

## Del cielo a la tierra: una mirada a la diversidad de nuestros bosques

JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ-STEFANONI

Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.  
Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205,  
Mérida, Yucatán, México.  
[jl\\_stefanoni@cicy.mx](mailto:jl_stefanoni@cicy.mx)

Contar con información detallada sobre la distribución de la diversidad biológica y la composición de especies, es esencial para establecer estrategias efectivas de conservación y manejo de la biodiversidad en los bosques tropicales. La percepción remota ofrece información con una cobertura espacial completa, en superficies grandes y en intervalos regulares de tiempo, por lo tanto, puede ser extremadamente útil para estimar tanto la riqueza como la composición de especies de los bosques tropicales. La información obtenida de esta manera, permite maximizar el número de especies protegidas en los bosques, ya que se identifican sitios con alta diversidad, además de sitios con diferentes especies.

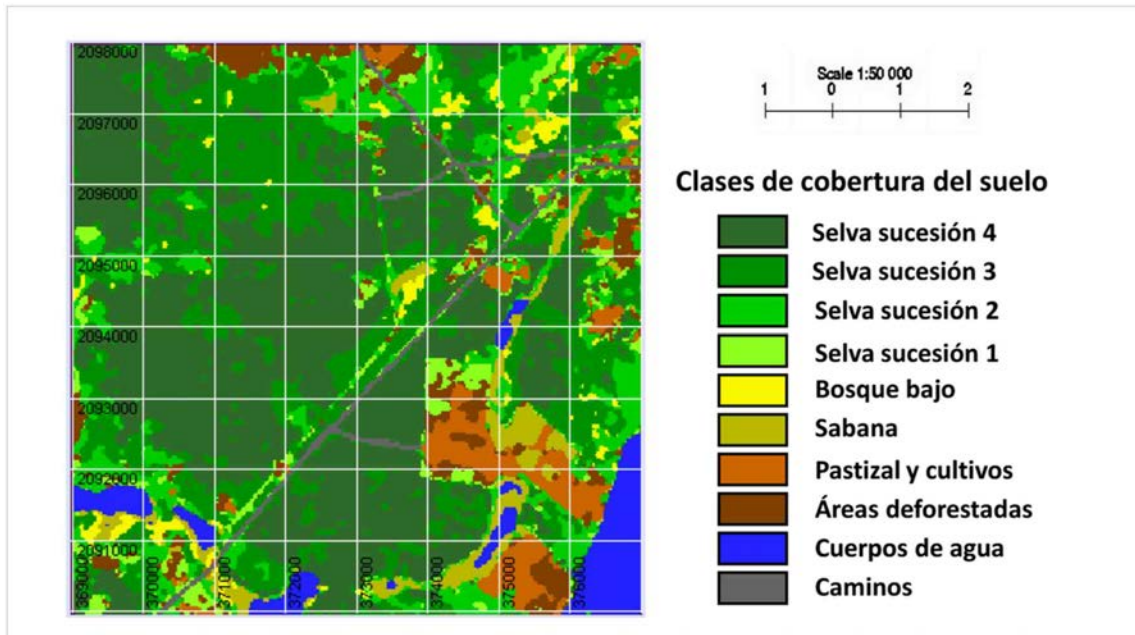
**Palabras clave:** Áreas de conservación, heterogeneidad ambiental, percepción remota, riqueza y composición de especies.

Los bosques tropicales son los ecosistemas que registran la mayor diversidad biológica en la Tierra, ocupan cerca del 7% de la superficie terrestre, albergando aproximadamente el 50% de las especies en el mundo (Thomson *et al.*, 2010). Además, son una fuente importante de productos forestales y servicios ambientales disponibles para la población. Sin embargo, dichos bosques están amenazados debido a una incontrolada degradación o, por la conversión a otros usos del suelo. Esto tiene como resultado la destrucción de los ecosistemas, la pérdida de la diversidad biológica y de la composición de especies, así como el detrimento del sustento de las poblaciones asociadas a estos ecosistemas.

Para establecer estrategias de conservación y manejo de estos bosques, es indispensable crear un plan en el que convivan de manera conjunta, tanto la conservación de la naturaleza como su explotación, es decir, la protección de la biodi-

versidad debería integrarse al manejo de los recursos naturales. Una forma de conseguir este objetivo, es el establecimiento de áreas protegidas para preservar la diversidad biológica, en conjunto con las áreas dedicadas al manejo sostenible. Por lo tanto, una actividad relevante en la planeación de estas áreas protegidas, es precisamente la identificación de las mismas, así como lograr desligar dichas áreas de los procesos que amenazan su permanencia (Margules y Sarkar, 2009).

