

BP-24

PATRONES CLIMÁTICOS EN LAS ESPECIES DE HONGOS DE LA FAMILIA MELIOLACEAE (ASCOMYCOTA) EN CUBA COMO HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN DE IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

Hermen Ferrás¹, Mayra Camino², Ana Martell¹, Antonio López³, Nelys Blanco¹ y Roberto Pons¹.

¹ Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA, Cuba

² Jardín Botánico Nacional, MES, Cuba

³ Museo Nacional de Historia Natural, CITMA, Cuba

RESUMEN

La familia Meliolaceae (división Ascomycota) comprende a especies parásitas de las plantas con alta afinidad hacia el hospedero. En Cuba una buena parte de las especies descritas parasitan a plantas endémicas, algunas con una distribución restringida, por lo que son vulnerables a cambios ambientales como lo climáticos. Para la determinación de los patrones climáticos de distribución de las plantas hospederas (y por tanto de sus parásitos) se utilizaron los valores históricos de 29 años para siete variables meteorológicas determinadas con el modelo PRECIS y se realizó un análisis canónico de correspondencia. Este permitió identificar tres grupos de especies: uno determinado por valores bajos la presión atmosférica, un segundo grupo que parece estar condicionado por valores bajos de la humedad relativa, y un tercero, que responde presumiblemente a valores altos de temperatura mínima y bajos de temperatura máxima, es decir a localidades con poca amplitud térmica. Este resultado nos permite inferir patrones climáticos de la distribución de especies vegetales y las melioláceas asociadas a ellas, utilizados para predecir del efecto del Cambio Climático en la distribución futura de dichas especies. Una regresión múltiple permitió correlacionar las variables climáticas con el número de especies, resultando significativas la temperatura media, la temperatura máxima, la humedad relativa y las precipitaciones. A partir estos resultados se pudo modelar la variación en la riqueza de especies en relación con el cambio en las variables climáticas. El modelo predice una reducción importante de la riqueza de las especies de melioláceas como consecuencia del Cambio Climático, el cual sería más notorio en las regiones occidental y central.

Palabras clave: Cambio Climático, Meliolaceas, patrones de distribución, Análisis de correspondencia canónico

INTRODUCCIÓN

El empleo de las técnicas de envolturas y perfiles climáticos (climate envelopes and profiles) para el diagnóstico del impacto del Cambio Climático en la distribución futura de especies seleccionadas es una de las herramientas predictivas más utilizadas a nivel mundial. Las ventajas y limitaciones de esta técnica han sido discutidas ampliamente en la literatura (Feenstra *et al.*, 1998). Entre estas últimas se encuentra la presunción de que la distribución actual de las especies se encuentra en equilibrio con el clima (Prentice, 1986; Guisan & Zimmermann, 2000) y que obvia la importancia de otros factores no climáticos (relieve, tipo de suelo, barreras geográficas, entre otras) en dicha distribución (Pearson *et al.*, 2002). En la última década se han llevado a cabo estudios encaminados a evaluar la precisión de los modelos predictivos existentes. (Elith *et al.*, 2002; Barry & Elith, 2006; Heikkinen *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2006).

Ferrás *et al.* (2011), estudiaron los patrones de heterogeneidad espacial de la vegetación en el occidente de Cuba, como herramienta para el diseño de modelos predictivos de su distribución espacial y el efecto de cambios ambientales sobre esta. En esta región la situación costera, el uso de latierra y el sustrato los principales factores que determinan las diferencias florísticas entre áreas, siendo el relieve y las variables climáticas menos importantes.

Existen otras técnicas utilizadas para evaluar el impacto del cambio climático en las especies de acuerdo a su vulnerabilidad. Las especies con requerimientos estrechos de hábitat y recursos y una biología inflexible son más vulnerables a cualquier cambio ambiental y por lo tanto serán las más amenazadas por el Cambio Climático. (Dennis, 1993).

