Nubosas o Florestas de Niebla (Figura 4). Reciben esta denominación porque presentan una condensación de humedad constante, producto de las masas de aire provenientes del océano que chocan con las montañas. Varias especies del género son micro endémicas; es decir, solamente se encuentran en pequeños fragmentos de la Mata Atlántica, a veces sólo en algunas montañas, como es el caso del sapo gota de oro, que habita básicamente en Serra da Mantiqueira (estados de São Paulo y Rio de Janeiro) y montañas asociadas, como la Serra do Japi, en Jundiaí, en el interior de São Paulo (Figura 5).

Los individuos de gota de oro se alimentan de pequeños invertebrados (colémbolos y ácaros) que habitan en el suelo de las florestas húmedas debajo de la hojarasca, donde

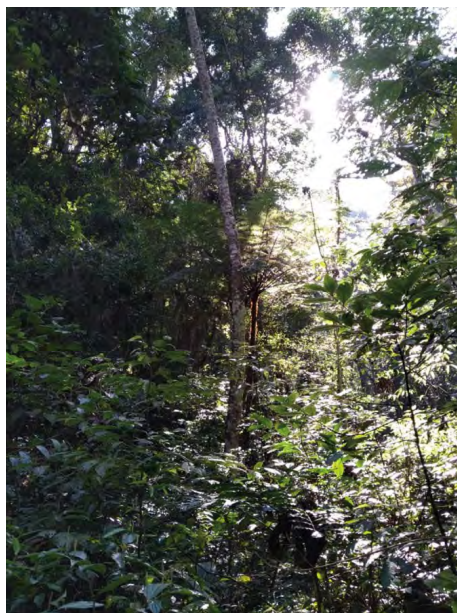


Figura 3. Vegetación típica del bioma Mata Atlántica. Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo.



Figura 4. Floresta de Niebla. Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Bioma Mata Atlántica.

viven y se reproducen. Este diminuto sapo es de desarrollo directo; es decir, las hembras ponen huevos directamente en el suelo húmedo. Durante la época de reproducción, es posible observar a los machos croar sobre la vegetación o la hojarasca para atraer pareja y también para defender su territorio de otros machos. Después del amplexo, o “abrazo nupcial” (Figura 6), las hembras ponen los huevos en el suelo húmedo y usan sus dedos para hacer rodar estos huevos y rodearlos con partículas de tierra. Se cree que este comportamiento tiene la intención de camuflarlos contra los depredadores, pero también es posible que sea una estrategia para mantener la humedad alrededor de los huevos. En este proceso, es posible que la hembra transfiera toxinas de su piel a los huevos y a las partículas del suelo, aumentando su protección contra la depredación. Cuando los huevos eclosionan,

