

## Manual de laboratorio de Botánica Herramientas bioinformáticas para la conservación

**Manuel de la Estrella González<sup>1</sup>. Itziar Arnelas Seco<sup>2</sup>.  
Maria Fernanda Tapia-Armijos<sup>2</sup>. Vanessa R. Invernón<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Comparative Plant and Fungal Biology, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey  
TW9 3DS, United Kingdom

<sup>2</sup> Herbario HUTPL, Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Técnica Particular de Loja  
A. P. 11-01-608, Loja, Ecuador.

<sup>3</sup> Herbar national, Direction des collections, Muséum national d'Histoire naturelle  
CP 39, 57 rue Cuvier, 75231, Paris Cedex 05, France.

[mdelaestrella@gmail.com](mailto:mdelaestrella@gmail.com) [itziarnelas2@gmail.com](mailto:itziarnelas2@gmail.com) [mftapia@utpl.edu.ec](mailto:mftapia@utpl.edu.ec) [v.r.invernon@gmail.com](mailto:v.r.invernon@gmail.com)

**Resumen:** Las listas rojas de especies amenazadas son una de las herramientas comúnmente utilizadas para guiar políticas de conservación y uso sostenible de los recursos. De entre las capacidades que debe adquirir un biólogo hoy en día, destacan las herramientas bioinformáticas que permitan orientar y/o tomar esas medidas de protección. En la práctica de hoy veremos cómo se consulta la base de datos de la IUCN y cómo utilizar GeoCAT (una herramienta geoespacial) para analizar la distribución de las especies bajo estudio y evaluarlas dentro de los criterios de las listas rojas.

**Palabras clave:** GeoCAT. IUCN. Lista Roja.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que afronta la sociedad hoy en día es la pérdida de biodiversidad, no solo como consecuencia del cambio climático sino también debido a factores como la sobreexplotación, invasión de especies exóticas o la pérdida y fragmentación del hábitat (CEBALLOS *et al.*, 2015; CORLETT, 2016). Por ejemplo, se estima que entre el 7% y el 9% de las especies que se conocen podrían llegar a extinguirse en los próximos 100 años, tan solo como consecuencia del cambio climático (URBAN, 2015), y que aproximadamente un tercio de las plantas se encuentran en riesgo de extinción, siendo las especies endémicas o con distribución restringida las más vulnerables (URBAN, 2015; CORLETT, 2016).

Para hacer frente a esta situación existen diversas metodologías empleadas para incrementar nuestro conocimiento, y apoyar las medidas de conservación. Las herramientas bioinformáticas buscan generar, integrar, analizar y entender la información relacionada con la diversidad biológica, actuando tanto desde la perspectiva teórica como práctica (SOBERÓN y PETERSON, 2004; LIRA *et al.*, 2008).

Una de sus principales contribuciones ha sido el desarrollo de programas que permiten evaluar el estado de conservación de las especies. Para ello, y a partir de información primaria (p.ej. registros de presencia), se calculan estimaciones de la extensión de ocurrencia (EOO) y el área de ocupación (AOO) de las especies. Precisamente, estas dos medidas son utilizadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), como parte de las variables analizadas para asignar o definir una categoría de amenaza para una especie determinada, e incluir dicha especie en el catálogo o lista roja de especies amenazadas (*The IUCN Red List of Threatened Species*).

El Geospatial Conservation Assessment Tool (GeoCAT) es una herramienta gratuita que permite analizar la EOO y el AOO. Gracias a esos valores y utilizando los criterios de la IUCN, se asigna en qué categoría de amenaza se ubica la especie bajo estudio. Esta aplicación usa como información de partida los registros de presencia, los cuales pueden ser obtenidos de diversas fuentes; dos de las más utilizadas son el GBIF y "tropicos". GBIF (Infraestructura Mundial de Información de la Biodiversidad) tiene como objetivo principal la distribución libre y gratuita de los datos de biodiversidad de todo el mundo, con fines no lucrativos. Por su parte "tropicos" es una base de datos del *Missouri Botanical Garden* (EEUU), que proporciona información actualizada sobre nomenclatura, bibliografía taxonómica y distribución de plantas.

En esta práctica se busca de forma general que el estudiante comprenda la utilidad de las herramientas bioinformáticas utilizadas para evaluar el estatus de conservación de las especies. Para ello se introducirán primero los aspectos más relevantes que el estudiante debe conocer, y después desarrollaremos la práctica sobre GeoCAT de forma autónoma.

