

Proyecto de planeación sistemática para la conservación de dos especies del género *Lachesis*, endémicas de Centroamérica, en el Pacífico y Caribe sur de Costa Rica.

Introducción

Las serpientes del género *Lachesis* son las serpientes venenosas más grandes del mundo y las más largas de América, así como la única víbora ovípara del nuevo mundo. Costa Rica cuenta con dos de las cuatro especies que componen este taxón ubicado solamente en el continente americano: *L. stenophrys* y *L. melanocephala* (Campbell & Lamar, 2004). *L. melanocephala* tiene la distribución más pequeña del género, ubicándose principalmente en los bosques primarios del Pacífico sur de Costa Rica y contando con unos pocos reportes en la zona adyacente de Panamá, desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm, siendo endémica principalmente de Costa Rica. Mientras que *L. stenophrys*, si bien también tiene una distribución que abarca solamente los bosques tropicales de estos dos mismos países, lo hace a lo largo de la vertiente Caribe desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, siendo mucho más amplia (Solorzano, 2004; Barrio-Amorós *et al.*, 2020).

Las serpientes en general no suelen tener una muy buena aceptación por parte de las personas, esto las hace un taxón difícil de proteger por la legislación local, nacional o internacional. A este hecho le sumamos la restringida distribución y el ecosistema específico que requieren las especies de este género para su supervivencia, dicha situación ha sido objeto de sugerencias para su inclusión en las categorías más críticas de la UICN, sin embargo, siguen sin ser consideradas como críticamente amenazadas o en peligro, a pesar de la reducción drástica de sus poblaciones que se ha reportado en las últimas décadas.

El limitado interés o la complejidad de la situación para conservar algunos de los taxones representantes de nuestra biodiversidad, aún cuando cumplen funciones ecológicas importantes, nos llevan a la búsqueda e implementación de herramientas o procesos como la Planeación Sistemática para la Conservación. La PSC, al utilizar la información biológica disponible y que se pueda generar, involucrar a las partes, y tomar en consideración el contexto socioeconómico local actual, integrando estas variables en un proceso de planificación sistemática, puede convertirse en una herramienta que permita tomar decisiones desde las diferentes aristas utilizando los recursos disponibles limitados (Margules & Pressey, 2000).

Este proceso ubica las áreas protegidas existentes y busca establecer zonas prioritarias indispensables de conservar para establecer y mantener una conectividad adecuada para los objetivos de conservación que nos planteemos. En este caso, tomando en consideración una serie de áreas silvestres protegidas, el objetivo sería establecer las áreas con prioridad de conservación, que complementen las ya existentes, con el fin de promover y mantener una conectividad a lo largo de la distribución actual de las especies seleccionadas, promoviendo su supervivencia a lo largo del tiempo.

Tal y como se menciona a través de los párrafos anteriores, el proceso de integrar subjetivamente la información biológica con el contexto socioeconómico, basándonos en los recursos existentes, como las áreas protegidas ya establecidas, puede ser bastante difícil de llevar a cabo de una manera subjetiva y transparente. Dado lo anterior, herramientas como Zonation han sido clave en dichos procesos, ya que este programa se basa en un análisis jerárquico que identifica zonas de mayor importancia para el objetivo de conservar las especies, ecosistemas o funciones ecosistémicas seleccionadas, buscando la mejor forma de optimizar el uso de recursos limitados y excluir lo más posible los eventuales conflictos con actividades antropogénicas, lo que lleva a una toma de decisiones mejor informada y reproducible (Moilanen *et al.*, 2022).

Objetivo

Generar una propuesta para la planeación sistemática de la conservación de las especies *Lachesis stenophrys* y *Lachesis melanocephala* (especies endémicas de Centroamérica) en el Caribe y Pacífico Sur de Costa Rica, por medio del programa Zonation, con el fin de que exista una conectividad dentro su distribución y evitar la reducción de sus poblaciones.

