

# **Proyecto de planificación sistemática para la conservación de tres especies de anfibios en el occidente de Cuba mediante el uso del software Zonation**

**Sergio L. del Castillo Domínguez**

## **Introducción**

La conservación de la biodiversidad requiere cada vez más de estrategias bien fundamentadas que integren tanto el conocimiento científico como las realidades sociales y ecológicas de los territorios. En este sentido, la planificación sistemática de la conservación surge como una herramienta indispensable para tomar decisiones informadas que maximicen los beneficios ecológicos con los recursos disponibles. Esta metodología se basa en la selección rigurosa de áreas prioritarias, teniendo en cuenta factores como la representatividad de ecosistemas, la conectividad entre hábitats y la vulnerabilidad de las especies presentes. De esta forma, se busca alcanzar un equilibrio entre la protección efectiva de la naturaleza y las necesidades humanas.

Entre las herramientas más eficaces para implementar este tipo de planificación se encuentra Zonation, una software de análisis espacial que permite generar modelos de priorización para la conservación. Su funcionamiento se basa en algoritmos que organizan el paisaje según el valor de conservación de cada unidad espacial, lo que facilita la identificación de sitios estratégicos que deben ser conservados preferentemente. Zonation también permite simular distintos escenarios y evaluar el impacto de variables como el cambio de uso del suelo o la pérdida de conectividad, convirtiéndose en una guía esencial para planificadores, investigadores y gestores de recursos naturales.

La elección del área de estudio no es casual, se trata de una región con altos valores ecológicos, endemismos relevantes y al mismo tiempo, presiones crecientes derivadas de actividades humanas. Utilizar Zonation en este contexto permite obtener una visión más clara de las zonas que deben ser atendidas con urgencia, así como aquellas que ofrecen mejores oportunidades para la implementación de estrategias de conservación integradas. En última instancia, este tipo de análisis no

solo contribuye a proteger especies y ecosistemas, sino también a fomentar una cultura de planificación responsable basada en evidencia científica.

Las 3 especies de anfibios objeto de análisis en este estudio son *Eleutherodactylus olibrus*, *Eleutherodactylus goini* y *Peltophryne fustiger*, las cuales enfrentan riesgos como pérdida/fragmentación de hábitat, cambio climático, especies invasoras. La planificación sistemática, apoyada por herramientas como Zonation, es crucial para priorizar acciones eficientes.

### **Objetivo:**

Identificar nuevas áreas de conservación para tres especies de anfibios en el occidente de Cuba, mediante el uso del software Zonation, con el fin de fortalecer estrategias para su conservación.

### **Área de estudio**

El occidente de Cuba abarca una vasta región que incluye las provincias de Pinar del Río, Artemisa, La Habana, y Mayabeque, albergando una biodiversidad única, incluyendo anfibios endémicos gravemente amenazados. Esta zona posee una superficie estimada en más de 30 000 km<sup>2</sup> y destaca por su alta heterogeneidad ecológica, lo que la convierte en un territorio estratégico para la conservación de la biodiversidad. En ella se encuentran ecosistemas que van desde bosques siempreverdes y semidecíduos hasta sabanas, manglares y sistemas costeros-marinos.

El clima predominante es tropical estacional, con una estación seca marcada entre noviembre y abril, y una estación lluviosa entre mayo y octubre. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 1 200 y 1 800 mm y las temperaturas promedio rondan los 24–26 °C. Esta estabilidad térmica favorece la persistencia de una rica variedad de especies, muchas de ellas endémicas o con distribución restringida a este sector del país. Entre los elementos más destacados figuran reptiles, anfibios, aves y plantas adaptadas a diversos microambientes.

En términos topográficos, el occidente cubano se caracteriza por la presencia de llanuras extensas, serranías bajas como la Sierra del Rosario y la Sierra de los

Órganos, así como zonas kársticas con cuevas, mogotes y dolinas. Estos accidentes geográficos ofrecen hábitats únicos para la fauna local. La diversidad geológica también influye en la distribución de los suelos, desde rojos ferralíticos hasta calizos, condicionando la vegetación presente.

