



## Landscape dynamics and habitat conservation of three endemic reptiles in the Marañón Dry Forests, period 1991-2015

## Dinámica del paisaje y conservación del hábitat de tres reptiles endémicos en los Bosques Secos del Marañón, periodo 1991-2015

Quispe-Cajahuanca Thalía<sup>1</sup> y Flores-Pacheco Niki Franklin<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0008-4058-1766><sup>1</sup> y <https://orcid.org/0000-0002-2772-0951><sup>2</sup>

<sup>1</sup>Investigadora independiente, Perú – thalia.quispe.09@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – nflores@unamba.edu.pe

(Recepción: 03/04/2023 - Aceptación 05/10/2023)

**Abstract.** The study is the result of research on the risk of extinction of three endemic reptiles *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* and *Stenocercus huancabambae*, based on a study of the physical and geographical environment of their distribution, focusing on the district of Bellavista, region of Cajamarca and the district of El Milagro, Amazonas region. The method consists of spatial analysis approached through the application of instruments such as remote sensing and remote sensors, geographic information systems and field work, allowing modeling of the multitemporal transformation of the habitat, with emphasis on the characterization of the fields. bios of land use, coverage and identification of the main plant species; and, configuration of the landscape during the period 1991 - 2015. The purpose is to contribute to the conservation of the endemic Peruvian fauna, reduce its situation of vulnerability based on a methodological model developed through the specialized software ArcGIS and ENVI; and, generate knowledge about scarcely explored native species.

**Keywords:** biogeography, endemism, reptiles, remote sensing

**Resumen.** El estudio es el resultado de la investigación sobre el riesgo de extinción de tres reptiles endémicos *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae*, en base a un estudio del entorno físico y geográfico de su distribución, enfocándose en el distrito de Bellavista, región de Cajamarca y el distrito de El Milagro, región Amazonas. El método se compone del análisis espacial abordado mediante la aplicación de instrumentos como la teledetección y sensores remotos, los sistemas de información geográfica y el trabajo de campo, permitiendo modelar la transformación multitemporal del hábitat, con énfasis en la caracterización de los cambios de usos del suelo, cobertura e identificación de las principales especies vegetales; y, configuración del paisaje durante el periodo 1991 – 2015. La finalidad es contribuir a la conservación de la fauna endémica peruana, reducir su situación de vulnerabilidad en base a un modelo metodológico desarrollado mediante los softwares especializados ArcGIS y ENVI; y, generar conocimientos sobre especies nativas escasamente exploradas.

**Keywords: Palabras Clave:** biogeografía, endemismo, reptiles, teledetección

### 1 Introducción

Los Bosques del Marañón ubicados en las regiones de Cajamarca y Amazonas particularmente se destacan entre los bosques secos más significativos a nivel mundial [1] conforman ecosistemas sumamente amenazados [2] donde se evidencia una investigación insuficiente de la fauna y flora, más aún fuera de las áreas de reservas naturales. Al interior de estos ecosistemas, las especies endémicas peruanas, caracterizadas por su nicho, medio físico y límites de tolerancia especializados; son poblaciones altamente vulnerables y con un enorme riesgo de exposición frente a cambios en su medio ambiente [3].

Considerando que a escala departamental el 0,99% de Cajamarca está desprovisto de cobertura vegetal, contribuyendo en 7.25% a la deforestación del país, y siendo destacable que el 39.80 % de la superficie de la región Amazonas se encuentre desprovista de vegetación, perfilándose como el departamento con mayor proporción de áreas sin cobertura vegetal y



aportando en 13.96 % a la deforestación nacional [4]; el estado y dimensión del hábitat juega un papel trascendental en la vulnerabilidad de los taxones *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae* cuya distribución se circunscribe a los distritos de Bellavista y El Milagro, ubicados en estas regiones.

De acuerdo con la clasificación de la UICN se considera a la especie *P. interandinus* en la Lista Roja; sin embargo, no figura en ninguna lista de especies amenazadas a nivel nacional [5], Igualmente, existen notables vacíos en la data para el caso de las especies *B. intermedia* y *S. huancabambae*, la información poblacional es inexistente, evidenciando que las colecciones de ejemplares y el número de estudios vinculados a estas especies son muy limitados [6]. Adicionalmente, en base al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), no se encontraron áreas de conservación que abarcaran en parte o totalmente la distribución ni el hábitat de modo significativo en ninguno de los tres casos [7], aquello indicaría un nivel de conservación inexistente.