Área de estudio

La zona de distribución de las especies *L. stenophrys* y *L. melanocephala* en Costa Rica, es dónde se enfoca el proyecto de planeación sistemática. El área de distribución histórica registrada para *Lachesis stenophrys* abarca las zonas bajas del Caribe desde Nicaragua hasta Panamá, sin embargo, como se mencionó anteriormente, nos enfocaremos en las tierras bajas de la zona Atlántica de Costa Rica, desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm. Por otro lado, la distribución de *L. melanocephala* se basa en un área mucho más reducida, restringida al Pacífico Sur de Costa Rica y la zona inmediatamente adyacente de Panamá, en una altitud desde el nivel del mar hasta poco más de los 1800 msnm (Figura 1). Ambas zonas cuentan con bosques tropicales húmedos, los cuales son ecosistema

indispensable para la supervivencia de ambas especies, sin embargo, diversos factores han llevado a la desaparición de grandes áreas de ellos, en la Figura 2 se muestra la ubicación de las Áreas Silvestres Protegidas para las áreas de interés. La zona biogeográfica, según Holdridge 1966, se basa en Bosque Siempreverde Tropical, por otro lado, Leenders (2019) menciona las ecoregiones Bosque Húmedo del Pacífico Ístmico y Bosque Húmedo del Caribe ístmico, según corresponde para cada especie.

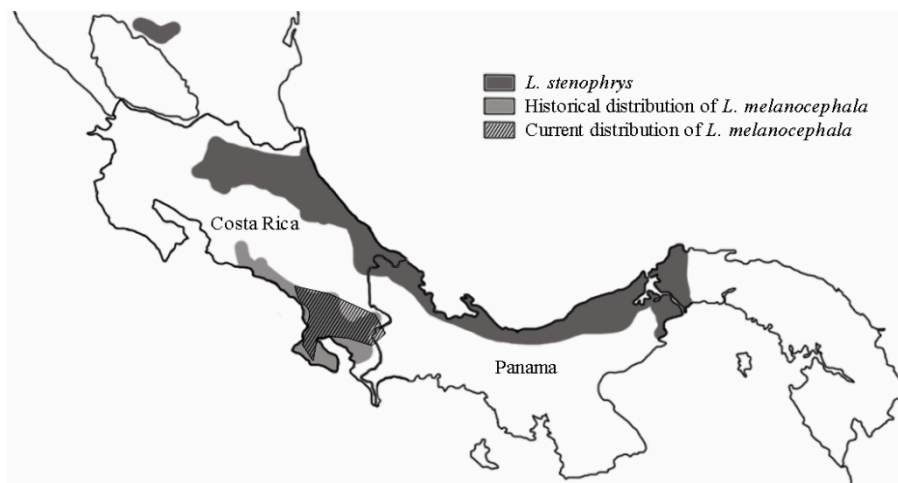


Figura 1. Mapa de distribución para las especies *L. stenophrys* y *L. melanocephala*. Elaboración propia para Barrio-Amorós *et al.*, 2020.

Proceso

A continuación, se detalla la metodología propuesta para llevar a cabo cada uno de los pasos, según Margules & Pressey (2000), para el proyecto de planificación sistemática de la conservación para las especies seleccionadas en el área Pacífico Sur y Caribe de Costa Rica.

Paso 1. Identificar los actores sociales de la región

SINAC: El territorio costarricense está dividido en 11 unidades administrativas gestionadas por el SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación), adscrita al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), institución que se encarga de la conservación y uso sostenible de la vida silvestre, recursos forestales, áreas silvestres protegidas, cuencas hidrográficas y sistemas hídricos. La región en dónde se ubica la distribución de *Lachesis melanocephala* corresponde al Área de Conservación Osa (ACOSA), por otro lado, para

Lachesis stenophrys corresponde el Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLAP), entidades que deben ser integradas en el proceso por medio de sus oficinas regionales.

Organizaciones no gubernamentales ambientales (ONGs): La falta de información sobre el estado de las poblaciones de las especies seleccionadas vuelve importante la integración de ONGs científicas que puedan colaborar con la generación de información biológica indispensable para conocer más específicamente el panorama de ambas especies. Por ejemplo, en el Pacífico Sur se ubica la organización Osa Conservation, quienes llevan a cabo un fuerte trabajo de conservación e investigación con diferentes grupos taxonómicos.

