

Título

Melany Karina Ogando Matos *Estudiante, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)*

Resumen del manuscrito

Keywords: palabra clave 1, palabra clave 2

1 Introducción

Conocer la dispersion y las formas de agrupamiento de los individuos de una especie, es necesario para su conservacion (Condit et al., 1996, Hubbell & Foster (1992)). Las especies no son las mismas en todos los lugares, y estos patrones de variación, en cada uno de los niveles de diversidad: genes, especies y ecosistemas, es el objeto de estudio de la biogeografía. Su objetivo es caracterizar la distribucion de las especies en la actualidad y la variacion geografica de la diversidad en términos de la interacción de los organismos con su ambiente (Lomolino, Riddle, Whittaker, & Brown, 2010). La similitud es una medida simple de la similitud de especies y sus abundancias. Es convencional decir que es lo mismo alta diversidad con alta homogeneidad, lo que es equivalente a poca dominancia (Magurran, 2004).

Los patrones de biodiversidad son el resultado de la combinacion de los procesos internos de la comunidad de plantas y las condiciones externas del ambiente (Sang & Bai, 2008). Por ejemplo, la cantidad de nitrogeno en el suelo puede ser asumida como una limitante directa en la distribucion de las especies de plantas (Lange, Nobel, Osmond, & Ziegler, 2013). Numerosas especies de la familia Chrysobalanaceae poseen preferencia por suelos húmedos (Regional Conservation (2020), Future (2021), C. Sothers, Prance, Buerki, De Kok, & Chase (2014), Grandtner & Chevrette (2013)). Esta es una familia de plantas de distribucion pantropical, y cuenta con 18 géneros con 531 especies que se encuentra un 80% en el neotrópico. (G. Prance, 2014, Bardon et al. (2013)).

Las especies de Chrysobalanaceae son utilizadas de maneras distintas para el tratamiento y como medicina de algunas enfermedades como la malaria, epilepsia, diarrea y diabetes (Feitosa, Xavier, & Randau, 2012). Sus usos son frecuentes en la región africana y suramericana, donde son más abundantes (Feitosa et al., 2012). Posee diferentes usos como: El aceite de sus frutos para pinturas y barnices, tambien su madera como material de construccion, combustible y carbón. Ademas es utilizada mezclada con arcilla para hacer vasijas de barro (G. Prance, 2014).

La parcela permanente de la isla de Barro Colorado es una reserva de investigacion biologica a cargo del Smithsonian Tropical Research Institute (Croat, 1978).

Segun Condit (1998) la distribucion de *Hirtella americana* en la parcela permanente de BCI se encuentra de manera irregular en pequeñas areas aisladas. Sin embargo, los estudios realizados no han demostrado que esta irregularidad se deba a variables ambientales. Croat (1978) menciona que *Hirtella americana* es una de las especies mayor representadas por su densidad en este bosque.

Con el motivo de aplicar estudios de ecología numérica y aprender a utilizarlos en futuras investigaciones, además de descubrir si existen patrones de correlación entre la familia de plantas Chrysobalanaceae y algunas variables ambientales, esta investigación tiene como objetivos cono-

