

Diversidad beta entre Áreas Protegidas de Pinar del Río
Beta-diversity among protected areas of Pinar del Río

Magdiel Villate Gómez*

Doctor en Ciencias Forestales, investigador Auxiliar del Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba. Dirección Postal: Km 2½ Carretera a Luis Lazo, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. Teléfono: 48771697, magdielitovillategomez@gmail.com; **ID:** <http://orcid.org/0000-0001-9477-5234>

Enrique González Pendás

Máster en Ciencias Forestales, investigador Agregado del Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba. Dirección Postal: Km 2½ Carretera a Luis Lazo, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. Teléfono: 48703134, enrique@ecovida.cu; **ID:** <http://orcid.org/0000-0001-5058-7733>

Jorge Ferro Díaz

Doctor en Ciencias Forestales, investigador Auxiliar del Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba. Dirección Postal: Km 2½ Carretera a Luis Lazo, CP 20100. Teléfono: 48703134, jferro@ecovida.cu; **ID:** <http://orcid.org/0000-0001-8101-7442>

Vidal Pérez Hernández

Doctor en Ciencias Forestales, investigador Auxiliar del Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba. Dirección Postal: Km 2½ Carretera a Luis Lazo, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. Teléfono: 48703134, vidal@ecovida.cu; **ID:** <http://orcid.org/0000-0001-6793-296X>

Para citar este artículo/To reference this article/Para citar este artigo

Villate Gómez, M., González Pendás, E., Ferro Díaz, J. & Pérez Hernández, V. (2022). Diversidad beta entre Áreas Protegidas de Pinar del Río. *Avances*, 24(1), 20-31. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/668/1901>

Recibido: 18 de agosto de 2021

Aceptado: 25 de noviembre de 2021

RESUMEN

Pinar del Río posee un mosaico ecológico muy variado, 6 distritos fitogeográficos con una gran variedad de paisajes y formaciones vegetales, resaltando en ellos su alto endemismo

y biodiversidad. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del trabajo estuvo centrado en analizar la diversidad beta entre las áreas protegidas más relevantes de Pinar del Río,

comparando los pools de especies de plantas presentes en éstas y determinando la correlación que existe entre la diversidad beta que albergan y sus categorías restrictivas. Se realiza un análisis de conglomerados con matrices de presencia- ausencia, usando la métrica de Jaccard, tras la cual se puede apreciar como algunas áreas con fuertes categorías restrictivas tienen altos índices de similitud, mientras otras que no son tratadas de la misma manera albergan una elevada diversidad beta. El trabajo en general aporta información que puede ser usada para formar criterios en torno a las categorías de protección de espacios naturales, dejando en evidencia cómo algunos ecosistemas no son tratados con el debido nivel de atención en cuanto a los esfuerzos de conservación.

Palabras clave: áreas protegidas; diversidad beta; diversidad de diferenciación; pool de especies.

ABSTRACT

Pinar del Río, has a high ecological diversity, 6 phytogeographical

districts, with a great variety of landscapes and vegetal formations, been remarkable it high endemism, and biodiversity. In this work we analyze beta diversity among the more relevant protected areas of Pinar del Río, comparing plants species pool, occurring into them, to determine levels of differentiation and contrasting this beta diversity with their restrictive categories. For this is used the Jaccard metric in a cluster analysis with presence-absence matrixes. As a result, is shown that highly restricted areas are protecting very similar plants diversity, and others not treated at the same way, support a high beta diversity. This work provides information that could be take into account to forming criteria about natural spaces preservation, delivering clear evidences of how some ecosystems should be treated with more attention in terms of preservation.

Key words: protected areas; beta diversity; differentiation diversity; Species pool.

INTRODUCCIÓN

El archipiélago cubano es considerado como uno de los puntos más importantes de la biodiversidad mundial. Diversos factores que

influyen: la insularidad, la confluencia de biotas de diversos orígenes, su ubicación geográfica, alta variedad de suelos y rocas, entre otros, han traído

como resultado que actualmente se puedan encontrar casi 26000 especies terrestres excluyendo protozoos, algas y bacterias (Mancina *et al.*, 2017). Según González-Torres (2016) se encuentran alrededor de 7500 especies de plantas, lo que la ubica como el territorio insular más rico en plantas a nivel mundial, con un 53 % de endemismo, encontrándose entre las 7 islas de mayor porcentaje del planeta.