Para los hongos la aplicación de modelos predictivos como los arriba mencionados se dificulta por depender grandemente la distribución de estos organismos de factores microclimáticos y del sustrato en que se desarrollan. La familia Meliolaceae (división Ascomycota) comprende a especies parásitas de las plantas con alta afinidad hacia el hospedero, parasitando en muchos casos una sola especie de planta. En Cuba una buena parte de las especies de melioláceas descritas parasitan a plantas endémicas cubanas, algunas de las cuales tienen una distribución restringida, por lo que son vulnerables a cambios como la elevación de la temperatura o la variación del régimen de precipitaciones. Esta dependencia de los hospederos hace factible la modelación de la distribución potencial y su variación debido a cambios ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

De las 32 especies de melioláceas reportada para Cuba, la mitad parasitan a endemismos vegetales cubanos, siendo estos últimos vulnerables por su distribución restringida. Para la estimación de la distribución de estas plantas se utilizó la

información de la base de datos de endemismos vegetales contenidos en el herbario del Instituto de Ecología y Sistemática (HAC), así como las colectas de los hongos del herbario del Jardín Botánico Nacional (HAJB). Ambas fuentes sirvieron para la determinación de la distribución potencial de las 16 especies de melioláceas estudiadas.

Para la determinación de los patrones climáticos de distribución de las plantas hospederas (y por tanto de sus parásitos) se utilizaron los resultados para Cuba del modelo PRECIS, obtenidos por el Instituto de Meteorología de Cuba. Como línea base se utilizaron los datos promedios del periodo 1961-1989 de las siguientes variables climáticas: Temperatura Media anual, Temperatura Mínima anual, Temperatura Máxima anual, Humedad relativa, Velocidad del viento, Precipitaciones anuales y Presión atmosférica. La resolución espacial de este modelo es de 0,5 °, tanto el latitud, como en longitud.

Para relacionar las localidades de colecta con las variables se realizó un análisis de correspondencia canónico, utilizando para ello el programa Canoco versión 4.5 para Windows, (Biometrics – Plant Research International, 2002).

Para determinar la correlación entre las variables climáticas y las riqueza de especies de melioláceas se realizó una regresión múltiple mediante el software Statistica versión 6 para Windows (Statsoft Inc., 1993). Utilizando esta regresión se realizó la predicción del cambio en la riqueza de especies como consecuencia de cambio climático para el año 2050, de acuerdo con los cambios en las variables climáticas pronosticadas por el modelo Circulación General de la Atmósfera (SGM) ECHAM4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Determinación de patrones: En el análisis de correspondencia canónico realizado los tres primeros ejes acumulan el 83% de la varianza (34, 27 y 22% en los ejes 1,2 y 3, respectivamente). El análisis muestra tres grupos de especies: uno determinado por valores bajos la presión atmosférica (**Hpa**), en el cuadrante inferior izquierdo. Un segundo grupo se forma en el cuadrante superior derecho y parece estar condicionado por valores bajos de la humedad relativa (**Hrel**). El tercer grupo se encuentra en cuadrante inferior derecho y presumiblemente responde a valores altos de temperatura mínima (**Tmin**) y bajos de temperatura máxima (**Tmax**), es decir a localidades con poca amplitud térmica (Fig. 1).

