



Distribución potencial actual de *Microcycas calocoma* (MIQ.) A. DC.

Current potential distribution of *Microcycascalocoma* (MIQ.) A. DC.

Derick Breto Benítez¹

¹Estudiante de Ingeniería Forestal Quinto Año. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba.

Correo electrónico: derick.breto@estudiantes.upr.edu.cu

Recibido: 10 de julio 2020

Aprobado: 15 de agosto 2020

RESUMEN

Con el objetivo de modelar los *hábitats* potenciales de *Microcycas calocoma*, se realizó un análisis bajo el algoritmo de Máxima Entropía, con datos de presencia de la especie y datos de variables bioclimáticas de un modelo climático global y con una base de datos observados (1981-2010). Se georreferenciaron 28 puntos como datos de presencia. El régimen de precipitaciones es el más importante para la especie. Las áreas idóneas para el desarrollo de la especie se corresponden con las zonas montañosas de la Cordillera de Guaniguanico, no así con las zonas llanas. Para el modelo global, el área potencial aproximada, donde la probabilidad de presencia sea superior a 0,68, fue de 151 603,42 ha. Mientras que, para el modelo de la serie observada, con probabilidades de presencia superior a 0,72, tuvo un área potencial de 78 112,0 ha. Los *hábitats* potenciales se concentran en la zona

ABSTRACT

The aim of this study was to generate a model using the algorithm of Maximum Entropy (MaxEnt) of the potential habitats of *Microcycas calocoma*, with data of presence of the species and data of variable climatological of a global climatic model and with an observed climatic series (1981 - 2010). 28 points were georeferenced as presence data. According to the jackknife analyses, the regimen of precipitations is the most important for the species. The suitable areas for the development of the species belong together with the mountainous areas of the Cordillera de Guaniguanico, I didn't seize with the flat areas. For the global pattern, the approached potential area where the probability of presence is superior at 0.68 it was of 151 603.42 ha there is. While, for the pattern of the observed series, with probabilities of presence superior at 0.72, the specie had a potential area of 78 112.0 ha there is. The potential habitats concentrates

occidental de Cuba, fundamentalmente en la provincia de Pinar del Río.

Palabras clave: MaxEnt; *Microcycas calocoma*; modelación de *hábitats* potenciales.

on the western area of Cuba, fundamentally in the Pinar del Río province.

Keywords: MaxEnt; *Microcycas calocoma*; modelling potential habitats.

INTRODUCCIÓN

Existe consenso en que el clima del planeta está cambiando aceleradamente debido a cambios en el uso de la tierra y al incremento de las emisiones mundiales de gases efecto invernadero. En Cuba, existen evidencias de cambios significativos del clima, los que se relacionan con el aumento en la frecuencia de sequías, lluvias intensas y un aumento de la temperatura media anual. Estas alteraciones ambientales han modificado en gran escala la cobertura vegetal natural, haciendo que cambie la distribución de muchas especies de la flora y fauna.

Microcycas calocoma (Miq.) A. DC. es una de las plantas más famosas en el mundo botánico, la que pertenece a un género monotípico y endémico de Cuba. Tiene su distribución solamente exclusiva en Pinar del Río, está registrada solo para esta provincia. Las poblaciones abarcan gran parte del territorio, reportada en Sumidero, Viñales, Consolación del Sur, La Palma, Norte de Los Palacios y el Pan de Guajabón; se encuentra en complejo de vegetación de mogotes, bosques de galería, pinares y sabanas (Urquiola *et al.*, 2007). La especie posee una Categoría de la Lista Roja de la UICN y está protegida por los Apéndices I y II de CITES (Donaldson, 2003). Por su importancia ecológica, rareza taxonómica y geográfica, es declarada en 1989 Monumento Natural Nacional y reconocida como una "Joya de la Flora de Cuba" (Lazcano, 2004). *M. calocoma* es una de las especies incluidas en los proyectos de conservación de la flora cubana. Para la realización de estos proyectos, se hace necesario conocer las áreas que posean las condiciones más idóneas para su

desarrollo. Esta información, generalmente, no es conocida con exactitud.