## ASPECTOS GENERALES

### La IUCN y la Lista Roja de especies amenazadas

La lista roja de especies amenazadas de la IUCN es la fuente de información más completa a nivel mundial acerca del estado de conservación de la biodiversidad. Acorde con los criterios de la IUCN, una especie se puede clasificar dentro de una de las categorías mostradas en la figura 1.

Para clasificar una especie dentro de cualquiera de las categorías, la IUCN cuenta con 5 criterios que son evaluados en cada caso. Los criterios (A-E) analizan distintas características de las especies, desde la reducción de su tamaño poblacional, que podría afectar a la viabilidad de la misma, hasta análisis cuantitativos en los que se ha estudiado la probabilidad de extinción en estado silvestre (para mayor información acerca de los criterios de la IUCN visita [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).

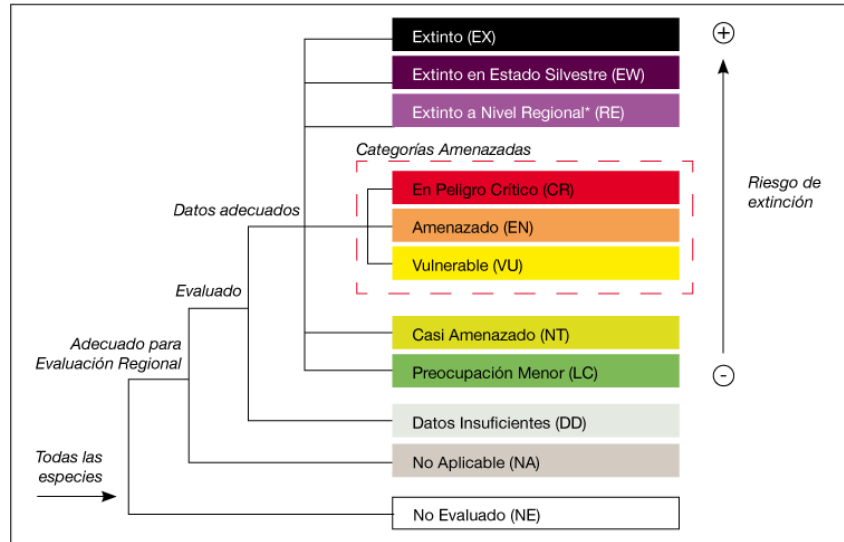


Figura 1. Categorías de las lista roja de la IUCN (versión 3.1; IUCN, 2012; imagen [www.iucn.org](http://www.iucn.org)).

Estos criterios son utilizados por todo un conjunto de asesores globales y regionales de la IUCN. Para poder evaluar una especie según los criterios de la IUCN es posible recibir la formación necesaria con cursos presenciales o en línea, facilitados por la propia IUCN (nuevamente, los cursos se pueden encontrar en [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).

En el portal web de la IUCN existe un buscador en el cual es posible consultar las distintas especies que actualmente han sido evaluadas, sin embargo el hecho de que una especie no se encuentre en la base de datos de la IUCN no significa que la misma no se encuentre amenazada (Fig. 2), sino que dicha especie aún no ha sido evaluada, o en el caso de una evaluación reciente, incluida en la base de datos.

Kingdom	Phylum	Class	Order	Family
Plantae	Tracheophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

**Scientific Name:** *Abies alba*  
**Species Authority:** Mill.  
**Common Name(s):**  
 English – Silver Fir  
 French – Sapin pectiné  
**Taxonomic Source(s):** Farjon, A. 2010. *A Handbook of the World's Conifers*. Koninklijke Brill, Leiden.  
**Taxonomic Notes:** In the Balkans intergression with *Abies cephalonica*, during repeated advances of *A. alba* from the north during the Pleistocene, has caused the boundary to be unclear and there is a putative hybrid *A.x borissii-regis* (Farjon and Filer 2013).

Figura 2. Resultado para la consulta del estatus del Abeto (*Abies alba*) de acuerdo con la IUCN ([www.iucn.org](http://www.iucn.org), Agosto 2016).