Universidades: Costa Rica cuenta con varias universidades públicas y privadas (UNA, UCR, TEC) y centros de investigación como el Instituto Clodomiro Picado, las cuales podrían ser clave en la generación de información tanto científica como social y económica de las zonas y aportar con la puesta en escena del proyecto.

Comunidades locales: Dentro de las regiones locales en dónde se extiende la distribución de cada una de las especies podemos encontrar diversas comunidades locales, las cuales se podrían integrar por medio de asociaciones de desarrollo integral (ADIs),

Comunidades indígenas: dentro del área de distribución de las especies se encuentran comunidades indígenas, unidades indispensables para la toma de decisiones en cuanto a sus territorios y la conservación de la biodiversidad en ellos.

Sector privado con influencia en la zona (productores agrícolas, empresas turísticas): Diversas empresas y productores pueden tener un interés en particular en la conservación de las especies al tener estas un valor turístico de gran peso siendo especies endémicas y contando con características únicas como ser la víbora más grande del continente y la única víbora ovovivípara. Por otro lado, al ser especies con una importancia médica considerable, las empresas de agricultura y ganadería son unidades indispensables de involucrar en el proceso.

Paso 2. Compilar, evaluar y depurar los datos sobre biodiversidad

El primer paso para obtener los datos sobre las especies es realizar una búsqueda de datos disponibles, por ejemplo, información geoespacial sobre la distribución histórica y actual de las dos especies (registros), para esto se pueden utilizar recursos como BiodataCR, GBIF, iNaturalista y artículos científicos, así como acercarse a los investigadores en el país que han trabajado y trabajan con dichas especies. De igual forma, la información disponible

hasta el momento no esclarece por completo el estado de las poblaciones, por lo que es importante generar información en el campo.

Por otro lado, es necesario recopilar e integrar información de variables ambientales, cobertura forestal por medio de uso de SIG e información climática disponible, con el fin de, por ejemplo, generar modelos de distribución potencial, modelos de paisaje, y así ubicar sitios clave dentro de las áreas de distribución de las especies.

Paso 3. Identificar los subrogados para la región

Los objetivos de conservación indispensables para la PSC de las especies se basan en las siguientes variables:

- Cobertura de bosque tropical húmedo.
- Altitud: ambas especies tienen un rango específico de altitud en la que ocurren naturalmente, ya que tienen requerimientos específicos en cuanto a las condiciones climáticas relacionadas a la altitud.
- Presencia de corredores biológicos en las zonas.
- Especies directamente asociadas: especies clave para su alimentación, por ejemplo, roedores silvestres como las ratas espinosas (*Heteromys desmarestianus* y *Proechimys semispinosus*), así como especies de árboles nativos representantes de los bosques primarios de cada región.
- Calidad del hábitat específico que requieren las especies.
- Conectividad entre remanentes boscosos ubicados dentro de la distribución de cada una de las especies.

Paso 4. Establecer objetivos y metas de conservación

El objetivo general para la PSC para las especies se describe al inicio del documento. Así mismo es necesario trazar objetivos específicos de más bajo nivel para poder cumplir con las tareas específicas necesarias.

Objetivos específicos

- Proteger al menos el 70% del hábitat adecuado restante para ambas especies.
- Restaurar un 20% de áreas fragmentadas clave para la conectividad en los próximos 10 años.
- Establecer al menos tres corredores biológicos funcionales que conecten núcleos poblacionales.

Paso 5. Revisar el sistema existente de áreas de conservación

Es necesario analizar la distribución de ambas especies con respecto a la cobertura forestal presente, enfocándonos más específicamente el tipo de cobertura forestal (plantaciones forestales, bosque secundario, bosque primario, pastizales, etc.), información que podría estar disponible en el SNIT (SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN TERRITORIAL), así como la ubicación de las Áreas Silvestres Protegidas y los tipos de las mismas con el fin de recabar la información de gestión que puede darse en cada una de ellas.