Una de las investigaciones más resaltantes conducida por NatureServe “Distribución de especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia” [8], se presenta como la referencia más cercana al análisis de la posible distribución de 18 grupos de taxones, algunos de los cuales son endémicos del Perú. Cabe resaltar que el objetivo del estudio fue evaluar los rangos actuales, excluyendo el componente espacial vinculado a las condiciones del territorio y su aptitud para la conservación. En Latinoamérica se tienen algunos estudios interesantes sobre algunas especies de aves endémicas en Colombia, podemos citar a Velasquez et al.(2003) [9] pero nuevamente no se desarrolla una metodología que incluya el componente de la ecología del paisaje desde una perspectiva geográfica para complementar el estudio proyectivo. Relativo al estudio del territorio y cobertura vegetal en el Perú se suma la investigación de Marcelo et al. [10], el cual, no solo define las características principales de la composición de la flora y su particular endemismo, sino devela el elevado nivel de amenazas que enfrenta el ecosistema de bosque seco de Jaén. Sobre los instrumentos de teledetección, los sensores remotos y los sistemas de información geográfica (SIG) podemos señalar el valioso aporte del método de clasificación supervisada, como ejemplos de su aplicación exitosa podemos citar a Fernández et al. [11]; Heredia et al. [12]; Fontúrbel [13]; Zorogastúa et al. [14]; sin embargo, no se conocen investigaciones específicas vinculadas al hábitat de fauna endémica peruana con este método.

En un contexto marco de cambio climático donde la distribución potencial de las especies manifestaría cambios importantes ¿El estado de protección de las áreas colonizadas aumenta el riesgo de extinción y/o la vulnerabilidad de las especies estudiadas? De la presente interrogante de investigación se definen dos objetivos específicos:

- Evaluar la incidencia antrópica en los territorios de Bellavista y El Milagro para identificar amenazas que puedan afectar negativamente el hábitat las especies de estudio dentro de su área de distribución potencial.
- Comparar algoritmos de análisis espacial del modelo metodológico desarrollado para la presente investigación y brindar recomendaciones para que pueda ser replicado en otros casos de estudio.

## 2 Método

El enfoque de investigación es cuantitativo, adoptando el diseño no experimental, que se nutre de la lectura de imágenes satelitales y el análisis geográfico del paisaje bajo el sustento del análisis espacial mediante los sistemas de información geográfica.

### 2.1 Objeto de estudio y área de estudio

El objeto de estudio se desagrega en tres especies de reptiles: *Bachia intermedia*, *Phyllodactylus internadinus* y *Stenocercus huancabambae*, para efectos del presente artículo se detallan los siguientes criterios:

- El Área de distribución se ubica dentro de la región andino-amazónica de los bosques interandinos.
- Las tres especies conforman parte de la fauna endémica peruana.
- Las tres especies carecen de esfuerzos de conservación por lo que su estado actual es de amenaza.

El área de interés se define como la zona de mayor convergencia de las tres especies de acuerdo con los criterios de concentración y distribución potencial registrados. Comprende los distritos de Bellavista y El Milagro dentro de la circunscripción provincial de Jaén y Uctubamba en Cajamarca y Amazonas.

## 2.2 Técnicas de procesamiento de información: SIG y Teledetección

Utilizando como referencia imágenes satelitales de los años 1991, 2000, 2013 y 2015, se analizó la cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo en el área de trabajo durante un periodo de estudio compuesto por 24 años, para cada año, se seleccionó la escena de septiembre. Los sensores remotos empleados fueron Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI, fuente GLOVIS USGS, considerando sólo imágenes con nubosidad entre 0% y 25% en el área de estudio. Como parte del modelo metodológico para el análisis multitemporal del hábitat, el procesamiento de las escenas se realizó utilizando los softwares ArcGIS 10.1 y ENVI, de forma complementaria permitiendo una metodología óptima. Las técnicas empleadas fueron:

- Combinación de bandas RGB 321, RGB 432 y RGB 742 para Landsat 5 TM y composición RGB 432, RGB 543 y RGB 753 correspondiente a Landsat 8 OLI para categorizar el uso del suelo.
- Clasificación no supervisada (CNS) de las escenas base para cada año mediante ArcGIS 10.1 y el script *clusteriso*.
- Las áreas de entrenamiento (ADE) georreferenciadas durante el trabajo de campo fueron digitalizadas y agrupadas usando el administrador *sample manager*, se creó la signatura espectral por categoría y se realizó la clasificación supervisada (CS) usando el algoritmo *Maximum Likelihood*.

En términos de ADEs, se utilizaron 14,514 ADEs para la correcta clasificación por cada año, incluyendo áreas registradas en campo y áreas adicionales. Durante el proceso se desarrolló un análisis compuesto de dos técnicas: el procesamiento digital y la evaluación visual de cada escena con asistencia de imágenes de alta resolución de Google Earth, para determinar correctamente la cobertura del suelo.

Con el objetivo de lograr productos más finos y contrastar métodos, se elaboró, además, la CS correspondiente al año 2015, mediante el software ENVI. Inicialmente, se calibró la imagen a una escala digital sujeta al sensor Landsat, a continuación, se efectuó la corrección atmosférica, para luego calcular la separabilidad por regiones de interés (ROI). Las muestras se recalcularon hasta obtener valores de separabilidad apropiados entre coberturas, se aplicó el algoritmo *spectral angle mapper* (SAM) debido a sus características de rigor y exactitud para la CS, generando imágenes regla. Se validaron los umbrales de cada uso definido para la producción del resultado final, finalmente, se realizó una corrección utilizando la herramienta *Eliminate* en ArcGIS 10.1, disolviendo en la matriz los polígonos no significativos de área inferior a 0.1 m<sup>2</sup>.

## 2.3 Investigación de campo

Se planificaron las salidas de campo con el propósito de adquirir información durante las dos épocas, seca y lluviosa, del área de interés; el primer trabajo de campo se efectuó entre el 03 y el 08 de Marzo del año 2015 y el segundo trabajo de campo entre el 26 y el 31 de Setiembre del mismo año. Las salidas de campo facilitaron la georreferenciación de ADE como insumo para la posterior CS. Como instrumentos principales se utilizaron un dispositivo GPS Etrex 30, fichas de control y un mapa de puntos propuestos para la toma de ADE preparado previamente mediante la CNS exploratoria. Durante las dos etapas de campo se realizaron 97 observaciones y 107 observaciones, respectivamente. El trabajo de campo también se nutrió de la observación geográfica para realizar el estudio del estado del hábitat y del paisaje. Las fichas de campo se diseñaron con referencia las hojas de trabajo de Rubio (1982) [15] y Meaza (2000) [16], recopilando información a detalle sobre: caracterización de la cobertura vegetal, campos agrícolas, estimación del porcentaje de vegetación natural y cultivada, intervención antrópica directa e indirecta en el paisaje, entre otros, por cada ADE. Se complementó el estudio con un registro fotográfico del paisaje y formaciones o especies de flora encontradas, comparando las especies consignadas con dos guías especializadas de vegetación para su identificación [17] [18]. Adicionalmente, los mapas finales se validaron en campo mediante la realización de un muestreo aleatorio simple por clase y área donde se localizaron omisiones o sobreestimaciones en la clasificación[19].