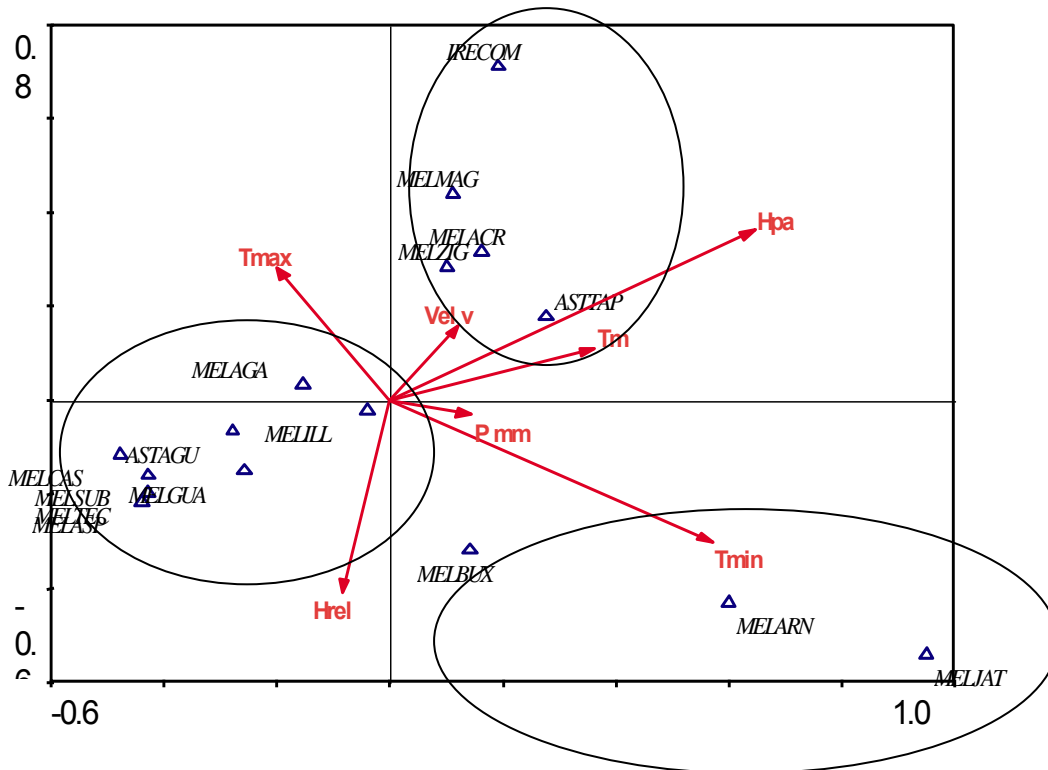


Fig. 1. Análisis de correspondencia canónico, Ejes 1 y 2. Hpa: presión atmosférica, Hrel: humedad relativa, Tmin: temperatura mínima, Tmax: temperatura máxima, Tm: temperatura media, Pmm: precipitaciones, Velv: velocidad del viento.

El primer grupo está formado por especies que parasitan plantas que viven en lugares montañosos, lo cual explica su posición en el gráfico opuestas a la presión atmosférica, que está inversamente relacionada con la altura.

El tercer eje canónico, está relacionado con la varianza de las variables temperatura media, temperatura máxima y precipitaciones (Fig.2). El efecto de estas variables nos permiten explicar el agrupamiento de las especies *Meliola acristae* e *Irenopsis comocladiae* (cuadrante superior izquierdo), cuyos hospederos son *Copernicia gigas* y *Comocladia intermedia*, especies de lugares abiertos con valores bajos de humedad relativa y altos de la temperatura media.

La posición en el gráfico de *M. magnoliae* está determinada por la influencia de las variables de presión atmosférica y precipitaciones. Su hospedero, *Magnolia cubensis*, se encuentra en las montañas lluviosa de Baracoa y Guamuahaya.