En la última década, la modelación del nicho ecológico se ha convertido en una herramienta de uso creciente en ecología (Vaz, *et al.*, 2015). Los modelos de distribución de especies (MDE) tienen como fundamento utilizar el área de distribución actual como muestra para estimar el área de distribución potencial, usando un conjunto de variables climáticas que pueden explicar dichas distribuciones (Miranda-Sierra, 2017), posibilitando la información necesaria sobre las condiciones climáticas y áreas en que se desarrolla la especie. Para estimar los patrones de distribución de *hábitats* potenciales, la alternativa más eficaz es relacionar localidades de los registros (datos de presencia) con variables ambientales mediante el uso de modelos empíricos predictivos de distribución potencial (Ávila-Coria, *et al.*, 2014). Estos modelos empíricos o MDE tienen por objeto predecir áreas que describan las condiciones ambientales adecuadas para la supervivencia de las especies, es decir, la distribución potencial o nicho fundamental (Guisan y Thuiller, 2005; Ledig, 2012).

Son muchos los algoritmos matemáticos para el modelado de *hábitats* potenciales; entre ellos, pueden ser: Bioclim (Envoltentes Bioclimáticas), MLJ (Modelado Lineal Generalizado), Domian (Domian Modeling), Garp (*Genetic Algorithm for Rule.set Prediction*) y Mag (Modelado Aditivo Generalizado) o los métodos de aprendizaje cibernético como MaxEnt (Máxima Entropía).

El uso de estas aplicaciones combinadas con una herramienta SIG puede generar mapas de distribución potencial de especies, lo que resulta fundamental para evaluar las condiciones ambientales de una localidad o sitio para el desarrollo de una determinada especie (Narkis-Morales, 2012)

El estudio partió de la necesidad de conocer la proyección de nuevas áreas de distribución potencial de nichos climáticos para la especie y así ofrecer indicaciones precisas sobre disponibilidad de áreas, por lo que el objetivo del presente trabajo es proyectar los *hábitats* potenciales de *Microcycas calocoma* con MaxEnt.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos de presencia

Los datos de presencia se tomaron a partir de récord de colonias en materiales de herbario, documentos científicos y 6 nuevas accesiones localizadas en este estudio para un total de 28 (Figura 1).



Fig. 1- Georreferenciación de los puntos tomados como datos de presencia de *Microcycas calocoma*.

Variables bioclimáticas

Las variables bioclimáticas usadas (Tabla 1) se obtuvieron a través de la base de datos del portal de *Earth System Grid* (ESG) de

WorldClim 16 (www.worldclim.org) para el clima observado (1960-1990) bajo el Modelo Climático Global CCM3 y a partir de la serie histórica (30 años) de las estaciones meteorológicas de Pinar del Río, generándose 17 capas RASTER en formato ASCII.

Tabla 1- Variables bioclimáticas empleadas para la confección de la línea base.

Código	Descripción
bio01	Temperatura promedio anual (°C)
bio02	Oscilación diurna de la temperatura (°C)
bio03	Isotermalidad (°C)
bio05	Temperatura máxima promedio del período más cálido (°C)
bio06	Temperatura mínima promedio del período más frío (°C)
bio07	Oscilación anual de la temperatura (°C)
bio08	Temperatura promedio del trimestre más lluvioso (°C)
bio09	Temperatura promedio del trimestre más seco (°C)
bio10	Temperatura promedio del trimestre más cálido (°C)
bio11	Temperatura promedio del trimestre más frío (°C)
bio12	Precipitación anual (mm)
bio13	Precipitación del período más lluvioso (mm)
bio14	Precipitación del período más seco (mm)
bio16	Precipitación del trimestre más lluvioso (mm)
bio17	Precipitación del trimestre más seco (mm)
bio18	Precipitación del trimestre más cálido (mm)
bio19	Precipitación del trimestre más frío (mm)

Confección del modelo para la línea base

Para la elaboración del modelo, se empleó el algoritmo MaxEnt (Máxima Entropía) ver. 3.3.3 (Phillips *et. al.*, 2010; Elith *et al.*, 2011), utilizando los datos de las variables bioclimáticas y los datos de presencia.