## 3 Resultados

### 3.1 La estructura del hábitat en Bellavista y El Milagro

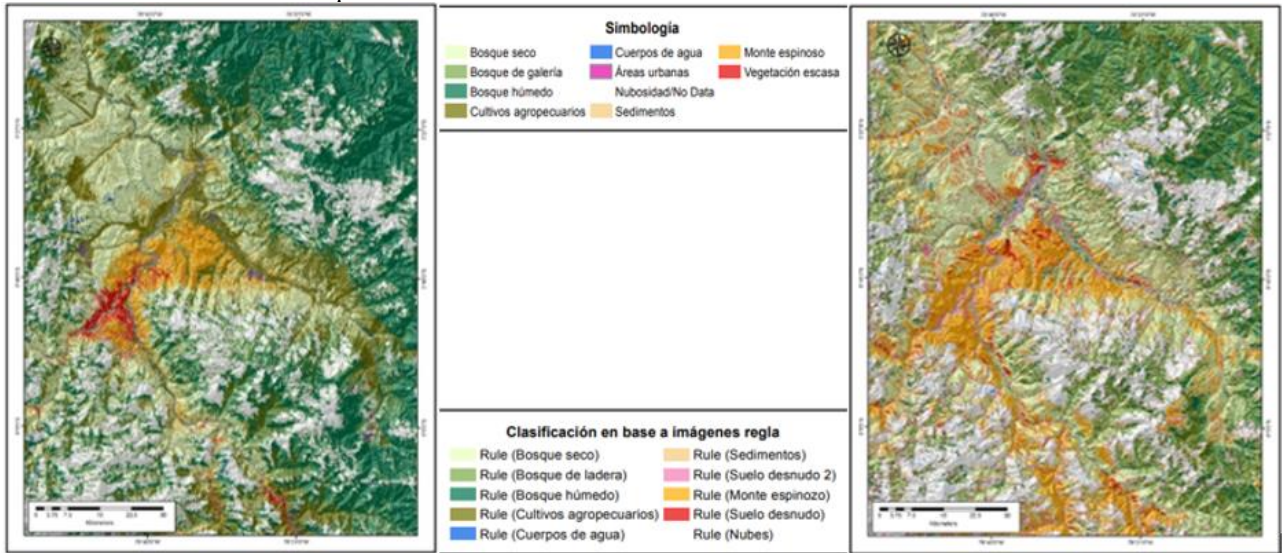
La expansión activa de la frontera agrícola se visualiza desde el año 1991 hasta el año 2015 alcanzando el 20.38% del territorio evaluado en 2015. Si bien la proporción de áreas urbanas aumentaron representaron sólo el 0.19% del área total evaluada; si bien se conservó el porcentaje de vegetación de monte espinoso; debido a la distribución de la cobertura

vegetal escasa se puede inferir que esta categoría estaba anteriormente constituida por monte espinoso, esta afirmación puede ser validada mediante la observación de los mapas por año.

**Table 1.** Tasas de cambio de usos de suelo en porcentaje (1991 – 2015)

Tipo de cobertura	1991 – 2000	2000 – 2013	2013 – 2015
Bosque seco	-16.68%	-1.24%	-0.06%
Cultivos agropecuarios	27.06%	48.26%	59.86%
Áreas urbanas	7.82%	5.13%	22.19%
Vegetación escasa	54.29%	5.33%	1.44%

Los cambios en las tasas por clase manifiestan que el bosque seco presenta un crecimiento negativo, indicador de la reducción de su extensión, siendo especialmente considerable en el periodo 1991 - 2000, si bien resulta menor en el año 2015, aquello se puede explicar por la preferencia de instalación de plantaciones y cultivos que conforman los bosques de ladera intervenida. Es innegable que el incremento de la actividad agropecuaria con el tiempo, junto con las tasas de crecimiento recientes del área urbana, demandarán mayor cantidad de tierras para establecer nuevas parcelas y continuará afectando el tamaño de los bosques naturales focalizado en el centro del área de interés.



**Fig. 1.** Comparación de resultados de clasificación por métodos ArcGIS 10.1 y ENVI, Año 2015

La clase cultivos agropecuarios presenta una tasa de crecimiento superior a todas las clases presentes. Aunque entre 1991 – 2000, la tasa positiva de cambio más alta se dio en la categoría vegetación escasa, entre los años 2000 – 2013 el incremento fue considerablemente menor, aun así, la tendencia ascendente de esta categoría se ha sostenido hasta el año 2015. Al considerar el descenso gradual de la tasa de reducción del Bosque seco en el último periodo, 2013 – 2015, la evidencia señala que la actividad agrícola no reemplazará la cobertura vegetal natural en su totalidad; no obstante, si esta tendencia continúa la vegetación del bosque seco se reducirán a parches entre áreas de vegetación escasa. Los resultados permiten distinguir dos paisajes que constituirían las áreas colonizables, el primero referente a áreas localizadas en los bosques secos de Bagua Grande, Bellavista, Cumba que se extienden hacia el norte llegando a la zona sur de Chirinos. El segundo identifica áreas ubicadas en bosques de ladera fuertemente alterados por actividades antrópicas especialmente en las provincias de Bagua y Cutervo, los cuales, no se consideran idóneos para el establecimiento de las tres especies por migración, debido a la diferencia ecológica.