A pesar de su valor natural, esta región ha sido objeto de diversos procesos de antropización, como la agricultura intensiva (tabaco, caña de azúcar), urbanización, expansión turística y fragmentación del hábitat. No obstante, también alberga áreas protegidas relevantes como la Reserva de la Biosfera Guanahacabibes, la Sierra del Rosario y el Parque Nacional Viñales, lo que proporciona una base sólida para el desarrollo de estrategias de conservación más efectivas y científicamente fundamentadas.

## **Aplicación de los 9 pasos metodológicos con Zonation**

### **Definir el alcance y los costos de la planificación**

Este trabajo se enfoca en la identificación y priorización espacial de áreas clave para conservar tres especies de anfibios endémicas de la región occidental de Cuba, integrando factores ecológicos y socioeconómicos. El área de análisis incluye las provincias desde Pinar del Río hasta Mayabeque. Se ha diseñado un plan a 10 años, con revisiones cada 2-3 años.

El análisis considera costos relacionados con: la adquisición o armonización de datos existentes (GIS, biológicos, socioeconómicos); el trabajo de campo para validación y llenar vacíos de información; el análisis espacial, talleres con actores, desarrollo del plan, implementación inicial (ej. acuerdos con propietarios) y monitoreo básico. Las capas de uso del suelo y presión humana serán claves para estimar estas restricciones en Zonation. Algunas fuentes de financiamiento pudieran ser proyectos de conservación financiados por GEF o PNUD, instituciones nacionales (CNAP, CITMA), y ONGs.

### **Identificar e involucrar a las partes interesadas**

Se reconoce la necesidad de implicar actores relevantes como el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), los

gobiernos locales, las comunidades rurales, los agricultores y forestales, la academia (Universidad de La Habana, Instituto de Ecología y Sistemática), las ONGs conservacionistas y propietarios de tierras clave.

Con el objetivo de involucrar a todos los actores se llevarán a cabo talleres participativos iniciales para presentar el proyecto y recoger percepciones. Se realizarán consultas específicas sobre usos del suelo y conflictos potenciales. Se dará validación participativa de los mapas de prioridad generados por Zonation junto con un involucramiento continuo en la implementación y monitoreo (ej. guardaparques comunitarios, ciencia ciudadana).

### **Establecer objetivos y metas de conservación**

El objetivo regional principal es asegurar la persistencia a largo plazo (>50 años) de poblaciones viables de *E. olibrus*, *E. goini* y *P. fustiger* en el occidente de Cuba. Como metas cuantificables se plantean:

- Conservar al menos el 40% del hábitat adecuado para cada especie.
- Aumentar la extensión de hábitat prioritario identificado por Zonation en al menos un 10% en 10 años.
- Estabilizar o aumentar las tendencias poblacionales de las 3 especies en las áreas prioritarias top-20% de Zonation en 5 años (medido por monitoreo acústico/visual).
- Establecer al menos 2 nuevos acuerdos de conservación en áreas de máxima prioridad identificadas por Zonation en 3 años.

### **Recopilar datos de biodiversidad y aspectos sociales**

Biodiversidad:

Compilar registros de presencia (colecciones, literatura, iNaturalist, GBIF, proyectos recientes). Evaluar la calidad y los sesgos y modelar la distribución potencial (MaxEnt) de las especies para usar estos modelos como capas de distribución en Zonation.

Utilizar mapas de cobertura vegetal (ej. uso CORINE Land Cover adaptado), tipos de bosque, humedales, redes hidrográficas, geomorfología (mogotes). Usar como capas de hábitat específico.

Tener en cuenta las amenazas a través de mapas de deforestación, fragmentación (índices de paisaje), incendios históricos, densidad de caminos, asentamientos humanos, áreas agrícolas intensivas, zonas de minería, distribución conocida de especies invasoras. Usar como capas de costos o amenaza en Zonation.