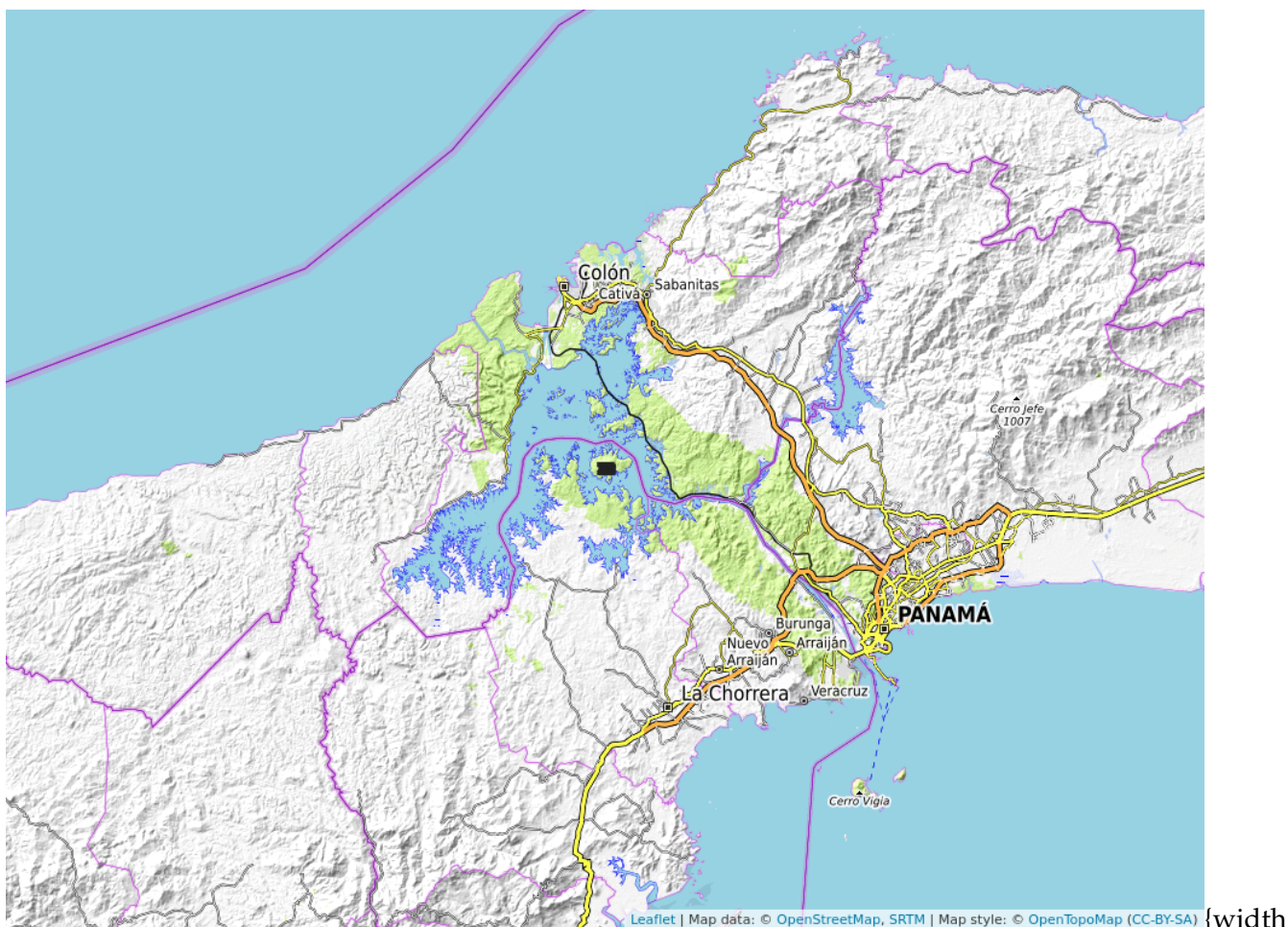
cer la distribución espacial de las especies de la familia Chrysobalanaceae, conocer si se agrupan en grupos discontinuos en función de su composición, y reconocer si estos patrones se encuentran relacionados con alguna variable ambiental. Además de identificar, en caso de que existan, las tendencias de ordenación de la especies de Chrysobalanaceae representadas en BCI y su correspondencia con las variables del ambiente. Este estudio busca estimar la riqueza de la familia Chrysobalanaceae en la parcela permanente de Barro Colorado Island y descubrir la relación entre la diversidad alpha y las variables ambientales, además de la relación de las especies con la diversidad beta. También identificar si los modelos de distribución de especies predicen la ocurrencia de las especies representadas en el estudio.

Para realizar un estudio a fondo de la correlación entre esta familia y las variables ambientales era necesario realizar múltiples análisis de ecología numérica, por esta razón se realizaron análisis de agrupamiento, técnicas de ordenación, análisis de diversidad y ecología espacial. Ya que cada uno responde a distintas preguntas de investigación. Este estudio intenta resumir los patrones de diversidad asociados a la familia Chrysobalanaceae en la parcela permanente de BCI.

2 Metodología

2.1 Obtención de los datos

Los datos fueron obtenidos del censo realizado durante el 2010 por el Smithsonian Tropical Research Institute en la parcela permanente de Barro Colorado Island en el lago Gatún, Panamá (S. Hubbell, Condit, & Foster, 2010). En este censo, se contabilizaron todos los árboles con troncos de al menos 10mm de Diámetro de Altura de Pecho, y estos fueron identificados y marcados. Esta parcela cuenta con 50 hectáreas dividida en 50 cuadros de 1 hectárea cada una.



= 80%}

Los datos utilizados en esta investigación fueron administrados a través del repositorio Batlle (2020). Estos datos continen la matriz de comunidad y la matriz ambiental. En la matriz de comunidad se extrajeron los datos de la familia Chrysobalanaceae.

2.2 *Análisis estadístico*

Para conocer los patrones de agrupamiento según la composición de especies de Chrysobalanaceae se realizó un análisis de agrupamiento tomando en consideración cuatro técnicas jerárquicas y aglomerativas (Borcard, Gillet, Legendre, & others, 2011, Krebs (2014)), las cuales fueron: por enlace simple, por enlace completo, por enlace promedio (UPGMA) y por el método de Ward. Los datos de la matriz de comunidad fueron normalizados y se calculó la distancia euclídea, para luego proceder a realizar las técnicas de agrupamiento.