El resultado de la modelación con MaxEnt revela la probabilidad relativa de distribución de una especie en todas las cuadrículas o celdas en el espacio geográfico definido, en el cual un valor de alta probabilidad asociado a una cuadrícula particular indica la probabilidad de la misma, de tener condiciones ambientales favorables para la especie modelada.

En la calibración del modelo, se especifican 500 interacciones y el límite de convergencia

se fijó en 0,00001 (valor por defecto), lo que garantiza la convergencia del algoritmo. La capacidad predictiva del modelo se determinó con la técnica de evaluación del área bajo la curva (AUC) de la curva operacional (ROC).

El AUC representa la relación entre el porcentaje de presencia correctamente predicha (sensibilidad) y uno menos, el porcentaje de ausencias correctamente predichas (especificidad). El AUC mide la capacidad del modelo para clasificar correctamente a una especie como presente o ausente (Palma-Ordas y Delgadillo-Rodríguez, 2014). Los valores de AUC pueden ser interpretados como la probabilidad de que, cuando se seleccione al azar un punto de presencia y uno de ausencia, el punto de presencia tendrá un valor mayor de idoneidad o probabilidad sobre el modelo. Este valor se encuentra entre 0 y 1, que representa la mejor predicción del modelo. De acuerdo con Palma-Ordas y Delgadillo-Rodríguez (2014) establecen que cuando el AUC es: 0,50-0,60 = insuficiente; 0,60-0,70 = pobre; 0,70-0,80 = promedio; 0,80-0,90 = bueno; 0,90 a 1 = excelente.

Para evaluar las variables bioclimáticas que más contribuyeron al modelo, se realizó la prueba de Jackknife. Esta información es de suma importancia para evidenciar los requerimientos ecológicos de cada especie. Adicionalmente, se realizaron las curvas de respuesta para describir cómo cada variable afecta de forma individual la predicción. Los mapas resultantes fueron analizados y procesados con el Sistema de Información Geográfica para Análisis de la Distribución de Especies DIVA-GIS ver 7.3.0 (Hijmans *et al.*, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelación del hábitat potencial

Los modelos generados con el MaxEnt para *M. calocoma* fueron capaces de proyectar el

área potencial de la especie. El AUC de la curva fue mayor que 0,9, tanto para los datos de entrenamiento como los de prueba. Esto significa que ambos modelos pueden predecir con alto nivel de especificidad y sensibilidad el área potencial. De acuerdo con Phillips *et al.*, (2010) y Elith *et al.*, (2011), cuando el área bajo la curva es superior 0,9, existe un buen ajuste para predecir la presencia de la especie.

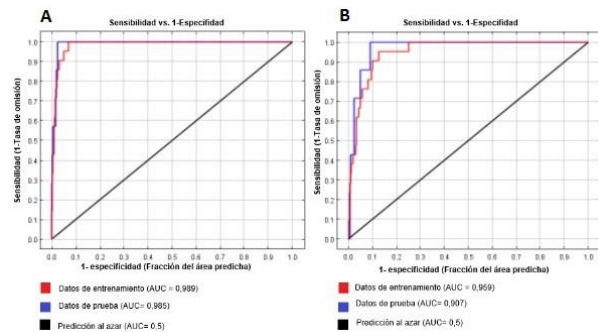


Fig. 2- Curva operacional ROC para *Microcyacas calocoma*. (A) Modelo Global CCM₃. (B) Modelo Serie Histórica.

De los dos modelos generados, el modelo global (figura 2A) en relación con el de la serie histórica observada (figura 2B) para *M. calocoma*, obtiene un mayor valor de AUC. Esto no significa que el modelo global sea de mayor resolución y capaz de detectar las variaciones a menor escala espacial. Según Karmalkar *et al.*, (2013); Silva *et al.*, (2015), cuando se interpretan los resultados, en especial para las islas, donde los modelos globales no permiten la detección de las variaciones espaciales pues dependen del número de estaciones que se utilicen como referencia. Por tanto, siempre que sea posible, debe modelarse con datos observados de series históricas de más de 30 años para ser más fiable en la elaboración de la línea base en estudios de impacto del cambio climático (Ledig *et al.*, 2010).