Las causas del endemismo tan alto en plantas en Cuba, pudieran estar dado en gran parte por la gran variedad de las áreas orográfica y edáficamente distintas, y el cambio abrupto de sustratos extremadamente diferentes, las cuales no solo interrumpieron las áreas de distribución de las especies, sino que provocaron el desarrollo de nuevos taxones para sustituir a otros que viven en ambientes distintos (Borhidi, 1996). Para López (2005) el relieve es la variable independiente que más se asocia con la distribución de la flora endémica cubana, lo cual lo atribuye a una correlación directa entre los relieves altos y el endemismo de especies. Los citados autores reconocen que el distrito Guane, es una fracción de lo que posteriormente será determinado por Urquiola, González y Novo (2010) como Sabaloense, a pesar de tener un relieve completamente llano,

constituye el noveno en cuanto a intensidad de especiación entre los 39 distritos descritos para todo el país. Esto ya había sido comentado anteriormente por Borhidi, (1996) cuando apuntaba que, en Cuba muchos géneros que viven en montañas altas, están representados por especies que crecen en alturas bajas o en las llanuras mismas (inversión ecológica).

En la provincia Pinar del Río confluyen todas las áreas fitogeográficas descritas por Borhidi (1996), como más favorables para la evolución de los endémicos, dígame Serpentinias, Arenas Blancas, Suelos Oligotróficos Amarillentos, Diente de Perro, Mogotes y Montañas relativamente altas. Este fenómeno nos lleva a pensar en un pool de especies muy grande para dicha provincia, debido a la gran cantidad de hábitat distintos que se pueden encontrar en el territorio, de acuerdo con la teoría de Hengevel *et al.*, (1967) que encuentra una relación directa entre el número de especies y la cantidad de hábitat disponibles.

Eriksson, (1993) plantea que un pool de especies es el set de especies disponibles en una región, que son ecológicamente capaces de crecer en un tipo de ambiente determinado.

Teniendo en cuenta que los enfoques para una adecuada

conservación de la diversidad biológica deben ser cada vez más integrales, que varios autores han enfatizado en el análisis de la diversidad beta para una correcta información de la conservación en espacios protegidos (Socular *et al.*, 2016; Jiekun *et al.*, 2020; Mckenzie *et al.*, 2021), se propuso como objetivo principal, analizar la diversidad de diferenciación (una de las dos formas de diversidad

beta según Jurasinski *et al.* (2009), quien la define como la comparación de la similitud de sitios) entre las áreas protegidas más relevantes de Pinar del Río desde el punto de vista florístico, para lo que se toman los pools de especies de plantas de estas áreas con el propósito de determinar la correlación que existe entre la diversidad beta que albergan y sus categorías restrictivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Se consideran para el análisis todas las áreas protegidas enmarcadas en la actual división político administrativa de Pinar del Río, así como otras que ya no lo

están pero que son administradas aún desde esta provincia (Figura 1). Se tuvo en cuenta aquellas que tuvieran algún listado florístico terrestre que superara las 100 especies.



Figura 1. Áreas protegidas de Pinar del Río.

Fuente: Catálogo de áreas protegidas de Cuba, Ruiz *et al.* (2019).

Leyenda: 1* Reserva Natural El Mulo, 2* Reserva Natural Las Peladas, 3* Parque Nacional Guanahacabibes, 4* Parque Nacional Cayos de San Felipe, 5* Parque Nacional Viñales, 8* Reserva Ecológica Los Pretiles, 9* Reserva Ecológica Sierra de la Güira, 10* Reserva Ecológica El Salón, 15* Elemento Natural Destacado Banco de San Antonio, 16* Elemento natural destacado Pan de Guajaibón, 21* Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar, 23* Reserva Florística Manejada San Marcos, 26* Refugio de Fauna Ciénaga de Lugones, 40* Área Protegida de Recursos Manejado Península de Guanahacabibes, 41* Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, 42* Área Protegida de Recursos Manejados Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario.

De manera inicial se toman los pools de especies de plantas de las nueve áreas protegidas más relevantes desde el punto de vista florístico en Pinar del Río, dígase: Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón (ENDPG), Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar (RFMSS), Reserva Ecológica Los Pretiles (RELPG), Reserva Natural Las Peladas (RNLP), Reserva Florística Manejada San Marcos (RFSM), Parque Nacional Guanahacabibes (PNG), Parque Nacional Viñales (PNV), Reserva Natural El Mulo (RNEM), Reserva Ecológica El Salón (REES), se forman matrices de presencia-ausencia de cada una de ellas, para las cuales se realiza un análisis de conglomerados jerárquicos, usando como método de aglomeración el vecino más próximo, y como métrica la de Jaccard, en IBM SPSS ver. 21.