Para conocer el patrón de organización de la familia Chrysobalanaceae y seleccionar el dendrograma que mejor explica las relaciones entre las especies de esta familia, se realizaron pruebas de distancia cofenética; y para conocer el número de grupos óptimo se calculó la anchura de siluetas. Por medio de Bootstrap multiescalar se revisaron los datos obtenidos en los métodos anteriores. Para evaluar la relación de los grupos obtenidos con las variables ambientales se utilizó una prueba de igualdad de promedios por t student y la prueba no paramétrica de la suma de rangos de Wilcoxon (medianas). Además, se realizó un análisis de especies indicadoras mediante

la prueba de IndVal y un análisis de especies con preferencia por hábitat mediante el coeficiente de correlación biserial puntual (Phi).

Las técnicas de ordenación consisten en colocar objetos o variables en un espacio donde cada uno representa una dimensión (Borcard et al., 2011). Los gráficos generados mediante estos análisis muestran una relación ordenada de las variables formando un diagrama de dispersión (Legendre & Legendre, 2012, Legendre & Gallagher (2001)).

A fin de detectar las tendencias de ordenación de las especies de la familia Chrysobalanaceae se utilizaron diferentes técnicas de tipo restringida y no restringida. El análisis de componentes principales (PCA) se realizó para variables ambientales utilizando solo las variables numéricas y escalándolas a puntuaciones Z para generar una matriz de correlaciones; para las variables de la matriz de comunidad los datos fueron transformados basados en Hellinger. El análisis de correspondencia (CA) se realizó calculando las distancias de los objetos en CHI cuadrado. Y por último, se realizó un análisis de coordenadas principales (PCoA) con promedios ponderados calculando la distancia Bray-curtis entre los objetos.

Las técnicas de ordenación restringida utilizadas fueron Análisis de redundancia (RDA) utilizando una matriz transformada a Hellinger y análisis de correspondencia canónica (CCA).

Los análisis fueron realizados en la consola de RStudio (R Core Team, 2020) administrada por José Ramón Martínez Batlle. Para acceder a la consola se realizó mediante el navegador Google Chrome en una computadora personal de prestaciones básicas.

3 Resultados

La familia Chrysobalanaceae se encuentra representada en BCI por un total de 4,821 individuos formada por las especies *Hirtella americana*, *Hirtella triandra*, *Licania platypus* y *Licania hypoleuca* (/ref{tab:tabla_abun}). La especie más abundante fue *Hirtella triandra*, que representa un 90% de la composición de la familia en BCI.

[Tabla de abundancias de las especies de Chrysobalanaceae en BCI] | Especie | Abundancia
| |-----|-----| | *Hirtella triandra* | 4408 | | *Licania platypus* | 251 | | *Licania hypoleuca* | 141 | | *Hirtella americana* | 21 |

Los análisis de agrupamiento por medio de las cuatro técnicas mostraron grupos similares, con un grupo consistente en todas las técnicas formado por los sitios 24, 25, 29 y 30. Los dendrogramas que mostraron mayor correlación cofenética fueron los creados por los métodos de enlace completo y enlace promedio (UPGMA). El número de grupos obtenido mediante el cálculo de anchura de silueta fue de dos para los dendrogramas generados por enlace completo, por enlace promedio (UPGMA) y por Ward.

El mapa de calor generado para los dendrogramas muestra ligeramente la apariencia de tres grupos, sin embargo el análisis mediante bootstrap multiescalar refuerza la partición en solo dos grupos para UPGMA, Ward y por enlace completo. Ya que los dendrogramas generados por UPGMA y por enlace completo mostraron resultados muy similares, los dendrogramas utilizados para posteriores análisis fueron los generados por medio de agrupamiento por enlace completo y Ward para dos grupos óptimos 1. El grupo uno formado por 46 sitios y el grupo dos formado por 4 sitios 2.