La selección de áreas protegidas para la conservación, debe considerar simultáneamente tanto sitios que tengan niveles altos de riqueza de especies, como sitios que incluyan diferentes especies, con el objeto de poder garantizar el mayor número de especies posibles a proteger dentro de una región. Esto es de suma importancia, debido a que comúnmente, se cuenta con información del número de especies en sitios en particular, lo cual permite ubicar las áreas con mayor diversidad



**Figura 1.** Mapa de cobertura del suelo en un bosque tropical en Quintana Roo. Las etapas de sucesión con números más pequeños son de menor edad.

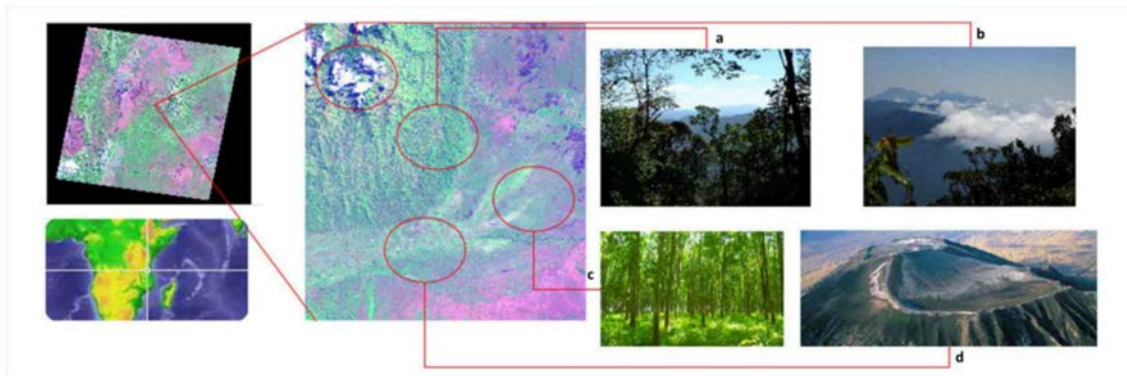
local (diversidad- $\alpha$ ). Sin embargo, no es tan común disponer de información sobre las diferencias en la composición de especies entre distintos sitios ubicados en el espacio (diversidad- $\beta$ ), es decir, las especies que no son compartidas entre las distintas áreas ubicadas en una región. Por lo tanto, ambas medidas de diversidad,  $\alpha$  y  $\beta$ , son de mucha trascendencia en el diseño efectivo de un sistema de áreas protegidas para la conservación (Hernández-Stefanoni *et al.*, 2012).

La obtención de mapas precisos con la distribución espacial de la riqueza y diferencias en la composición de especies, son esenciales en la identificación de estas áreas protegidas. Dicha información puede ser demasiado costosa si se obtiene exclusivamente con inventarios de campo. La percepción remota, por lo tanto, es una herramienta viable para la obtención de estos mapas, ya que ofrece información con una cobertura espacial completa, en superficies grandes y en intervalos regulares de tiempo.

Para poder utilizar la percepción remota como fuente de información en la

creación de mapas con la distribución espacial de la diversidad  $\alpha$  y  $\beta$ , es importante identificar y entender los principales factores que influyen en la distribución espacial de ambas diversidades y, encontrar variables de las imágenes de satélite que se relacionen con estos factores. El principal factor que afecta las diversidades  $\alpha$  y  $\beta$ , tiene que ver con las condiciones ambientales y su variación. En particular la heterogeneidad ambiental o variación en las condiciones ambientales, se asocia con altos niveles de diversidad biológica, dado que áreas con una mayor heterogeneidad ambiental pueden sostener un mayor número de especies, debido a que están disponibles un mayor número de nichos (Gaston, 2000).

En la percepción remota, existen dos maneras en las que se puede representar la heterogeneidad ambiental usando imágenes de satélite para la estimación de las diversidades  $\alpha$  y  $\beta$ . El primer método consiste en la clasificación de imágenes de satélite para obtener mapas con distintas coberturas del suelo o hábitats en la región de estudio (Figura 1). Este mapa de



**Figura 2.** Imagen de satélite Landsat de un bosque tropical en Tanzania, en la que se muestran diferentes características espectrales de sitios con distintos hábitats. A una mayor variabilidad espectral habrá una mayor diversidad de especies como en a. (Tomado de Rocchini *et al.*, 2015).

coberturas del suelo, es usado para calcular la heterogeneidad de hábitats, la cual puede ser descrita en función del tamaño, la forma, el contraste de los fragmentos y por otras métricas de la geometría, y el arreglo espacial de los diferentes tipos de cobertura que forman el paisaje (Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011). La disposición de estos fragmentos en el paisaje, tiene una influencia sobre el funcionamiento de las comunidades vegetales. Esto ocurre a través del efecto en procesos ecológicos tales como la polinización, la dispersión de semillas y la competencia de plantas que afectan el número y composición de especies en un paisaje (Bierregaard *et al.*, 1992). La estructura y composición de los fragmentos en un paisaje, han sido ampliamente utilizadas para modelar la riqueza y composición de especies, algunos ejemplos pueden leerse en Mazerolle y Villard (1999).