Usar mapas de resistencia al movimiento (basados en cobertura y amenazas) para modelar corredores potenciales. Esto puede servir para considerar en el diseño de escenarios de Zonation.

Socioeconómicos:

El uso del suelo es un factor a tener en cuenta a través de la tenencia de tierra (estatal, privada, cooperativas) y su uso actual (agricultura, ganadería, silvicultura, turismo, conservación).

Analizar los costos de conservación considerando el valor económico estimado de usos alternativos (ej. agricultura, turismo), costos de restauración, costos de compensación o acuerdos. Estas capas definirían el costo de priorizar una celda. Ej: Celda con alto valor agrícola tendrá alto "costo" de conservación.

Los factores sociales como la densidad poblacional, la presencia de comunidades dependientes de recursos naturales, las áreas culturalmente importantes han de ser incluidos en los análisis.

Integrar todas las capas en un sistema de información geográfica (SIG) coherente (misma proyección, resolución) y evaluar vacíos de datos y planificar trabajo de campo específico para llenarlos.

### **Establecer los objetivos de conservación por especie**

Las especies serán ponderadas en función de su rareza, vulnerabilidad y relevancia ecológica. Se definirán umbrales específicos de representación mínima en las áreas prioritarias generadas.

*Eleutherodactylus olibrus*: Objetivo: Proteger y conectar al menos 5 núcleos poblacionales viables en zonas prioritarias identificados por Zonation. Meta: Restaurar 50ha de bosque adyacente a dichas zonas prioritarias en 5 años.

*Eleutherodactylus goini*: Objetivo: Mantener y restaurar la integridad ecológica de al menos 3 áreas núcleo de bosque semideciduo bien conservado donde habita (priorizadas por Zonation). Meta: Reducir la fragmentación (aumentar el Índice de Conectividad) en un 15% dentro de las áreas top-15% en 8 años.

*Peltophryne fustiger*: Objetivo: Asegurar la calidad hidrológica y biológica de al menos 10 zonas identificadas como prioritarios por Zonation. Meta: Eliminar especies de peces invasoras en 3 humedales prioritarios top-5% en 4 años.

### **Evaluar áreas protegidas actuales**

Se identificarán todas las áreas protegidas (APs) (ej. Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Reserva Ecológica Los Pretiles) y otras figuras de conservación relevantes en el occidente. Se van a superponer las APs existentes con los mapas de distribución de las especies y los mapas de prioridad iniciales de Zonation (sin considerar las APs como restricción), con el objetivo de calcular el porcentaje del hábitat crítico de cada especie que está dentro de dichas áreas. Además permitirá conocer qué porcentaje de las celdas de máxima prioridad (top-5%, top-10%) según Zonation ya están protegidas y si las APs existentes protegen adecuadamente la variabilidad climática o altitudinal relevante. También determinar la presencia de corredores funcionales entre APs para las especies.

Estos pasos son de gran importancia para determinar la efectividad del sistema actual para proteger a estas especies e identificar vacíos de protección críticos que Zonation señalará como altas prioridades fuera de las APs.

### **Seleccionar nuevas áreas prioritarias**

Para este paso se utilizarán las capas de distribución de cada especie a las cuales se les asignarán pesos si hay prioridades diferenciales. Se combinarán capas socioeconómicas (costo de oportunidad, costos de restauración) y de amenazas

(para penalizar áreas muy degradadas). Desde el inicio del análisis se van a incluir las APs existentes como áreas ya "conservadas" (retained cells).

Para la configuración de Zonation se va a activar la función de "Conectividad Aditiva" (Additive Benefit Function - ABF) o "Conectividad de Núcleo" (Core Area Zonation - CAZ) para priorizar áreas que mejoren la conectividad entre poblaciones y hábitats clave. Varios escenarios serán ejecutados: 1) Sin costos (solo valor biológico), 2) Con costos (priorización costo-eficiencia), 3) Con conectividad enfatizada.