### 3.2 Paisaje, fragmentación y amenazas

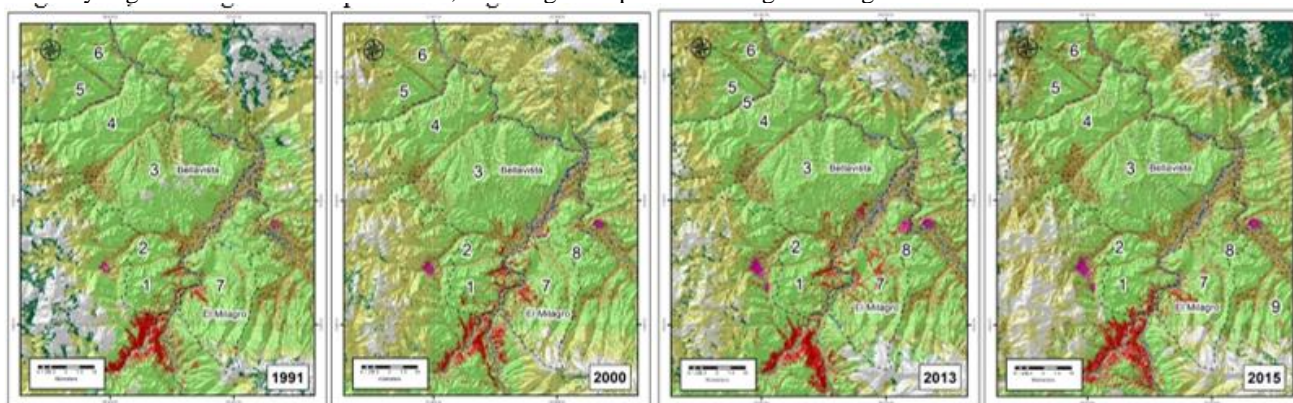
El paisaje natural de bosque seco en el área de estudio supera el 50%, extendiéndose desde Bagua a lo largo del río Marañón a través de Jaén y Bellavista, hasta los ríos Chinchipe y Namballe llegando a la frontera Perú-Ecuador. Destacan en Bellavista las zonas de la Guayaba e Inguro en el trayecto hacia Santa Rosa, así como, la zona de Ambato - Tamborapa en dirección norte. Mientras que en la localidad El Milagro y en el curso del río Chamaya, hacia el sur, se distinguieron bosques secos con cactáceas y monte espinoso.



Los bosques de ladera intervenida que rodean los bosques secos se caracterizan por alternar plantaciones y remanentes de bosque natural. Se identificaron especies arbóreas como el achiote, la cascarilla, catahua, guayacán, higuerón, ishpingo, iguaguana, cedro, romerío, entre otros y especies mejoradas como el barecón. Es posible localizarlos desde San Lorenzo, y en las localidades de Rosario de Chingama y vista Alegre de Chingama.

Los centros poblados mantienen un patrón disperso, pero el área urbana continúa en proceso de expansión, predominan los cultivos inundables de la especie *Oryza sativa* en los espacios agrícolas cuya introducción reciente a conducido a la sustitución de cultivos locales desde 1991. La agricultura se establece en los bordes de carreteras y terrenos de topografía llana adyacentes a áreas urbanas, en abanicos o terrazas aluviales, dependiendo de su proximidad al recurso hídrico, es observable un patrón lineal de parcelas distribuidas en las márgenes del río Marañón y en los valles de Shumba bajo y Shumba alto.

Se evidencia una fragmentación de la matriz de bosque seco debido a la agricultura, generando una ruptura de la continuidad y segmentación del área de interés, en la Fig. 2 se pueden distinguir 9 fragmentos.