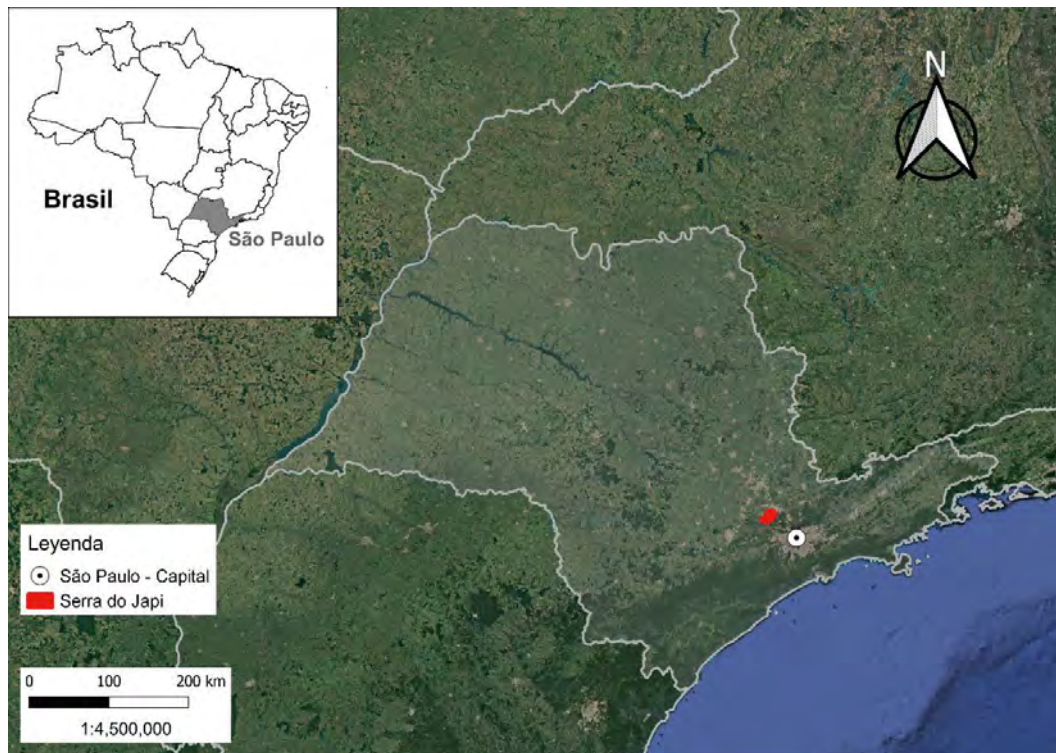


Figura 5. Localización de Serra do Japi (polígono rojo) en el sureste del estado de São Paulo, Brasil.



Figura 6. Gota de oro en amplexo inguinal.

nacen diminutas formas adultas de color marrón, un camuflaje contra los depredadores. A medida que se desarrollan y maduran, comienzan a producir toxinas en la piel y obtienen su coloración final, que es amarillo-brillante. Esto se conoce como coloración aposemática, que es una señal de advertencia ante los posibles depredadores, ya que indica que el animal es tóxico o venenoso. No todas las especies del género presentan la misma coloración aposemática: *Brachycephalus rotenbergae* es amarillo-brillante, al igual que *B. ephippium* y *B. alipioi* (de ahí viene el nombre común generalizado de “pingo de ouro”). También hay especies de color anaranjado (*B. garbeanus*) y rojizo (*B. leopardus*), y otras que no tienen

coloración aposemática y utilizan camuflaje (coloración críptica) para defenderse de los depredadores, como *B. curupira*.

Brasil tiene la mayor riqueza de anfibios del mundo con 1,080 especies reconocidas hasta el año de 2022 (Órdenes: Anura 1,039 especies, Caudata 5 especies y Gymnophiona 36 especies). De acuerdo a la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), para el año 2022, 41% de las especies de anfibios del mundo están clasificadas bajo algún grado de amenaza. En específico, en el Libro Rojo de la Fauna Brasileña Amenazada de Extinción de 2018, se documentaron 973 especies de anfibios de 2010 a 2014. De éstas, 936 correspondían al Orden Anura, de los cuales 40 fueron clasificadas como amenazadas de extinción y una ya extinta. Todas las especies amenazadas tienen una distribución restringida y, la mayoría (37 especies), son exclusivas del bioma Mata Atlántica. Cabe mencionar que algunas especies están categorizadas como amenazadas porque viven en ambientes micro endémicos y su hábitat está siendo degradado, pero todavía faltan estudios para conocer el estado real de estas, y otras especies que no han sido evaluadas a la fecha, posiblemente debido a las dimensiones territoriales que se deben cubrir y a la complejidad que implican estos estudios.

Aún en el caso de especies que son micro endémicas, como el sapo gota de oro (Figura 7), pueden existir diversas poblaciones a lo largo de su área de distribución conocida. Entonces, se puede hablar de poblaciones amenazadas e incluso de poblaciones extintas, pero son necesarios más estudios para poder generalizar la situación de riesgo para toda la especie. De hecho, los avances en estudios moleculares han permitido reclasificar especies descritas y, eventualmente, registrar nuevas especies y reajustar las áreas de distribución. Esto sucedió con el sapo gota de oro: hasta 2021 que se creía que su área de distribución abarcaba los estados de São Paulo, Minas Gerais y Espírito Santo, pero análisis moleculares demostraron que *B. ephippium* y *B. rotenbergae* eran dos especies distintas. De esta forma, los registros geográficos de la nueva especie (*B. rotenbergae*) se limitan a las florestas semicaducifolias al sur de la Serra da Mantiqueira, en los municipios de Mogi das Cruzes, Campinas y Jundiaí, con un área de ocurrencia de alrededor de 583,600 ha.