## GeoCAT

GeoCAT (BACHMAN *et al.*, 2011) es un recurso abierto, diseñado y ofrecido por el *Royal Botanic Gardens, Kew* (Reino Unido), que funciona a partir de registros de presencia, y que sirve para obtener la extensión de ocurrencia (EOO) y el área de ocupación (AOO) de una especie. Analizando estos valores siguiendo los criterios de la IUCN se puede definir una categoría de amenaza específica para cada especie. GeoCAT admite diversas fuentes de información (Fig. 3): importar registros de bases de datos, subir datos propios o añadirlos manualmente.

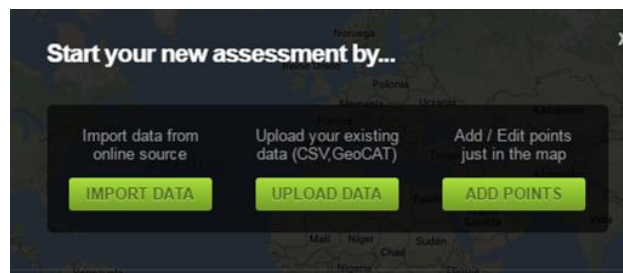


Figura 3. Opciones de importación de información primaria que ofrece GeoCAT.

La interfaz del programa ha sido diseñada para ser intuitiva (Fig. 4), con varias herramientas para añadir y eliminar registros, añadir capas específicas y exportar los puntos generados, o emitir informes del análisis realizado. En la parte derecha de la ventana principal se encuentra la opción para calcular tanto el EOO como el AOO y junto a estos aparecerá la categoría de amenaza de la IUCN en la que se ubica la especie con la que se está trabajando.

La categoría final de una especie dada puede coincidir o no con el resultado de GeoCAT, ya que la misma dependerá del resto de criterios IUCN que deben ser evaluados. Para mayor información acerca de la herramienta GeoCAT, su funcionamiento y los algoritmos de cálculo utilizados, se puede revisar la guía de usuario de GeoCAT publicada en la web del proyecto.

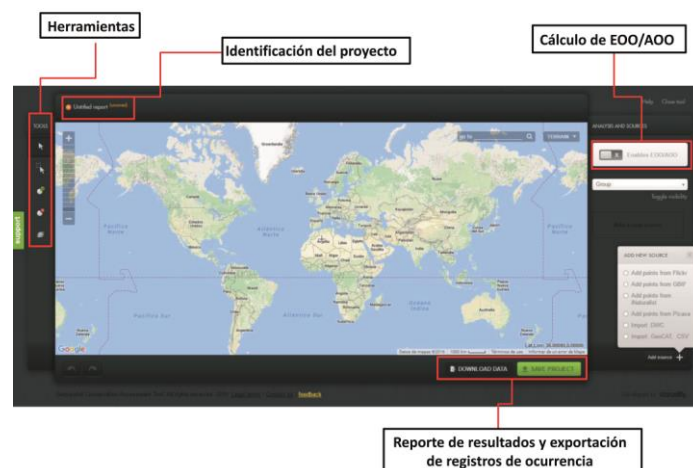


Figura 4. Interfaz de GeoCAT.

**Extensión de presencia (EOO) y área de ocupación (AOO)**

La extensión de ocurrencia (EOO) y el área de ocupación (AOO) son indicadores del tamaño que tiene el rango de distribución de las especies. Concretamente, EOO hace referencia al área contenida dentro un polígono obtenido cuando se minimizan los límites externos imaginarios de distribución, teniendo en cuenta los lugares conocidos de presencia del taxón en cuestión. Para el cálculo de esta medida hay que excluir los casos de vagabundeo (o por ejemplo, ejemplares introducidos por el hombre en lugares como Jardines Botánicos). El AOO se define como el área dentro de la extensión de ocurrencia (EOO) que es realmente ocupada por un taxón, esta medida considera la premisa de que un taxón no aparecerá por lo general en toda su área hipotética de extensión de ocurrencia, siendo por tanto, el área más pequeña esencial para la supervivencia de la especie.

**OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA**

La práctica, de 2.5 horas de duración, va dirigida a grupos de alumnos de Botánica y/o Biología de la Conservación, preferentemente no más 20. Los objetivos específicos se recogen en la Tabla 1.