**Fig. 2.** El estado de fragmentación del paisaje en el área de estudio periodo 1991-2015

De acuerdo con lo documentado en campo se obtuvieron atributos más específicos del hábitat de las tres especies de trabajo. Los bosques secos constituían el 56% del área evaluada, los bosques de galería el 20% y los bosques secos de cactáceas o xerófitas el 16% de los paisajes registrados, especialmente en la zona de El Milagro.

En cada ficha se consignó un espacio adicional para detallar otros usos de la tierra, resulta interesante que 12% corresponda a la quema de vegetación en terrenos donde se busca para implementar zonas de cultivo. Si bien el 84% del paisaje presenta áreas con un porcentaje menor a 25% de suelo descubierto; existen zonas sin cobertura vegetal, debido a la quema severa de los bosques de cactáceas señalada, afectando principalmente a la especie *Crotón thurifer*.

Los bosques secos del Marañón disponen de una composición florística distinta a los bosques secos costeros, estos bosques interandinos presentan especies espinosas exclusivas de este ecosistema como *Parkinsonia praecox* y *Pithecellobium sp.* También se distinguieron paisajes de las especies xerófitas *Armatocereus rauhii*, *Espostoa mirabilis* y *Browningia sp.* Se cuenta con la totalidad de las especies vegetales identificadas en el presente estudio, así como los mapas por especie, para más información revisar Quispe (2015) [20].

También se pudo constatar que la escasez de agua para la agricultura es una variable que por el momento frena la deforestación y el cambio de uso de suelo, sin embargo, en los últimos años se ha iniciado el desvío de volúmenes de agua por bombeo de los ríos Marañón y Utcubamba, para sostener más cultivos. Además, comparando el área de trabajo con el mapa de concesiones mineras del Ministerio de Energía y Minas, al 2015 [21], se observa que éstas constituyen una amenaza latente localizándose a lo largo de los ríos Marañón y Chamaya y contribuyendo a la fragmentación del hábitat de las tres especies.

## 4 Discusión

La literatura respalda nuestras afirmaciones, Marcelo et al. (2007) [10] señala en particular que la provincia de Jaén es un área compuesta por fragmentos aislados de vegetación de bosque seco. Según nuestro estudio, el hábitat de las tres especies estudiadas consiste en un remanente de bosque seco perteneciente al sistema del río Marañón, con dominancia de árboles y arbustos de especies caducifolias. Asimismo, el hábitat está delimitado configurando una suerte de isla de bosque seco rodeado por bosques de ladera introducidos y luego bosques húmedos, separados internamente por cultivos; la teoría biogeográfica de MacArthur y Wilson (1967) [22] sugiere una fuerte especiación en estos casos. Aquello se evidencia en nuestra investigación confirmando el alto nivel de endemismo de las especies estudiadas directamente relacionado con el endemismo de la flora característica del hábitat.

Las amenazas actuales incluyen la expansión de la agricultura y el aumento del riego por bombeo en los próximos años. Igualmente, destaca la perturbación por la quema de cactáceas y xerófitas asociados a la presencia de ejemplares como *P. interandinus*. Las amenazas potenciales como el otorgamiento de concesiones mineras y la privatización de hectáreas de bosque seco en el distrito de El Milagro afectan la posibilidad de poner en práctica esfuerzos de conservación. En el caso que las especies *B. intermedia*, *P. interandinus* y *S. huancabambae* no puedan mantenerse en un hábitat saludable, su distribución concluiría en extinción debido a que no se localizan naturalmente en otras zonas geográficas. Marcelo et al. (2007) [10] refuerza lo señalado por el endemismo propio del bosque seco, imposible de replicar en el futuro incluso si, debido al cambio climático, los bosques húmedos adyacentes puedan seguir procesos de sabanización.

Es interesante discutir que, si bien los datos manifiestan la presencia predominante de las tres especies en vegetación natural de bosque seco, se han encontrado algunos ejemplares en tierras de cultivo. En base a lo expuesto, no se excluye por completo una posible compatibilidad del terreno agropecuario como hábitat secundario de estas especies, aquello podría configurar un escenario complejo donde la ocupación de los campos de cultivo generará conflictos de uso.