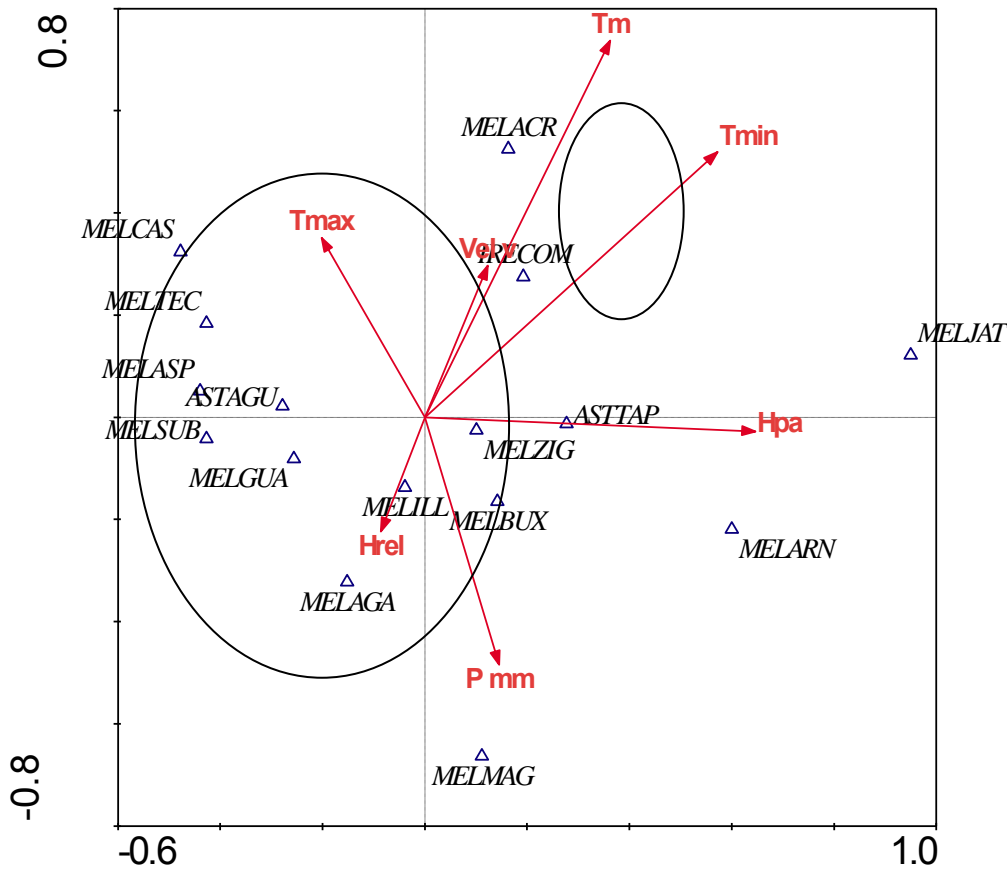


Fig. 2. Análisis de correspondencia canónico. Ejes 1 y 3.

Los resultados del análisis canónico de correspondencia nos permiten inferir patrones climáticos de la distribución de especies vegetales y las melioláceas asociadas a ellas, de gran utilidad para la predicción del efecto del Cambio Climático en la distribución futura de dichas especies. También nos permiten identificar la influencia de otros factores que influyen en las distribución histórica de las especies vegetales hospedadas, y por tanto, de sus parásitos.

Por ejemplo, *Jatropha angustifolia* (hospedera de *M. jatrophae*) vive en las arenas cuarcíticas y regiones aledañas del occidente de Pinar del Río y la Isla de la Juventud. Por otra parte, *Meliola zigzag* se encuentra en dos especies endémicas (*Casearia aquifolia* y *C. sylvestris* sub. *myricoides*), que a pesar de no ser comunes, tienen una distribución amplia en el territorio nacional, incluyendo la Isla de la Juventud y está presente en una variedad de hábitats. En el caso opuesto se encuentra *Irenopsis comocladiae*, que parasita una especie endémica local (*Comocladia intermedia*).

M. agavicola, está asociada a valores bajos de temperatura media, por lo que debe ser afectada por el aumento de temperatura esperado por el cambio climático. *M. arnoldii* y

M. jatrophae por su parte están asociadas a altos valores de la temperatura mínima y bajos de la temperatura máxima, por lo que pueden ser sensibles al aumento de la amplitud térmica. *M. magnoliae*, parásita de *Magnolia cubensis*, está asociada a altos valores de las precipitaciones (Fig. 2). La disminución de las precipitaciones pronosticada como consecuencia del Cambio Climático y la condición de especie amenazada del hospedero permiten suponer que esta especie es una de las que se encuentra en mayor peligro como consecuencia de estos cambios.

Modelo predictivo

Se confeccionó un esquema cartográfico de la distribución potencial de la riqueza de especies de melioláceas cubanas asociadas a endemismos vegetales utilizando la información de colectas, tanto de hongos, como de sus hospederos (Fig. 3). Puede apreciarse que las áreas de mayor riqueza coinciden con los tres regiones montañosas relevantes del país (Guaniguanico, Guamuhaya y Sierra Maestra-Nipe-Sagua Baracoa). Estas áreas son conocidas como las de mayor endemismo vegetal en Cuba (Borhidi, 1996).

La regresión múltiple permitió correlacionar las variables climáticas con el número de especies de melioláceas registrada en cada cuadrícula, resultando significativas los valores de beta para la temperatura media (Tmed), la temperatura máxima (Tmax), la humedad relativa (Hrel) y las precipitaciones (Pmm).

A partir de los resultados de la regresión se pudo modelar la variación en la riqueza de especies en relación con el cambio en la variable climáticas. Estos predicen una reducción importante de la riqueza de las especies de melioláceas cubanas como consecuencia de las variaciones de las variables meteorológicas inducidas por el Cambio Climático. Este cambio debería ser más notorio en las regiones occidental y central.