Para confeccionar los pools de especies de plantas se usó el software *Phyllacanthus*, del Jardín Botánico de Pinar del Río, la base de datos del Herbario de dicha Institución, la ubicación de algunos taxones descritos por Urquiola *et al.* (2010), los criterios de González-Torres (2016), así como el propio criterio de los autores.

Todo ello se contrasta con las categorizaciones que se muestran de las áreas protegidas presentes en Pinar del Río según el sitio web del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Para el trabajo con la nomenclatura botánica se siguieron los criterios de Greuter y Rankin (2017).

Para la comparación entre el coeficiente de similitud y las categorías restrictivas, se toma como referencia los valores de la matriz de distancias, el valor de la sumatoria total de las distancias, excluyendo la distancia con ellas mismas, se aplica como coeficiente de disimilitud. Se asume que un coeficiente más bajo indica una mayor diversidad beta, las categorías fueron ordenadas de mayor a menor según el decreto ley 201 del sistema nacional de áreas protegidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar los pool de especies locales de plantas de las áreas protegidas en el análisis de conglomerados se puede observar (Figura 2) como el ENDPG forma un clúster individual, que resulta el de mayor diversidad beta, este sitio además de ser un punto aislado, posee una variedad de formaciones vegetales y cambios de sustrato, a lo largo de un gradiente altitudinal notable, que en la anterior distribución político-administrativa lo ubicaba como la mayor elevación de la provincia, además de presentar un buen estado de conservación según Ricardo y Oviedo (2008). La RFMSS y la RELP, forman también un clúster, estas áreas albergan ecosistemas sobre arenas de cuarzo y pertenecen al distrito Sabaloense, el cual, según González *et al.* (2018) ya había sido señalado como el distrito de mayor diversidad de diferenciación en la provincia.

Otro clúster lo forman la RNLP y la RFSM, probablemente por la presencia en ellas de afloramientos de serpentina y un último clúster agrupa al PNG y el PNV, ambos con floras adaptadas al sustrato de rendzinas sobre caliza, así como la RNEM y la REES. Estas dos últimas con floras prácticamente idénticas al menos

según la información disponible para el estudio.

En el análisis de conglomerados por áreas (Figura 2), se aprecia una alta diversidad beta de forma general entre todas las áreas, aunque es de remarcar que se repite lo ya planteado por González *et al.* (2018) en cuanto a la contradicción con la hipótesis de los pool de especies y la probable correspondencia entre el tamaño del pool de especies y su comportamiento a nivel regional, cuando se espera que un pool de especies mayor determine un efecto anidado sobre otros, así como lo planteado por López *et al.* (2005) cuando hace referencia al distrito Rosariense como el refugio de la flórula de Cuba occidental durante los procesos de extinciones masivas ocurridos en el archipiélago.

En la Figura 3 se aprecia como en el caso en cuestión, los pool de especies mayores, dígame PNV y PNG a pesar de estar en el clúster más amplio no reflejan un claro efecto anidado que se desprenda de alguno de ellos (Figura 2), a no ser el caso de las áreas RNEM Y REES que con una riqueza de especies muy similar presentan un nivel de similitud de especies también muy alto entre ellas, pero también se pudiera pensar en que sus floras

presenten cierto anidamiento con respecto a la del PNV, un área con mayor riqueza de especies relativamente cercana geográficamente, aunque para ello habría que hacer análisis más profundos de acuerdo a lo planteado por Calderón y Moreno (2019).

En cuanto a la relación entre el tamaño del pool de especies y la diversidad encontrada, podemos apreciar como el pool menor es el de mayor diversidad beta mientras que el mayor tiene más afinidades con otros y se encuentra en el clúster más amplio (Figura 3).