<b>Objetivos</b>
1.- Familiarizarse con los criterios de las listas rojas (IUCN).
2.- Entender el significado y diferencia entre el área de extensión y el área de ocupación de una especie.
3.- Familiarizarse con el uso de la herramienta GeoCAT

**Tabla 1. Objetivos de la práctica.**

**MATERIAL Y MÉTODOS****Procedimiento**

- Al comienzo de la práctica el profesor hará una breve introducción a los criterios de la IUCN, explicando la diferenciación entre Área de Ocupación y Área de Extensión para cada especie, además de mostrar las funcionalidades básicas de GeoCAT. Se facilitarán fuentes bibliográficas de interés, especialmente recursos telemáticos de fácil acceso.
- Cada alumno dispondrá de un ordenador con conexión a internet para poder acceder a las páginas webs de la IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>) y GeoCAT (GeoCAT, <http://geocat.kew.org/>)
- Cada alumno deberá seguir el manual de prácticas y responderá a las preguntas control.

## Material necesario

- Sala de informática con acceso a internet.

## Desarrollo de la práctica

- **Usando GeoCAT**

Entra en GeoCAT (GeoCAT, <http://geocat.kew.org/>) y explora las distintas opciones.

- **Área de extensión y área de ocupación**

- ✓ Comienza un nuevo proyecto "Start a new project".
- ✓ En "Start your new assessment by..." selecciona la opción "ADD POINTS".
- ✓ Haz zoom sobre tu país hasta que la escala muestre 100 km.
- ✓ Con el puntero haz clic dibujando una distribución similar a la Figura 5A abarcando la extensión de tu país.

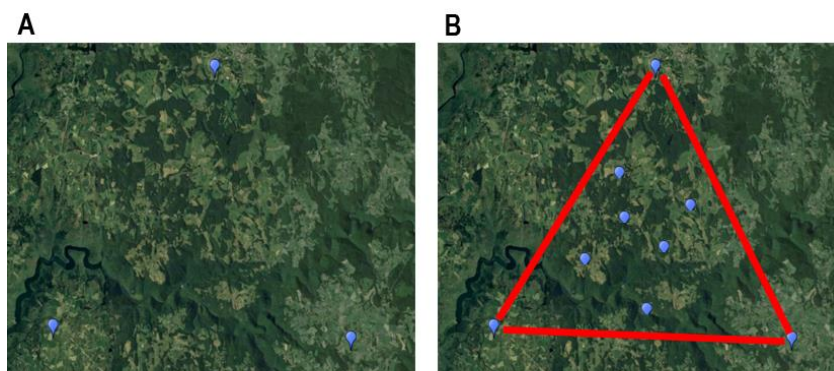


Figura 5. Ejemplo para la distribución de la especie teórica en GeoCAT.

- ✓ Activa el cálculo de área de extensión y área de ocupación ("Enables EOO/AOO")

p1. ¿Qué valores de área de ocupación y área de extensión obtiene tu especie? Compara valores con los compañeros ¿A qué se deben las diferencias? ¿Qué categorías IUCN obtiene tu especie?

- ✓ Genera 10 nuevos puntos de distribución dentro del triángulo sombreado (Fig. 5B).

p2 ¿Cómo varía el área de extensión? ¿Y el área de ocupación?

- ✓ Genera dos nuevos puntos de distribución fuera del triángulo sombreado.

p3 ¿Qué sucede con el área de extensión? ¿Cómo varía la categoría IUCN?

- ✓ En la pestaña "USER" a la izquierda de GeoCAT, donde están indicado el número de puntos generados elimínalos haciendo clic en la X.
- ✓ Haz zoom en el mapa hasta que la escala marque 20 km.
- ✓ Repite el proceso desde 2a hasta 2e.

p4 ¿Cuales son en este caso los valores del área de ocupación y del área de extensión?

- **Importar datos desde el GBIF y búsqueda de especies endémicas en Tropicos**

- ✓ Reinicia tu sesión en GeoCAT
- ✓ En "Add Source" haz clic en añadir puntos desde GBIF ("Add points from GBIF").
- ✓ Introduce el nombre de alguna especie muy conocida en la zona donde estudias y haz clic en "search" y cuando finalice la búsqueda importa el resultado. Repite el proceso para el abeto (*Abies alba*).

p5 ¿Qué valores de área de ocupación y extensión de ocurrencia tiene la especie? ¿Bajo qué criterios IUCN cualifica?

- ✓ Para la búsqueda de especies endémicas en países incluidos en la web [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org), introduce el nombre de un género presente en el país de interés. Por ejemplo, *Clibadium* para Ecuador. Accede a [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org) y en "Quick Name Search" teclea *Clibadium* tal y como se muestra en la figura 6.