Aunque, como discutíamos en la introducción de este resultado, las predicciones basadas en las técnicas de envoltura climática tienen sus limitantes, relacionadas con el sesgo que introduce en los resultados la subvaloración del efecto de otras variables, (substrato rocoso, tipo de suelo, relieve, entre otras) son una útil herramienta de estimación de los efectos de los cambios en las variables climáticas en la distribución de las especies.

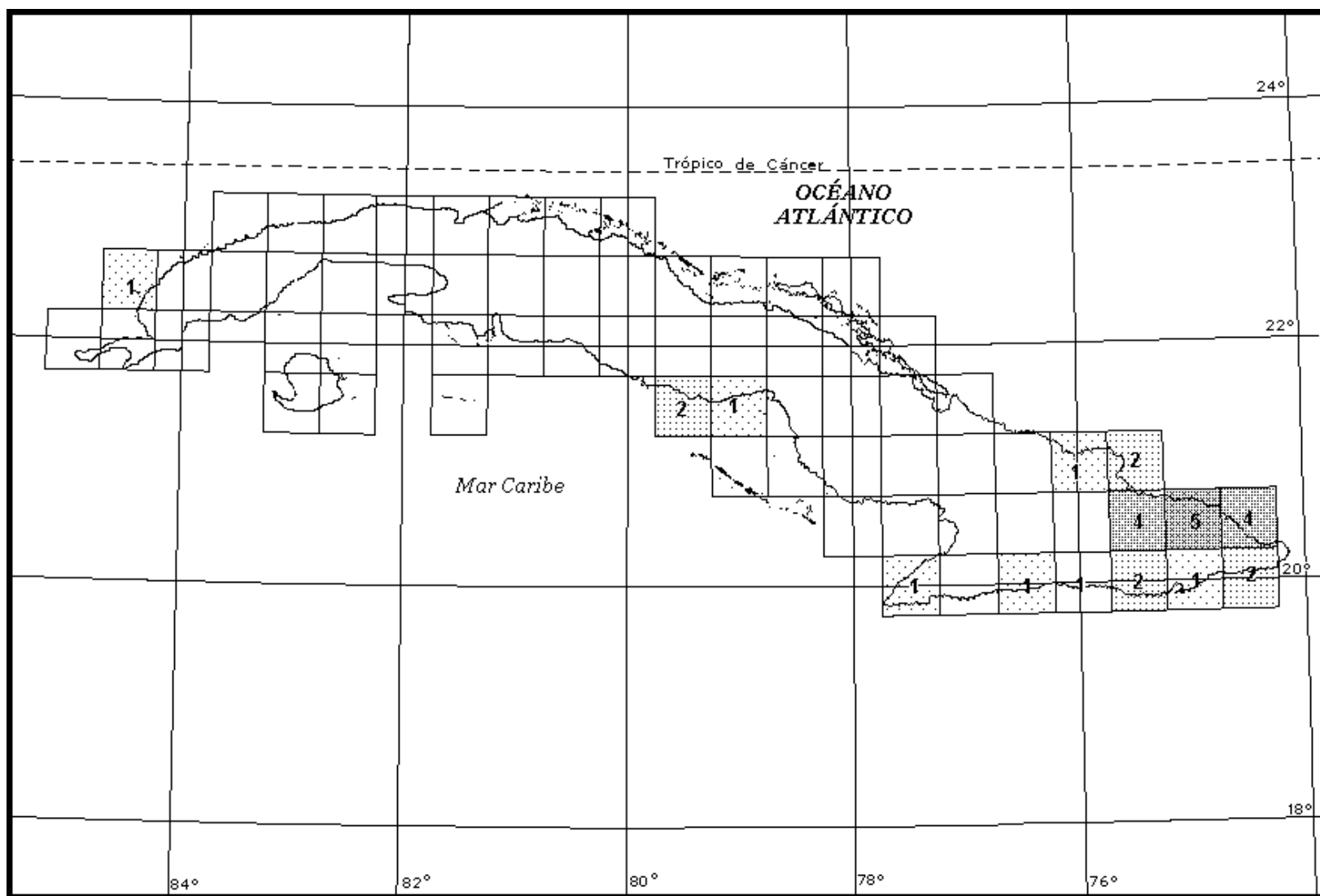


Fig. 4 Predicción de efecto de Cambio Climático en la riqueza de especies de melioláceas en Cuba. Comparar con figura anterior.