En la presente investigación se realzan diferencias importantes al comparar ambos métodos que conformaron el modelo metodológico aplicado. ENVI ha demostrado ser el programa más especializado en clasificación, al integrar un manejo más completo y exhaustivo de las propiedades espectrales por clase y asignando rangos de reflectancia finos por cobertura. En contraste, el software ArcGIS 10.1 se distingue como una interfaz flexible y amigable, con procedimientos simples pero eficaces para obtener una signatura correcta por categoría.

Se distinguió a *Maximum Likelihood* como el mejor algoritmo para la clasificación del bosque seco y vegetación xerófitas. No obstante, ENVI sobresale en el reconocimiento del detalle en categorías más complejas como las superficies cultivadas, evitando la generalización. Comparando los productos finales clasificados al 2015 se evidenciaron resultados semejantes, aunque se utilizaron dos algoritmos y dos programas diferentes, validando los mapas obtenidos. Se ha constatado que se pueden lograr resultados significativos con una metodología que combina ambos métodos.

Una de las limitaciones del algoritmo de clasificación SAM (ENVI), fue la dificultad para discernir los bosques de ladera intervenida, especialmente a nivel espectral debido a la calidad de la imagen satelital, configurando una separabilidad por debajo de 0.5 respecto a cultivos. A pesar de ello, se logró una solución eficaz al generar las subclases: parcelas en uso, parcelas abandonadas y terrenos inundados de arrozales. Tanto en ArcGIS 10.1 como en ENVI se presentaron conflictos para identificar el bosque seco y el monte espinoso. La reflectancia de las cactáceas y vegetación dispersa suele confundirse con suelo desnudo en ENVI, debido a la resolución de 30 m. x 30 m, propia de las escenas Landsat. En el caso de ArcGIS 10.1 la dificultad radica en la tonalidad que adquiere esta cobertura al emplear la combinación de bandas. Sin embargo, se logró resolver empleando imágenes de apoyo de Google Earth y datos de campo por cobertura.

## 5 Recomendaciones y conclusiones

La investigación de los ecosistemas de bosques secos es inherentemente compleja. Las observaciones derivadas de las clasificaciones y los métodos utilizados en el análisis del uso de la tierra pueden proporcionar a los usuarios los siguientes aportes:

- Generalmente, los bosques secos naturales poseerán una coloración más opaca que los cultivos, adoptando tonos sutiles verde-amarronados lo que dificulta su distinción. Para determinar correctamente sus dimensiones, se

recomienda guiar el análisis visual de imágenes con el apoyo de materiales adicionales, como el visor de Google Earth.

- La identificación de xerófitas es compleja especialmente si se presentan de forma dispersa. Su correcta identificación requiere mayor rigurosidad, siendo vitales los datos recopilados en campo para reconocer su presencia certera y evitar sobreestimar sus dimensiones. No es recomendable descartar la existencia de áreas de cobertura vegetal escasa o sin vegetación, se sugiere crear una clase suplementaria para agrupar estos datos.
- Una desventaja de la CS es que la cantidad de clases preseleccionadas puede no coincidir con la información de la escena. Por ejemplo, dentro de la clase de área urbana, fueron incluidos algunos campos de cultivo sin vegetación, en este caso, se sugiere crear clases específicas como terrenos agrícolas en desuso. Si bien, los requerimientos y especificaciones a nivel de clases tienen mayor grado de detalle por ADE, el resultado es mejor.

Las dinámicas territoriales del hábitat reflejan que el aumento del área agrícola, la urbanización, la fragmentación y los bosques mixtos limitan el área de distribución apta. La interpretación de estos factores convierte el riesgo de extinción en un escenario muy probable. Una oportunidad de conservación es el corredor regional del Marañón; sin embargo, la propuesta ha planteado su extensión donde prevalece vegetación escasa, por lo cual, se sugiere una reestructuración. Los resultados proveen evidencia sólida de que los cambios de uso de suelo y el análisis del paisaje en la configuración del espacio es sustancial en los estudios biogeográficos. Los sistemas de información geográfica y la teledetección tienen un enorme valor en la comprensión de la complejidad territorial y de la dinámica ambiental permitiendo una aproximación más completa sobre la situación de vulnerabilidad de la fauna endémica con la finalidad de promover su conservación.