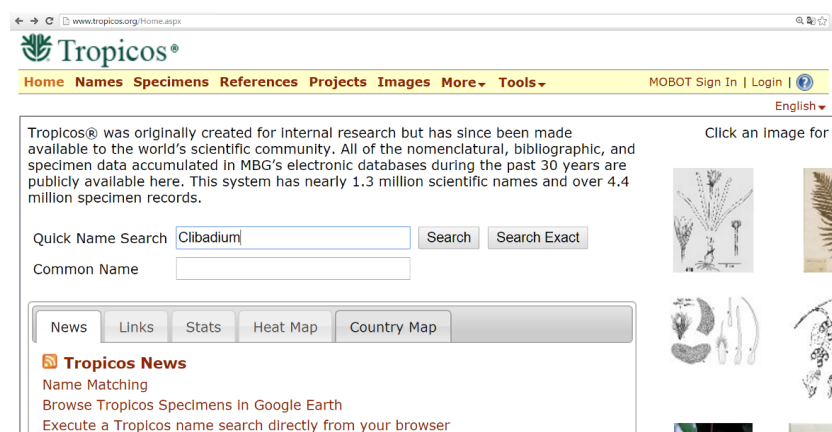


Figura 6. Trabajando con [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).



- ✓ Haz clic en *Clibadium* (coloreado en amarillo en la imagen) como se muestra en la figura 7.

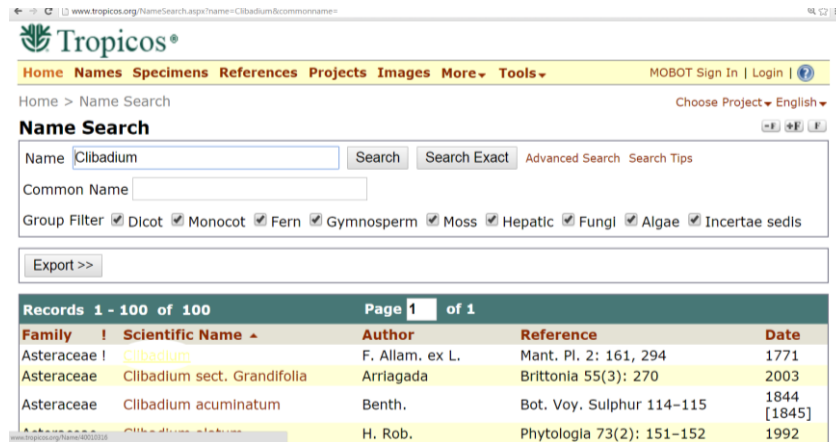


Figura 7. Trabajando con [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).

Selecciona el proyecto “Ecuador” coloreado en amarillo (Fig. 8).

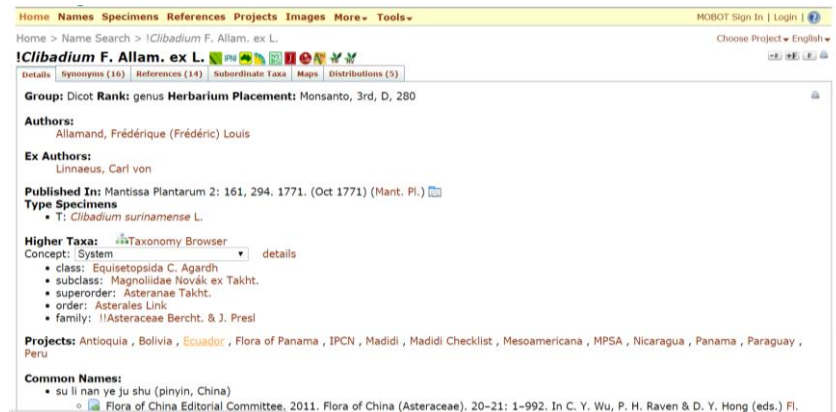


Figura 8. Trabajando con [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).