Una de las ventajas de este método, es que permite medir los cambios de uso del suelo, factor que ha sido considerado uno de los que mayor efecto producen en la diversidad de especies. Perturbaciones pequeñas en el bosque pueden promover la variación espacial en los fragmentos, creando diferentes condiciones ambientales que posibiliten incrementar la diversidad de especies. Sin embargo, perturbaciones frecuentes y de mayor superficie,

incrementan el contraste entre los fragmentos de un paisaje, teniendo un impacto negativo en la diversidad de especies. Una de las limitantes de dicho método, es la simplificación de tener un valor único de diversidad para cada tipo de cobertura, sin considerar la variabilidad interna dentro de tipos de cobertura.

En el otro método, se calcula la variabilidad de los valores de reflectancia de un número de píxeles en la imagen de satélite. Esta variabilidad está relacionada directamente con la heterogeneidad ambiental (Figura 2). Por lo tanto, la variabilidad espectral puede ser utilizada para calcular la diversidad local de especies (diversidad- $\alpha$ ). Por otra parte, para calcular la diversidad- $\beta$  mediante percepción remota, se puede realizar de manera muy directa. Primero, la diversidad- $\beta$  en campo se calcula como las diferencias en la composición de especies entre pares de sitios, por lo que se pueden relacionar las diferencias en la variabilidad espectral entre esos pares de sitios, con las diferencias en la composición de especies entre ellos. Existen varios ejemplos del mapeo de la diversidad  $\alpha$  y  $\beta$  en diferentes ecosistemas, que pueden ser leídos en Rocchini *et al.* (2015).

Finalmente, el uso de la variabilidad espectral para estimar la diversidad de especies, tiene sus limitaciones. Una medida

simple como la variabilidad espectral que se relaciona con la diversidad de especies o la heterogeneidad de hábitats, no contiene información de las especies que están presentes en los sitios o de las características de los hábitats, es decir, podemos predecir el número de especies en un sitio en donde no tengamos información de campo, pero no sabemos cuáles especies tiene dicho sitio. Adicionalmente, podrían existir situaciones donde una mayor diversidad de hábitats amenaza a determinados grupos de especies, que requieren de fragmentos grandes y homogéneos de un tipo particular de hábitat para poder existir. Sin embargo, la variabilidad espectral ofrece una cobertura espacial completa de información para grandes áreas, que puede proveer de información valiosa sobre la localización de sitios con una gran riqueza de especies, así como las diferencias en la composición de especies de distintos sitios ubicados en el espacio, y la predicción de patrones espaciales de la biodiversidad.

## Referencias

- Bierregaard R.O., Lovejoy T.E., Kapos V., Dos Santos A.A. y Hutchings R.W. 1992.** The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience* 42(11): 859-866.
- Gaston K.J. 2000.** Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Hernández-Stefanoni J.L., Gallardo-Cruz J.A., Meave J.A., Rocchini D., Bello-Pineda J. y López-Martínez J. O. 2012.** Modelling  $\alpha$  and  $\beta$ -Diversity in a tropical forest from remotely sensed and spatial data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 19: 359-368.
- Hernández-Stefanoni J.L., Dupuy J.M., Tun-Dzul F. y May-Pat F. 2011.** Influence of landscape structure and stand age on species richness and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology* 26: 355-370.
- Margules C.R. y Sarkar S. 2009.** *Planeación Sistemática de la Conservación* (Sánchez-Cordero V. y Figueroa F., Traductores) Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 304 Pp.
- Mazerolle M.J. y Villard M.A. 1999.** Patch characteristics and landscape context as predictor of species presence and abundance: A review. *Ecoscience* 6(1): 117-124.
- Rocchini D., Hernández-Stefanoni J.L., He K.S. 2015.** Advancing species diversity estimate by remotely sensed proxies: a conceptual review. *Ecological Informatics* 25: 22-28.
- Thomson A., Calvin K., Chini L., Hurtt G., Edmonds J., Bond-Lamberty B., Frohling S., Wise M.A. y Janetos A.C. 2010.** Climate mitigation and the future of tropical landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(46): 19633-19638.

**Desde el Herbario CICY, 9: 84–88 (11-Mayo-2017)**, es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, [www.cicy.mx/Sitios/Desde\\_Herbario/](http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/), [webmas@cicy.mx](mailto:webmas@cicy.mx). Editores responsables: Ivón Mercedes Ramírez Morillo y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 11 de mayo de 2017. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.