## 6 Biografías

Thalia Quispe Cajahuanca, Licenciada en Geografía y Medio Ambiente de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Consultora independiente. Ganadora del PADET 2014 (Dirección de Gestión de la Investigación DGI – PUCP). Dedicada a la investigación en biogeografía y conservación de fauna y flora.

Niki Franklin Flores Pacheco, Ingeniero Agrónomo, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, investigador en la línea de investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible.

## 7 Referencias

- [1] FAO, *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. Lima, 2014.
- [2] Bridgewater, S. et al., "A preliminary floristic and phytogeographic analysis of the woody flora of seasonally dry forests in northern Peru", *Candollea* 58(1):129-148, 2003.
- [3] Foden, W. et al., "Species susceptibility to climate change impacts". The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species, Switzerland, 2008.
- [4] MINAM, *Mapa de deforestación de la Amazonía peruana 2000*. Lima, 2009.
- [5] Aguilar, C., "Phyllodactylus interandinus", The IUCN Red List of Threatened Species, 2010. Recuperado de [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- [6] Venegas, P. J., Townsend, J. H., Koch, C. and Böhme, W., "Two New Sympatric Species of Leaf-Toed Geckos (Gekkonidae: Phyllodactylus) from the Balsas Region of the Upper Marañón Valley, Peru", *Journal of Herpetology*, 42 (2), 386 – 396, 2008.
- [7] Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP, Visor GIS Geo ANP, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://geo.semnanp.gob.pe/visorsernanp/>
- [8] Young, B. et al., *Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia*. NatureServe, Arlington, Virginia, EE UU, 2007.
- [9] Velasquez, J., Salaman, P. and Graham, C. H., "Effects of climate change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia", *Regional Environmental Change*, 13 (2), 235-248, 2013.
- [10] Marcelo, J. L., et al., "Diversidad, Composición Florística Y Endemismos En Los Bosques Estacionalmente Secos Alterados Del Distrito De Jaén, Perú", *Ecología Aplicada*, 6(1, 2), 9 – 22, 2007.
- [11] Fernández, A. F., Recio, J., y Ruiz, L. A., "Análisis De Imágenes Mediante Texturas: Aplicación a La Clasificación De Unidades De Vegetación", *GeoFocus*, (3), 143–159, 2003.
- [12] Heredia, A., et al. "Comparación de Distintas Técnicas de análisis digital para la cartografía de áreas quemadas con imágenes Landsat Etm+", *Geofocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la información geográfica*, (3), 216 – 234, 2003.
- [13] Fontúrbel, F., "Evaluación De La Pérdida De La Cobertura Del Bosque Seco Chaqueño En El Municipio De Torotoro Y En El Parque Nacional Torotoro (Potosí, Bolivia), Mediante Teledetección", *Ecología Aplicada*, 6(1, 2), 59 – 66, 2007.
- [14] Zorogastúa, P., Quiroz, R., y Garatuza, J., "Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura – Perú", *Ecología Aplicada*, 10(1), 13 – 22, 2011.
- [15] Rubio, N. (1982). *El estudio de la vegetación*. Madrid: Anaya.

- [16] Meaza, G. (2000). *Metodología y práctica de la biogeografía*. Barcelona: Eds. del Serbal.
- [17] Marcelo, J. L., et al., *Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina / Royal Botanic Garden Edinburgh. Lima, 2010.
- [18] Marcelo, J. L. y Fernández, R., *Catálogo de las plantas leñosas de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Cajamarca, Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, 2012.
- [19] Pinilla, C., *Elementos de Teledetección*. Universidad de Jaén. Madrid: Ed. Rama, 1995.
- [20] Quispe, T., “Biogeografía y Cambio Climático en el Perú: Análisis de escenarios climáticos y endemismo de *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae*, entre Amazonas y Cajamarca, distritos de El Milagro y Bellavista”, Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2015.
- [21] Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, Visor GIS Geocatmin, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- [22] MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.