Zonation generará un mapa jerárquico de prioridad de conservación (de 0 a 1) para todo el paisaje. Las áreas con los valores más altos (top-5%, top-10%, top-20%) que no están actualmente protegidas (vacíos identificados en el paso 6) serán identificadas. Estas son las nuevas áreas prioritarias para la conservación.

El enfoque sería priorizar áreas que alberguen poblaciones de las 3 especies (complementariedad), conecten poblaciones aisladas o fragmentadas, protejan gradientes altitudinales/climáticos (resiliencia al cambio climático) o tengan costos de conservación relativamente bajos (alta eficiencia según escenario con costos).

### **Propuestas de acciones de conservación**

En Áreas Prioritarias Nuevas (Seleccionadas por Zonation) se negociarán acuerdos de conservación con los propietarios (estatales o privados) para establecer servidumbres ecológicas, pagos por servicios ambientales o manejo sostenible. Se reforestación con especies nativas, eliminando las especies invasoras vegetales. Se propondrá la creación de nuevas APs o la ampliación de las existentes para cubrir áreas top-priority. En las áreas existentes se pretende fortalecer la gestión, mejorar la vigilancia, implementar planes de manejo específicos para los anfibios y controlar las amenazas dentro de las APs. Como acciones transversales se realizará educación ambiental en comunidades locales y capacitación a guardaparques en monitoreo de anfibios.

### **Seguimiento y ajuste adaptativo**

Se recomienda implementar protocolos de monitoreo de las poblaciones de las 3 especies a través de transectos auditivos nocturnos y observación directa. Se seguirá el cambio en cobertura vegetal (imágenes satelitales), en la calidad del agua y en la fragmentación. También se seguirá el monitoreo de la presencia y abundancia de especies invasoras, la incidencia de incendios y los cambios en usos del suelo. Se evaluará la efectividad de la restauración, el funcionamiento de los acuerdos de conservación y el control de invasoras. Los indicadores que serán tenidos en cuenta son las tendencias poblacionales, la extensión de hábitat prioritario conservado y restaurado, la reducción de índices de amenaza y el número de acuerdos de conservación implementados. Se realizará una evaluación periódica (cada 2-3 años), y se analizarán los datos de monitoreo frente a las metas.

Se actualizarán los datos al incorporar nuevos registros de especies, cambios en cobertura/uso de suelo o nueva información socioeconómica. De ser necesario se realizarán nuevos análisis de priorización con datos actualizados para refinar la comprensión de las prioridades espaciales. Si las metas no se están cumpliendo, se investigarán las causas y se modificarán las estrategias (ej. cambiar enfoque de manejo de amenazas, renegociar acuerdos, priorizar diferentes áreas en el siguiente ciclo). Si se logran avances, escalar acciones exitosas.

## **Conclusiones**

La aplicación sistemática de estos 9 pasos, con Zonation como herramienta central para la priorización espacial explícita, cuantitativa y basada en costos, permite desarrollar una estrategia de conservación robusta y eficiente para *Eleutherodactylus olibrus*, *E. goini* y *Peltophryne fustiger* en el occidente de Cuba. Este enfoque asegura que los recursos limitados se dirijan a las áreas que maximizan la persistencia de estas especies emblemáticas, integrando la realidad biológica con los factores socioeconómicos del territorio. El monitoreo continuo y el ajuste adaptativo son clave para responder a dinámicas cambiantes y garantizar el éxito a largo plazo.

## **Referencias**



Díaz, L. M., & Cádiz, A. (2008). Guía taxonómica de los anfibios de Cuba. Royal Belgian Institute of Natural Sciences.

Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, 128(2), 231-240.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2024). Amphibian conservation status: Global and regional assessments. <https://www.iucnredlist.org>

University of Helsinki, Biodiversity Informatics Group. (n.d.). Application of Zonation in species-level prioritization. <https://cbig.it.helsinki.fi/software/zonation/>