Altos resultados de AUC pueden estar ligados a la selección de un entorno ambiental disponible mayor que el de las áreas de prevalencia de la especie (Cobos-Cobos, 2016), al incremento del área de calibración (Jiménez-Valverde, 2008) y diferencias

mayores entre registros de presencia distantes en relación con los más cercanos (VanDerWal *et al.*, 2009).

Contribución de las variables bioclimáticas a los modelos para *Microcycas calocoma*

MaxEnt, para la identificación de las variables climáticas más importantes al modelo, utiliza la prueba de Jackknife. De manera gráfica, esta herramienta muestra cuál variable contribuye más al modelo.

En este caso, hubo diferencias en las variables más importantes para cada modelo. El modelo global (figura 3A) en cuanto a las precipitaciones, las variables más influyentes fueron: bio 14 (Precipitación en el período seco), bio 17 (Precipitación en el trimestre más seco) y bio 19 (Precipitación en el trimestre más frío) y para la temperatura se mostraron como importantes bio 09 (Temperatura media del trimestre más seco) y bio 11 (Temperatura media del trimestre más frío). Sin embargo, para el modelo basado en la serie observada (figura 3B) mostró que las variables más importantes para el modelo fueron aquellas asociadas al régimen anual de las precipitaciones. Son: bio 12 (Precipitación anual), bio 13 (Precipitación en el período lluvioso), bio 14 (Precipitación en el período seco), bio 17 (Precipitación en el trimestre más seco) y para el régimen térmico solo bio 02 (Rango medio diario de temperatura) destacó en importancia para el modelo.

De manera general, ambos modelos coinciden al señalar que es el régimen de precipitaciones quien, en mayor medida, determina la presencia de la especie y del régimen térmico. Para Cuba, se han documentado variaciones en su clima, expresadas en la reducción de las precipitaciones y aumento de la temperatura media (Álvarez-Brito *et al.*, 2011; Cutié-Cancino *et al.*, 2013), por lo que podría inferirse que, de seguir esta tendencia en el clima, la especie puede verse afectada en el futuro.

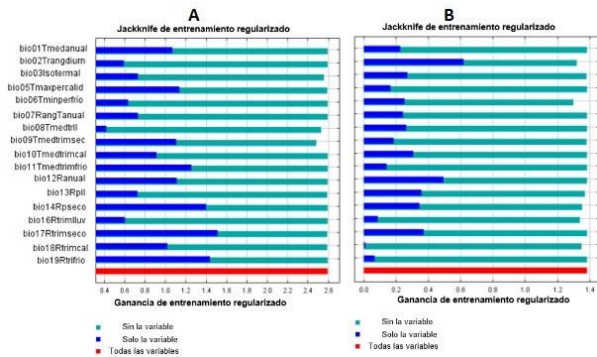


Fig. 3- Importancia de variables climáticas en el desempeño de los MDE para *Microcycas calocoma* usando la prueba de Jackknife. (A) Modelo Global CCM₃. (B) Modelo Serie Histórica.

Distribución potencial para *Microcycas calocoma* basado en el modelo climático global

Para el Modelo Climático Global CCM₃ (figura 4A), indica que el área clasificada como apropiada para la especie es mayor con respecto a las zonas de presencia actual. Las mayores probabilidades se ubican a lo largo de toda la Cordillera de Guaniguanico, ocupando los territorios de Viñales, La Palma y extendiéndose hacia gran parte del norte de Los Palacios. La distribución continúa hacia zonas donde no existen registros históricos de la especie, extendiéndose hacia el este, a lo largo y ancho de toda la Sierra del Rosario, que ocupan los municipios de Bahía Honda, San Cristóbal y llegando hasta el norte de Candelaria (municipios de la actual provincia de Artemisa).

Las probabilidades más bajas se aprecian al norte y sur de la cordillera, en las zonas llanas de los territorios, incluso donde existen registros históricos de la especie (colonias ubicadas en Minas de Matahambre y Consolación del Sur). Por último, las probabilidades más bajas se extienden llegando hasta las zonas costeras de los municipios de La Palma y Bahía Honda y continúan hasta los territorios de las provincias de Artemisa y La Habana. Todo ello indica que, con respecto a las condiciones climáticas, no existe un clima

idóneo para la especie en estas zonas de baja probabilidad.