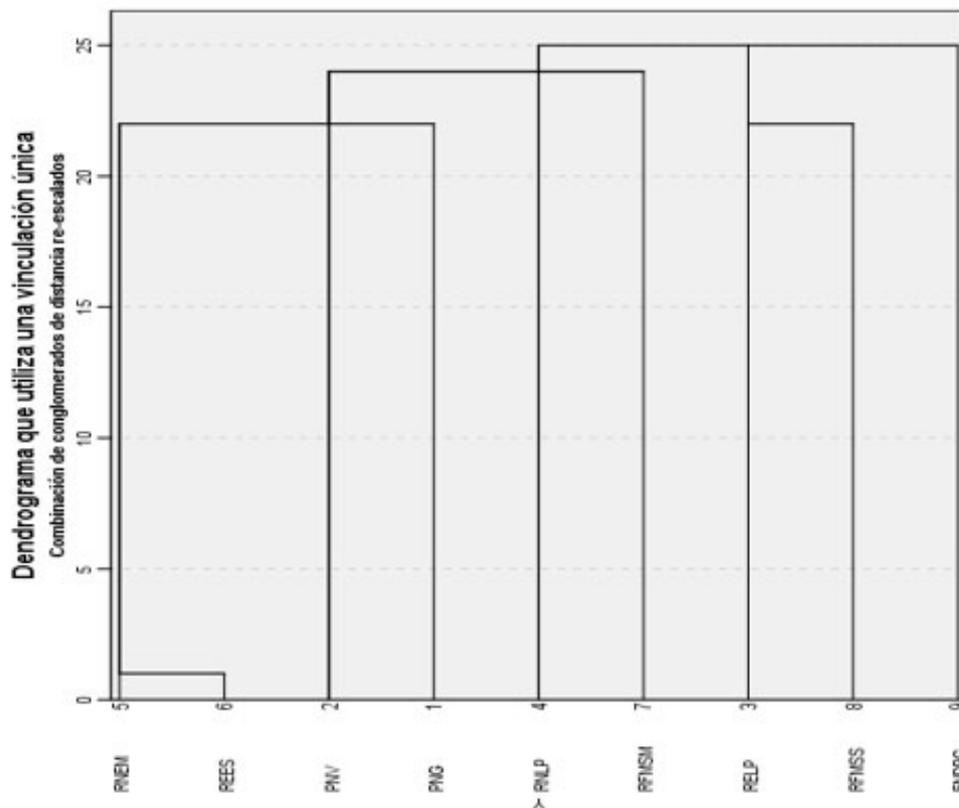


Figura 2. Dendrograma resultante de la comparación taxonómica del pool de especies de plantas entre áreas protegidas más relevantes desde el punto de vista florístico de Pinar del Río.

Leyenda: *ENDPG= elemento natural destacado Pan de Guajaibón, *RFMSS= Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar, *RELP= Reserva Ecológica Los Pretiles, *RFMSM= Reserva Florística San Marcos, *RNLP= Reserva Natural Las Peladas, *PNG= Parque Nacional Guanahacabibes, *PNV= Parque Nacional Viñales, *REES= Reserva Ecológica El Salón, *RNEM= Reserva Natural El Mulo.

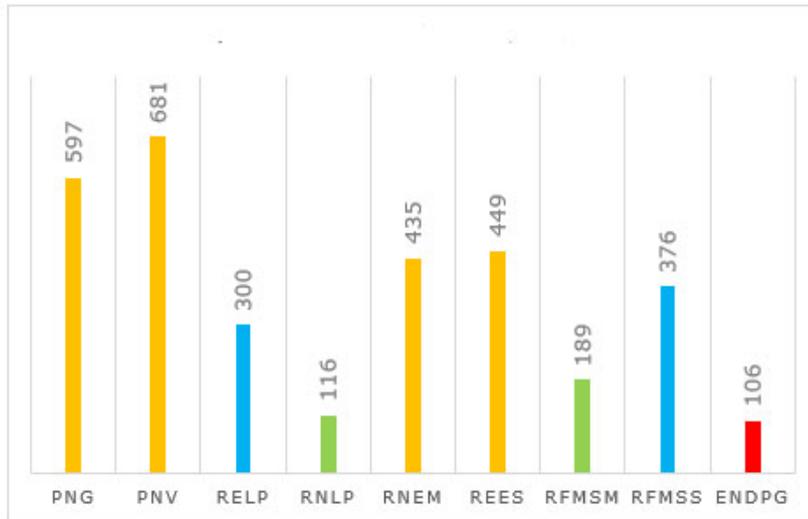


Figura 3. Pool de especies de plantas usadas en el análisis de conglomerados por áreas, los cambios de coloración indican clústeres distintos.