En la figura 2 se muestra una imagen con información de la cobertura forestal (áreas con algún tipo de vegetación en verde, áreas urbanas en café claro) capa de información geográfica obtenida del Atlas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (2014), integrada a las ASP existentes. Es necesario evaluar si las ASP actuales aseguran un área adecuada para su supervivencia y reproducción adecuada, y los vacíos de conservación existentes para asegurar la conectividad entre las áreas.

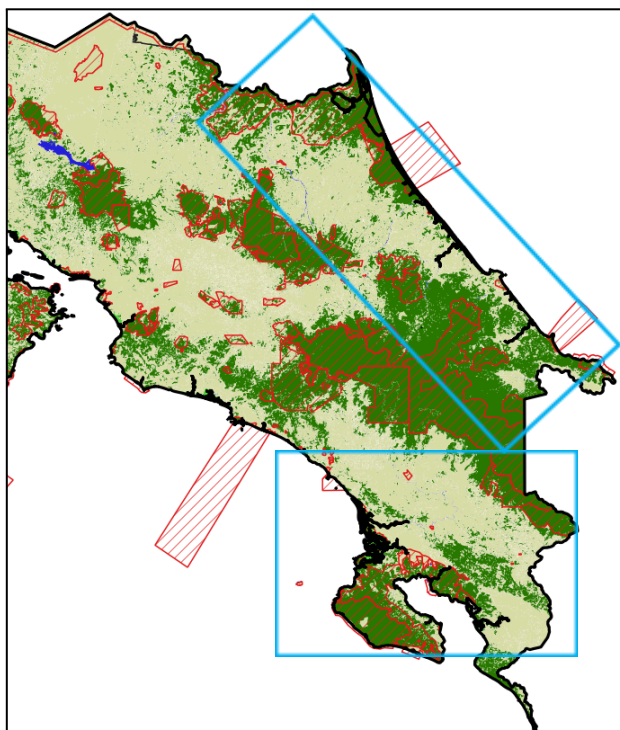


Figura 2. Áreas Silvestres Protegidas presentes en el Caribe y Pacífico Sur de Costa Rica.
Fuente: Atlas TEC, 2014.

Paso 6. Priorizar las nuevas áreas potenciales

La metodología para llevar a cabo el paso 6 puede basarse en la elaboración de distribución potencial para cada una de las especies, y posteriormente el análisis de priorización espacial para identificar áreas clave para ampliar la red de conservación. De esta manera se podrían priorizar zonas con alta probabilidad de presencia, conectividad estratégica, y bajo nivel de transformación. En este paso es donde podemos realizar, utilizando los insumos creados de distribuciones potenciales, un análisis de priorización de áreas con Zonation, dónde se asigne un peso de importancia a las variables seleccionadas en el paso 3 (Variables a las que asignaría un mayor peso: distribución potencial, registros provenientes de bases de datos de acceso libre y la presencia de cobertura boscosa de tipo bosque primario húmedo tropical presente en el área de distribución y posible conexión entre parches de este tipo de bosque).

Posteriormente, una alianza importante de conformar para el proyecto es el apoyo que pueda obtenerse del MINAE para la creación en enfoque en la zona de mecanismos de incentivos para la conservación como por ejemplo el PSA (Pago por Servicios Ambientales).

Paso 7. Evaluar el pronóstico para la biodiversidad

Los bosques tropicales húmedos, de los cuales son dependientes ambas especies objetivo, presentan diversas amenazas a su permanencia, como lo es la deforestación para el cambio de uso de suelo y el cambio climático. Por lo que se vuelve indispensable ubicar las zonas que presenten una mayor vulnerabilidad en cuánto a esta variable, y así mismo de ser posible modelar la viabilidad de las poblaciones ante distintos escenarios.