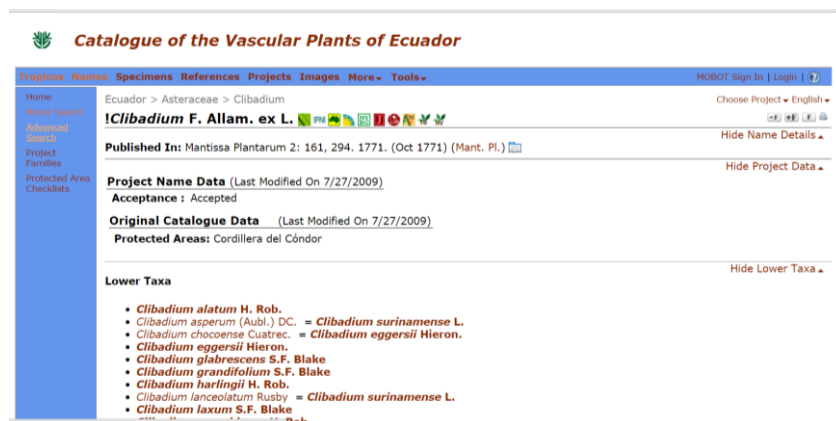


Figura 9. Trabajando con [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).



Selecciona "Advanced Search" en la columna azul de la parte izquierda (Fig. 9).

Haz clic en "Genus", teclea *Clibadium*, después en "Status", selecciona "endemic" y haz clic en "Search". En la parte derecha se obtendrá un listado de las especies endémicas de *Clibadium* registradas en Ecuador, tal y como se muestra en la figura 10.

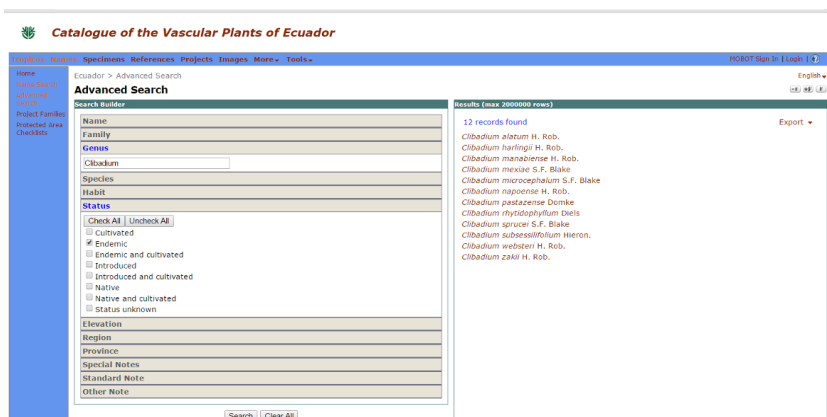


Figura 10. Trabajando con [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).

- ✓ Utiliza una de esas especies endémicas descargando sus puntos de distribución en GeoCAT utilizando la conexión a GBIF, y realiza los pasos anteriores como para con *Abies alba*.
- p6 ¿Cómo han variado los valores en este caso?
- ✓ Busca las distintas especies de *Clibadium* en la página web de la IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>).
- p7 ¿Qué categorías IUCN reciben?
- ✓ Discutid en grupo a qué se pueden deber las diferencias, teniendo en cuenta los criterios IUCN (<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/red-list-documents>; descargar el "Red List Criteria Summary Sheet" para su discusión en grupo).

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ana G. Moreno por su apoyo para participar en REDUCA. El trabajo de Manuel de la Estrella es financiado a través de una acción Marie Skłodowska-Curie [grant agreement No 659152 (GLDAFRICA)] del programa Horizon 2020 de la Unión Europea.

## BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Bachman, S., Moat, J., Hill, A.W., de laTorre, J. y Scott, B. 2011. Supporting red list threat assessments with GeoCAT: Geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys*, 150: 117-126.
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M. y Palmer, T.M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5): e1400253.
- Corlett, R.T. 2016. Plant diversity in a changing world: Status, trends, and conservation needs. *Plant Diversity*, 38(1): 10-16.
- Liras, E., Piñar, J.C., García, F.J.B. 2008. Bioinformática para la conservación de la flora. *Conservación vegetal*, 12: 6-9.
- Soberón, S., Peterson, A.T. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359: 689-698.
- UICN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- Urban, M. C. 2015. Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234): 571-573.

## RECURSOS ELECTRÓNICOS

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

<http://www.iucnredlist.org/>

Geospatial Conservation Assessment Tool

<http://geocat.kew.org/>

Tropicos

<http://www.tropicos.org/>

Infraestructura Mundial de Información de la Biodiversidad

<http://www.gbif.org/>

Recibido: 4 de octubre 2016.

Aceptado: 1 de junio 2017.