Adicionalmente, la existencia de áreas apropiadas fuera del rango de las áreas de presencia actual y de sus registros de distribución históricos, pueden indicar que en el pasado la especie pudo haber tenido una mayor distribución geográfica, ocupando áreas más extensas que la actualidad. Según Del Risco y Morell (1984) plantean que la especie en la actualidad está limitada a unas pocas colonias, las que son restos de un área más amplia en el pasado (área de reducción). Esto, evidentemente, no toma en consideración que pudiera haber otros factores, además de los climáticos, que determinaran la presencia de la especie, como por ejemplo factores edáficos y biológicos

La figura 4B muestra el área donde se encuentran las mayores probabilidades de presencia y que representarían las condiciones óptimas para su desarrollo. Las zonas en donde se aprecia una media en las probabilidades de presencia tienen un rango de 0,51 a 0,68, y ocupan 179 754,5 ha. Las áreas con altas probabilidades ocupan 78 112,0 ha. y se encuentran entre 0,68 a 1,00.

El uso de los datos, a partir de modelos climáticos globales, tiene como desventaja la poca variación espacial que les atribuyen a las variables climáticas en las islas, así como la existencia en estas de una insuficiente cantidad de estaciones climáticas (Karmalkar *et al.*, 2013).

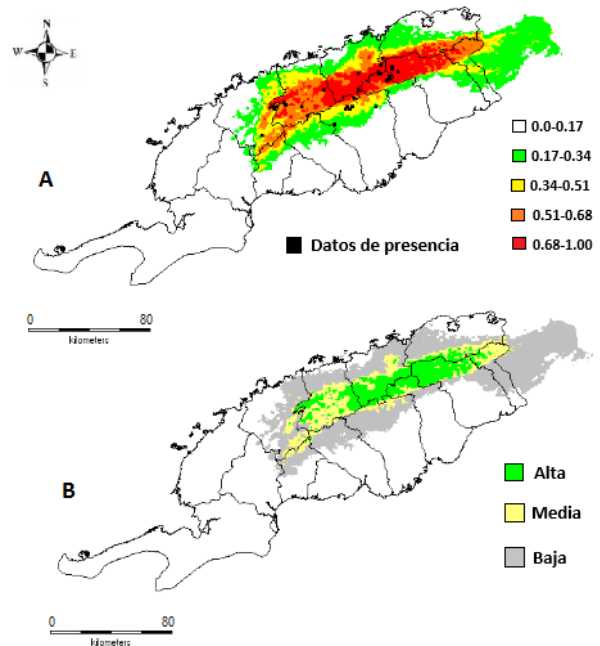


Fig. 4. (A) Distribución potencial de *Microcycas calocoma* basado en el Modelo Global CCM₃. (B) Representación de las probabilidades de presencia de *Microcycas calocoma*

En este caso, en los resultados obtenidos basados en el modelo climático global (CCM₃), no existe una coherencia en la relación presencia y *hábitat* potencial de la especie. Silva *et al.* (2015) y Cobos-Cobos (2016), plantean que a pesar de que los modelos climáticos globales fueron el punto de partida para la simulación de escenarios climáticos futuros, para las pequeñas regiones e islas muestran resultados muy burdos, con pocos detalles, por la baja resolución o amplitud de la rejilla (100 km o más), por lo que es necesario una mayor refinación en los resultados que representen con más detalle los procesos climáticos que ocurren en la región. La solución de esta problemática está en el uso de modelos climáticos regionales (Rehfeldt *et al.*, 2015).

Distribución potencial para *Microcycas calocoma* basado en la serie histórica

El modelo basado en la serie histórica se obtuvo con mayor resolución. Las áreas de

probabilidad de presencia, con respecto al modelo global, son mucho más reducidas en amplitud y tienen una similitud con las áreas de presencia actual y de sus registros de distribución históricos. En la Figura 5A, se muestran las probabilidades de presencia de la especie. Los mayores valores reconocidos como altamente probables se distribuyen en dos zonas fundamentales, a lo largo del territorio de Viñales, extendiéndose hacia el este y ocupando gran parte del municipio de La Palma hasta los límites de Bahía Honda y San Cristóbal, de la actual provincia de Artemisa. Más al sur, se extiende por toda la cabecera norte de Consolación del Sur y San Diego de los Baños en Los Palacios.