Leyenda: *ENDPG= elemento natural destacado Pan de Guajaibón, *RFMSS= Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar, *RELP= Reserva Ecológica Los Pretiles, *RFSM= Reserva Florística San Marcos, *RNLP= Reserva Natural Las Peladas, *PNG= Parque Nacional Guanahacabibes, *PNV= Parque Nacional Viñales, *REES= Reserva Ecológica El Salón, *RNEM= Reserva Natural El Mulo.

En la matriz de distancias (Tabla 1) resulta interesante como algunas áreas geográficamente cercanas, pueden tener o no cierta similitud en cuanto a su composición de especies, así entonces se puede apreciar que la RELP y La RFMSS que geográficamente están a menos de 100 km, del Parque Nacional Guanahacabibes, distancia a la cual según lo planteado por Bergamin *et al.* (2017) comienza a decaer el índice de similitud entre especies, presentan bajos coeficientes de similitud con este.

Por su parte el ENDPG a pesar de ser del distrito Rosariense al igual que la REES, la RNEM, la RNLP y estar a menos de 25 km (distancia que según Bergamin *et al.* (2017) debería garantizar una alta similitud de especies) de la RFMSM, con la cual además comparte una buena parte del mismo sustrato geológico, tampoco presentan los niveles de similitud que se esperaría entre ellos.

Tabla 1. Matriz de distancias resultante del análisis de conglomerados.
Fuente: SPSS

| Caso | Archivo matricial de entrada | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | PNG | PNV | RELP | RNLP | RNEM | REES | RFMSM | RFMSS | ENDP G |
| PNG | 1,000 | ,222 | ,085 | ,072 | ,189 | ,189 | ,109 | ,113 | ,019 |
| PNV | ,222 | 1,000 | ,042 | ,057 | ,224 | ,228 | ,122 | ,047 | ,019 |
| RELP | ,085 | ,042 | 1,000 | ,065 | ,085 | ,090 | ,107 | ,229 | ,002 |
| RNLP | ,072 | ,057 | ,065 | 1,000 | ,156 | ,150 | ,133 | ,045 | ,096 |
| RNEM | ,189 | ,224 | ,085 | ,156 | 1,000 | 1,000 | ,152 | ,105 | ,044 |
| REES | ,189 | ,228 | ,090 | ,150 | 1,000 | 1,000 | ,144 | ,102 | ,044 |
| RFMS M | ,109 | ,122 | ,107 | ,133 | ,152 | ,144 | 1,000 | ,065 | ,049 |
| RFMSS | ,113 | ,047 | ,229 | ,045 | ,105 | ,102 | ,065 | 1,000 | ,000 |
| ENDP G | ,019 | ,019 | ,002 | ,096 | ,044 | ,044 | ,049 | ,000 | 1,00 |

En cuanto a la relación que se establece entre la diversidad beta que alberga cada área y sus categorías restrictivas para la intensidad del manejo, se puede apreciar (Tabla 2) como no existe una relación directa para la generalidad de los casos y podemos encontrar áreas con una

diversidad beta alta y una categoría baja y viceversa, contrastando con lo planteado por Socolar *et al.* (2016) en cuanto a la necesidad de que en regiones con alto recambio de especies las áreas protegidas sean capaces de capturar estas variaciones y prevenir el riesgo de pérdida de especies.

Tabla 2. Relación entre la diversidad beta que albergan las áreas y sus categorías restrictivas de manejo.

| Áreas | Coefficiente de disimilitud | Categoría |
|--------------|------------------------------------|------------------|
| RNLP | 0.774 | 5 |
| RNEM | 1.955 | 5 |
| PNG | 0.809 | 4 |
| PNV | 0.961 | 4 |
| RELP | 0.705 | 3 |
| REES | 1.947 | 3 |
| ENDPG | 0.273 | 2 |
| RFMSS | 0.706 | 1 |
| RFMSM | 0.881 | 1 |

Se recomienda, analizar la posibilidad de realizar cambios de categorías hacia otras de mayor grado de restricción para las actuales Reservas Florísticas Manejadas

Sabanalamar-San Ubaldo y Reserva Ecológica Los Pretiles, así como la creación o ampliación de otras que incluyan a los ecosistemas de Alturas de Pizarras.

CONCLUSIONES

El elemento natural destacado Pan de Guajaibón resulta ser el área más beta diversa en nuestro análisis.