CONCLUSIONES

Las especies *Meliola caseariae-guianensis*, *M. subdentata*, *M. tecomae*, *M. asperipoda*, *M. guatteriae* y *Asteridiella aguariae*, están relacionadas con valores bajos de la presión atmosférica, debido a que son especies que habitan zonas montañosas. *M. jatrophae* y *M. arnoldii*, por su parte están asociados con altos valores de la temperatura mínima y bajos de la temperatura máxima, por lo que pueden ser sensibles al aumento de la amplitud térmica.

Irenopsis comocladiae, es la especie de hábitat potencial más restringido, pues su hospedero (*Comocladia intermedia*) es un endemismo local de la costa norte de Villa Clara. *Magnolia cubensis*, hospedera de *M. magnoliae*, está influida por altos valores de las precipitaciones, por lo que la disminución de las mismas en su área de distribución aumenta el riesgo de extinción de esta de ambas. La especie *M. acristae*, parásita de la palma *Copernicia gigas*, podría ampliar su distribución debido al Cambio Climático, pues está relacionada con valores altos de la temperatura máxima.

La modelación realizada predice una disminución drástica de la riqueza de especies de la familia Meliolácea, como consecuencia del Cambio Climático., principalmente en las regiones occidental y central del país.

REFERENCIAS

- Barry, S. & Elith, J. (2006) Error and uncertainty and habitat models. *Journal of Applied Ecology*, **43**, 413–423.
- Dennis R.L.H. Butterflies and the Climate Change. 1993. St. Martin Press, New York.
- Elith, J., Burgman, M.A. & Regan, H.M. (2002) Mapping epistemic uncertainties and vague concepts in predictions of species distributions. *Ecological Modelling*, **157**, 313–329.
- Feenstra J.F., I. Burton, J.B. Smith & R.S.J. Tol (Eds.) Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. Version 2.0, October, 1998 United Nations Environment Programme (UNEP).
- Ferrás H., J.M. de Miguel, A. López y A. Martell. 2011. Determinación de las escalas de heterogeneidad espacial de la vegetación en la región occidental de Cuba, como herramienta para el diseño de modelos predictivos del impacto del Cambio Climático en la biodiversidad. CD Memorias Congreso de Biodiversidad y Ecosistemas. VII Convención de Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, julio de 2011.
- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135**, 147–186.
- Heikkinen, R.K., Luoto, M., Araújo, M.B., Virkkala, R., Thuiller, W. & Sykes, M.T. (2006) Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change. *Progress in Physical Geography*, **30**, 751–777.
- Hernandez, P.A., Graham, C., Master, L.L. & Albert, D.L. (2006) The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modelling methods. *Ecography*, **29**, 773–785.
- Pearson RG, Dawson TP, Berry PM et al. (2002) SPECIES: a spatial evaluation of climate impact on the envelope of species. *Ecological Modelling*, **154**, 289–300.
- Prentice, I.C. (1986) Vegetation response to past climatic variation. *Vegetatio*, **67**, 131–141.

Anexo1. Listado de especies de melioláceas utilizadas en el presente trabajo.

Especie	Código	Hospedero
Meliola agavicola	MELAGA	Agave shaferi, A. brittoniana
Meliola buxi	MELBUX	Buxus ekmanii
Meliola arnoldii	MELARN	Callicarpa crassinervis
Meliola caseariae-guianensis	MELCAS	Casearia crassinervis
Meliola zig-zag	MELZIG	Casearia aquifolia y C. sylvestris sub. myricoides
Irenopsis comocladiae	IRECOM	Comocladia intermedia
Meliola acristae var. coccothrinacis	MELACR	Copernicia gigas
Meliola subdentata	MELSUB	Dracaena cubensis
Meliola guatteriae	MELGUA	Guatteria cubensis
Meliola illisii	MELILL	Illicium cubense
Meliola asperipoda	MELASP	Jacaranda arborea
Meliola jatrophae	MELJAT	Jatropha angustifolia
Asteridiella aguariae	ASTAGU	Lyonia macrophylla
Meliola magnoliae	MELMAG	Magnolia cubensis subsp. acunae
Meliola tecomae	MELTEC	Spirotecoma apiculata
Asteridiella tapurae	ASTTAP	Tapura cubensis