Las áreas de bajas probabilidades, al igual que el modelo global, ocupan zonas donde existen registros de presencia actuales de *M. calocoma*. Estas se extienden por Sumidero, en Minas de Matahambre, bordeando al norte del municipio Pinar del Río y extendiéndose hacia el sur de Consolación del Sur. Probabilidades bajas en donde existen registros de presencia de la especie pueden indicar que estas colonias, en un futuro, son las que, en mayor medida, pueden verse afectadas por el acelerado cambio en las variables climáticas. Esto no quiere decir que la especie deje de existir y desarrollarse en estas áreas, pues su dispersión puede estar limitada por otros factores ecológicos.

La figura 5B muestra las áreas donde se encuentran las mayores probabilidades de presencia. Las zonas con una media probabilidad, con un rango de 0,54-0,72 abarcan una extensión de 573 391,84 ha. y el resto de las hectáreas, 151 603,42 ha. representan una alta probabilidad comprendida entre 0,72-1. Estas áreas coinciden con áreas reportadas dentro del Sistema de áreas protegidas, por lo que pudiera hacerse un banco *in situ* de la especie.

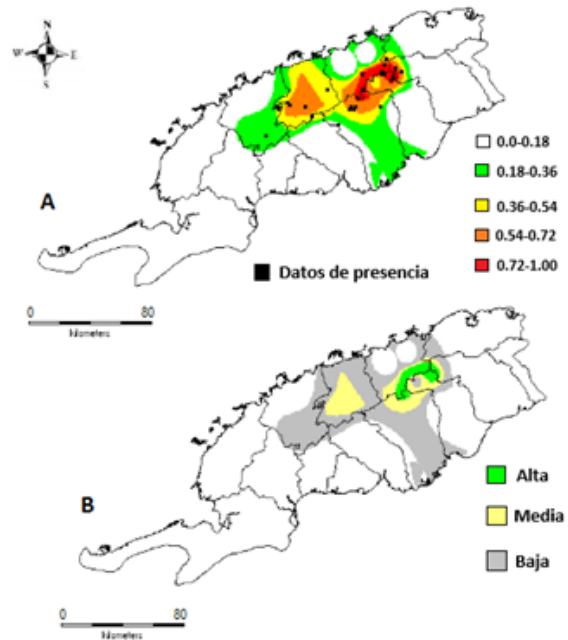


Fig. 5- (A) Distribución potencial de *Microcyacas calocoma* basado en la Serie Histórica. (B) Representación de las probabilidades de presencia de *Microcyacas calocoma*

El modelo basado en la serie histórica, al ser originado sobre datos climáticos de mayor cantidad de estaciones, brinda al modelo la capacidad de describir las condiciones climáticas de las áreas de desarrollo de la especie de manera más exacta. Por lo tanto, esto hace que el modelo presente una mejor resolución, dando paso a que sea capaz de predecir áreas de manera más eficaz. Por otra parte, con el modelo climático global se pudieron detectar una mayor amplitud de áreas que no necesariamente se encuentran ubicadas en el territorio actual que presenta *M. calocoma*. Esto puede ser de gran ayuda para la conservación *ex situ* de la especie, posibilitando su desarrollo y protección.

Se concluye que las variables bioclimáticas que más influyen en la distribución de *Microcyacas calocoma*, para ambos modelos, son el régimen anual de precipitaciones.