Los Parque Nacionales Viñales y Guanahacabibes, que ostentan la segunda más alta categoría de conservación de áreas protegidas en nuestro país, resguardan recursos genéticos muy similares, guardando también distancias cercanas con una Reserva Natural y una Reserva

Ecológica, mientras que los ecosistemas sobre arenas cuarcíticas, con biotas tan distintivas y beta-diversas, poseen categorías de menor escala restrictiva.

Casos como el elemento natural destacado Pan de Guajaibón y la Reserva Natural Las Peladas albergan una diversidad beta muy alta a pesar de contener pools de especies relativamente pequeños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bergamin, R., Bastazini, V., Vélez-Martin, E., Debastiani, V.,

Zanini, K., Loyola, R., & Müller, S. (2017). Linking beta

- diversity patterns to protected areas: lessons from the Brazilian Atlantic Rainforest. *Biodiversity and Conservation*, 26, 1557-1568, <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1315-y>
- Borhidi, A. (1996). *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Budapest: Akadémiai Kiadó. ISBN 963-05-6956-6
- Calderón J.M. & Moreno C.E. (2019). Diversidad beta basada en índices de disimilitud: Su partición en componentes de recambio y diferencias en riqueza. En: Moreno, C. E. (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México. pp. 203-222.
- Eriksson, O. (1993). The species-pool hypothesis and plant community diversity. *Oikos*, 68, 371–374.
- González-Torres, L. R., Palmarola, A., González Oliva, L., Bécquer, E. R., Testé, E. & Barrios, D. (eds.). (2016). Lista roja de la Flora de Cuba. *Bissea*, 10(NE 1), 1-352.
- González, E., García, L.Y., Ferro, J. & Pérez, V. (2018). Diversidad de diferenciación entre los pools de especies de plantas, anfibios y reptiles de los distritos fitogeográficos de Pinar del Rio. *Revista ECOVIDA*, 8(2). <https://revistaecovida.upr.edu/cu/index.php/ecovida/article/view/141/html>
- Greuter, W., & Rankin, R. (2017). *Plantas vasculares de Cuba. Inventario preliminar*. Segunda edición, actualizada, de Espermatófitos de Cuba con inclusión de los Pteridófitos. Berlin Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin; La Habana: Jardín Botánico Nacional; Universidad de La Habana.
- Hengeveld, R., MacArthur, R.H., & Wilson, E.O. (1967, reprinted 2001). The Theory of Island Biogeography. *Acta Biotheor* 50, 133-136.
- Jiekun, H., Siliang L., Fanmao, K., Jiehua, Y., Hua, Z., & Haisheng, J. (2020). Determinants of the beta diversity of tree species in tropical forests: Implications for biodiversity conservation. *Science of The Total Environment*, 704. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135301>
- Jurasinski, G., Retzer, V., & Beierkuhnlein, C. (2009). Inventory, differentiation, and proportional diversity: a consistent terminology for

- quantifying species diversity. *Oecología*, 159, 15-26.
- López-Almirall, A. (2005). *Nueva perspectiva para la regionalización fitogeográfica de Cuba: Definición de los sectores*. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. ISBN: 970-32-2509-8.
- Mancina, C. A., Fernández de Arcila, R., Cruz Flores, D. D., Castañeira Colomé, M. A. & González Rossell, A. (2017). Diversidad biológica terrestre de Cuba. Pp. 8-25. En: Mancina, C. A. y Cruz, D. D. (Eds.). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. La Habana: AMA. 502 pp.
- Mckenzie, P., Iacona, G., Larson, E., Armsworth, P. (2021). Partitioning tree diversity patterns to prioritize conservation investments. *Environmental Conservation*, 48(2), 75-83. <https://doi.org/10.1017/S0376892921000060>
- Ricardo, N. & Oviedo, R. (2008). Flora y vegetación de Mil Cumbres, Pinar del Río, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 199, 26-38.
- Ruiz, I., Hernández, J. & Ruiz, E. (2019). Catálogo de las áreas protegidas de Cuba. En: I. Ruiz (ed.). *Las áreas protegidas de Cuba*. Centro Nacional de Áreas Protegidas. 386 pp
- Socolar, J. B., Gilroy, J. J., Kunin, W. E. & Edwards, D.P. (2016) How Should Beta-Diversity Inform Biodiversity Conservation?. *Trends in Ecology and Evolution*, 31(1), 67-80.
- Urquiola, A. J., González, L. & Novo, R. (2010). *Libro rojo de la flora vascular de la provincia de Pinar del Río*. Cuba: Universidad de Alicante. 457 pp.

Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license