Todos estos detalles fisio-ecológicos son fundamentales para entender y demostrar la fragilidad del grupo de los anuros, que todavía se ve aún más marcada cuando añadimos otras amenazas, tales como la degradación y pérdida de hábitat por la deforestación y

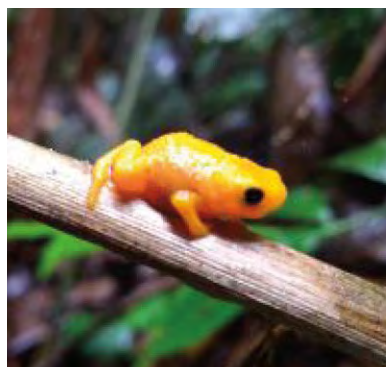


Figura 7. Gota de oro en rama de vegetación.

conversión del uso de la tierra, la contaminación de los ambientes acuáticos y terrestres, y el cambio climático. Particularmente, el calentamiento global ha incrementado la letalidad de los patógenos que infectan a los anfibios, como el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) que ha provocado extinciones masivas de anuros en las últimas décadas y, más recientemente, el ranavirus.

El cambio climático ha cambiado la temporalidad y el régimen de lluvias a través de los fenómenos denominados El Niño y La Niña, mientras que el calentamiento global ha desplazado las masas de aire que forman las florestas nubosas a altitudes cada vez mayores, perjudicando la formación de niebla y contribuyendo a la reducción de la humedad en el interior de estas florestas. Incluso con la formación de niebla, la deforestación de estas áreas permite una mayor entrada de luz solar y evaporación, haciendo que el interior de la floresta sea más seco e inadecuado para el sapo gota de oro y otras especies que no pueden sobrevivir y reproducirse fuera de este ambiente súper húmedo.

Los anuros son de fundamental importancia en el equilibrio de los ecosistemas y en la prevención de enfermedades, pero los cambios en el ambiente, tanto a escala local como global, están poniendo en riesgo este delicado equilibrio. Generar conocimiento a escala local, incluyendo información a alta resolución espacial del ambiente donde ocurre la especie, permitirá diseñar estrategias para la conservación del sapo gota de oro, y podrá beneficiar también a otras especies de fauna y flora que comparten el mismo microhábitat.

El carisma de este pequeño sapo amarillo, contrastando con el verde exuberante de la vegetación de la floresta, es un gran atractivo para los fotógrafos y observadores de vida silvestre. Este tipo de turismo ecológico, responsable y documentado debe promoverse como una alternativa tanto para la conservación de la propia especie como del hábitat donde vive. Por todo lo mencionado anteriormente, es imperativo “conocer para preservar”. La frase está muy de moda actualmente, pues refleja la realidad en que vivimos: necesitamos seguir uniendo esfuerzos para generar conocimiento de calidad y es imprescindible dar a conocer a la comunidad científica y sociedad civil los resultados de nuestros esfuerzos a favor de la innovación en la conservación de la biodiversidad.

Retribución social

Este estudio es parte del proyecto de investigación de la estudiante Joyce Mara Delprá Cachulo, de la maestría en ciencias: Innovación en Manejo de Recursos Naturales, del Campus San Luis Potosí, del Colegio de Postgraduados, en el cual se está generando información innovadora y pertinente para el conocimiento de este pequeño sapo, así como para mejores propuestas de conservación. Este conocimiento ha sido colocado a disposición de la Fazenda São Francisco das Montanhas, Jundiá, São Paulo, Brasil, con el fin de promover el turismo ecológico (senderismo y paisajismo) para la conservación de la floresta y, por ende, del sapo gota de oro.