Los modelos prevén que *Microcyacas calocoma* tiene mayor cantidad de *hábitats* potenciales hacia el noreste del territorio de

Pinar del Río, llegando hasta zonas de la actual provincia de Artemisa. En el resto del territorio nacional, no se detectaron *hábitats* potenciales para la especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Brito, A., Mercadet-Portillo, A. 2012. El sector forestal cubano y el cambio climático. Instituto de Investigaciones Agroforestales, Ministerio de la Agricultura. La Habana, p. 248. ISBN: 978-959-7215-00-4.
- Ávila Coria, R., Villavicencio García, R., Ruiz Corral, J. A. 2014. Distribución potencial de *Pinusherrerae* Martínez en el occidente del Estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(24):92-108.
- Cobos-Cobos, M. E. 2016. Posibles implicaciones del cambio climático sobre la distribución de las especies del género *Peltophryne* (Anura: Bufonidae) en Cuba. Tesis de Maestría, La Habana.
- Cutié-Cancino, V., Lapinel-Pedroso, B., Gonzáles-Rodríguez, N., Perdigón-Morales, J., Fonseca-Rivera, C., Gonzáles-García, I. 2013. La sequía en Cuba, un texto de referencia. Monografía. Proyecto 1/OP-15/GEF. Instituto de Meteorología.
- Del Risco, E. y Morell, J. 1984. Algunos apuntes sobre *Microcycascalocoma* (Miq.) A. DC. *Revista Jardín Botánico Nacional*, 5(1):111-131.
- Donaldson, J.S.(ed.). *Cycads. Status Survey and Conservation Action Plan*. 2003. IUCN/SSC Cycad Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, p. 86.
- Elith, J., Phillips, S., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y., Yates, C. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17:4357.
- Guisan, A. y Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecol. Lett.* 8:993-1009.
- Hijmans, R., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I., Rojas, E. 2004. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de la Distribución de Especies (DIVA-GIS), Universidad de California, USA.
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J. M. y Horta, J. I. 2008. Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Divers. Distrib.* 14:885-890.
- Karmalkar, A., Taylor, M., Campbell J., Stephenson, T., New, M., Centella-Artola, A., Bezanilla-Morlot, A. 2013. A review of observed and projected changes in climate for the islands in the Caribbean. *Atmósfera*, 26(2):283-309.
- Lazcano, J. C. 2004. Biología poblacional y aspectos ecológicos de *Microcycas calocoma* (Miq.) A. DC. en la Sierra de La Caoba, Viñales. Tesis de Maestría, Universidad de La Habana.
- Ledig, F. T., Rehfeldt, G. E. C., Sáenz-Romero y Flores-López, C. 2010. Projections of suitable habitat for rare species under global warming scenarios. *American Journal of Botany*, 97(6):970-987.
- Ledig, F. T. (2012) Climate change and conservation. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 8:5774.
- Miranda Sierra, C. A. 2017. Cambios en la distribución potencial de pinares del

- Occidente. Tesis Doctoral, Universidad de Pinar del Río.
- Narkis-Morales S. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambienta*, 2(1):1-5.
- Palma-Ordas, S. y Delgadillo-Rodríguez, J. 2014. Distribución potencial de ocho especies exóticas de carácter invasor en el estado de Baja California, México. *Botanical Sciences*, 92(4):587-597.
- Phillips, S. J., Dudik, M., Schapire, R. E. 2010. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190: 231 -259.
- Rehfeldt, G. E., Worrall, J., Marchetti, S., Crookston, N. 2015. Adapting forest management to climate change using bioclimate models with topographic drivers. *Forestry*, 88:528-539.
- Silva, L., Schaefer, H., Sardos, J. 2015. AOB PLANTS. Towards a more holistic research approach to plant conservation: the case of rare plant on oceanic islands. DOI: 10.1093/aobpla/plv066.
- Urquiola, A. J., González Oliva, L. y Novo, R. 2007. Libro rojo de la flora vascular provincia Pinar del Río. Jardín Botánico de Pinar del Río, Cuba, p. 377.
- VanDerWal, J., Shoo, L. P., Johnson, C. N. y Williams, S. E. 2009. Abundance and the environmental niche: Environmental suitability estimated from niche models predicts the upper limit of local abundance. *Am. Nat.*, 174:282-291.
- Vaz, U. L., Cunha, H. F., Nabout, J. C. 2015. Trends and biases in global scientific literature about ecological niche models. *Braz.J. Biol.*, 75:17-24.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional
Copyright (c) Derick Breto Benítez