Paso 8. Refinar los sistemas de áreas seleccionadas

Mediante el trabajo en conjunto con diferentes instituciones gubernamentales (SINAC, MINAE), se podría pensar en diseñar o crear corredores biológicos funcionales que conecten las áreas o parches identificados como prioritarios, para esto se vuelve clave desarrollar, además, un programa de educación ambiental en dónde se vean involucrados los mismos actores de la comunidad y sector privado, para poder tener apoyo de propietarios privados.

Paso 9. Examinar la viabilidad de la ejecución del plan

Es necesario evaluar aspectos legales, políticos, financieros y sociales en cada una de las regiones involucradas. Y como se ha mencionado anteriormente, identificar oportunidades

de financiamiento para el establecimiento de mecanismos de incentivos (FONAFIFO, fondos internacionales, cooperación técnica). De igual manera, se debe considerar la gobernanza local con sus capacidades institucionales, y en qué medida estos pueden aportar al proceso.

Paso 10. Implementar acciones de conservación

Las acciones de restauración que podrían implementarse se han venido mencionando a través de los pasos anteriores, en resumen, pueden basarse en los siguientes puntos:

- Restauración ecológica de corredores y fragmentos estratégicos ya priorizados.
- Programas de educación ambiental y sensibilización sobre las especies y su importancia ecológica, existen muchos temas críticos y mitos que abordan este taxón.
- Alianzas con propietarios privados para conservación voluntaria y reforzado con incentivos.
- Fortalecimiento del control y vigilancia en zonas clave para contrarrestar las principales causas de reducción de las poblaciones (deforestación, matanza de individuos, tráfico de vida silvestre).

Paso 11. Manejo y monitoreo del sistema de áreas de conservación

La inclusión de actores clave de las comunidades locales, actores del sector privado, es indispensable en este tipo de procesos, por lo que sería importante diseñar un sistema de monitoreo participativo para evaluar las poblaciones existentes de ambas especies, registrar los cambios en cobertura de bosque que se dieron previamente, que se están llevando a cabo y que pueden llegarse a efectuar.

La gestión de las ASP así como de los corredores biológicos que se establezcan es un punto clave para el éxito de la PSC en cuestión, para lo que pueden establecerse comités que administren cada uno de ellos con representantes del SINAC y de la comunidad.

Por otro lado, el monitoreo constante por medio de proyectos científicos ayudará a dar seguimiento a los indicadores de seguimiento que se establezcan, y nos ayude a registrar las fallas y éxitos de cada una de las acciones, para ello podrían utilizarse metodologías como registro por medio de cámaras trampa, sensores ambientales, conteos participativos, alertas de avistamiento de individuos, etc.).

Por último, es indispensable realizar evaluaciones periódicas para retroalimentar el plan y adaptarlo según las experiencias que se vayan generando con el avanzar del proyecto.

Bibliografía

Barrio-Amorós, C., Corrales, G., Rodríguez, S., Culebras, J., Dwyer, Q., & Flores, D. A. (2020). The bushmasters (*Lachesis* spp.): Queens of the rainforest. An overview of the taxonomy, distribution, natural history, lore, and conservation of the largest vipers in the world. *IRCF Reptiles & Amphibians*, 27(3), 358–381. <https://doi.org/10.17161/randa.v27i3.14671>

Campbell, J. A., & Lamar, W. W. (2004). *The venomous reptiles of the Western Hemisphere* (2 vols.). Comstock Publishing Associates.

Leenders, T. (2019). *Reptiles of Costa Rica: A field guide*. Comstock Publishing Associates. ISBN 978-1501739538.

Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243–253. <https://doi.org/10.1038/35012251>

Moilanen, A., Lehtinen, P., Kohonen, I., Virtanen, E., Jalkanen, J., & Kujala, H. (2022). Novel methods for spatial prioritization with applications in conservation, land use planning and ecological impact avoidance. *Methods in Ecology and Evolution*, 13(5), 1234–1246. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13789z>

Solórzano López, A. (2004). *Serpientes de Costa Rica: distribución, taxonomía e historia natural* [Snakes of Costa Rica: Distribution, taxonomy, and natural history]. Instituto Nacional de Biodiversidad. openlibrary.org+4