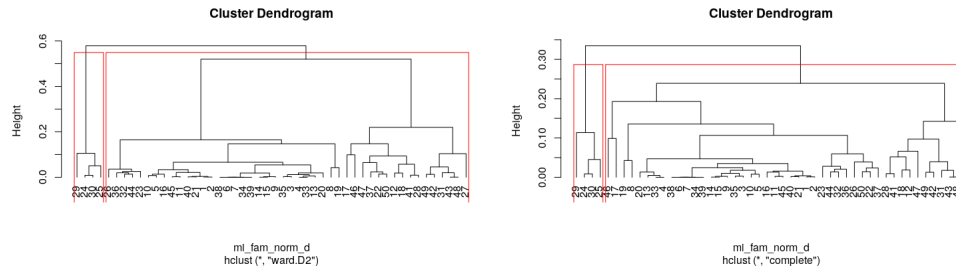


Figure 1: Dendrogramas generados por análisis de agrupamiento

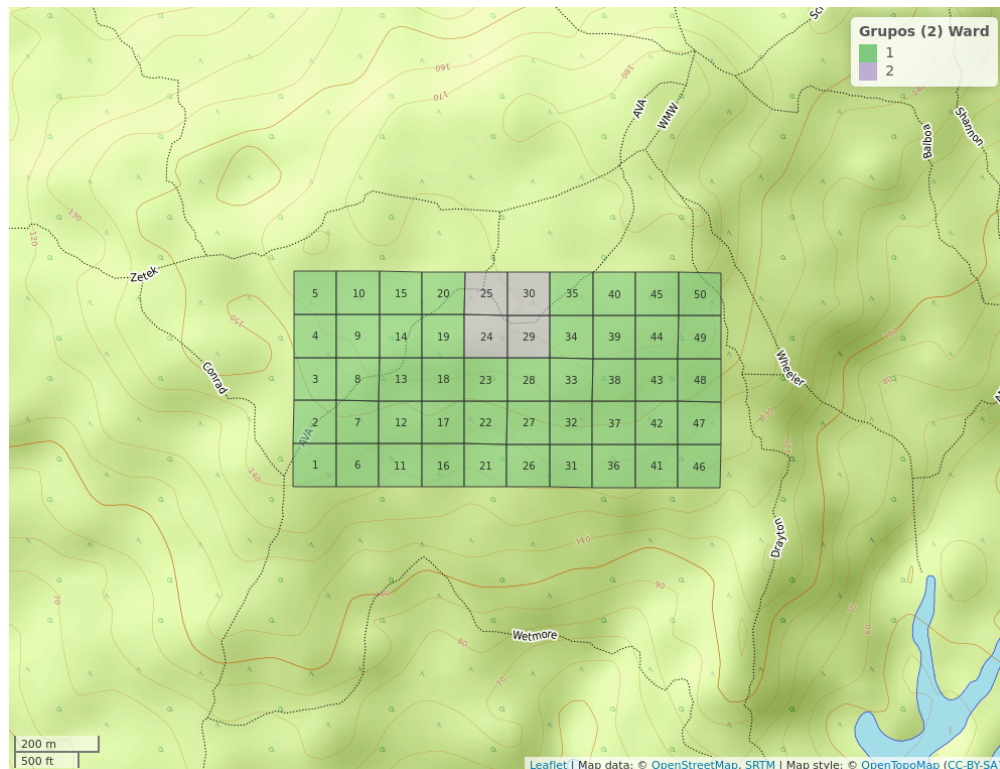


Figure 2: Mapa según grupos generados por análisis de agrupamiento

Las pruebas de igualdad de promedios realizadas por medio de t-student y la suma de rangos de Wilcoxon mostró que las variables heterogeneidad ambiental, Nitrógeno y elevación media muestran relación significativa con los grupos formados por medio del análisis de agrupamiento.

Los análisis de especies indicadoras o con preferencia por determinados hábitats dio como resultado que *Licania hypoleuca* parece ser una especie indicadora para el grupo 2 (formado por los sitios 24, 25, 29 y 30).

Los técnicas de ordenación realizadas mediante análisis de componentes principales para datos de variables ambientales dio como resultado que los sitios según las variables de suelo se asocian en dos grupos distintivos, sin embargo estos grupos no se corresponden con los generados por medio del análisis de agrupamiento.

<!-- Insertar grafico de variables de suelo grupos y variables de de suelo por complete grupos.

<!-- El análisis de componentes principales aplicado a la matriz de comunidad muestra la

relación de *Licania hypoleuca* con los sitios del grupo 2 del análisis de agrupamiento generado por enlace completo, al igual que el análisis de correspondencia. Esta especie parece asociarse con la presencia de Aluminio o Manganese (Verificar). <!-- El biplot generado por PCA señala que los sitios del grupo 2 tienen una relación con las variables ambientales (las que tengan 3).

<!-- Insertar grafico de PCA para datos de comunidad

Los resultados del análisis de coordenadas principales (PCoA) con promedios ponderados no mostró resultados convincentes, por lo que fueron excluidos del estudio.

4 Discusión

La composición de especies de la familia Chrysobalanaceae en BCI no parece organizarse en patrones discontinuos, aunque los análisis de agrupamiento muestran un grupo formado por los sitios 24, 25, 29 y 30 que se caracteriza por la abundancia de *Licania hypoleuca*.

<!-- Porque Hirtella triandra es mas abundante que las demas. Porque el grupo de 4 sitios es consistente.

5 Agradecimientos

6 Información de soporte

7 Script reproducible

Referencias

Bardon, L., Chamagne, J., Dexter, K. G., Sothers, C. A., Prance, G. T., & Chave, J. (2013). Origin and evolution of chrysobalanaceae: Insights into the evolution of plants in the neotropics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 171(1), 19–37.

Battle, J. R. M. (2020). biogeografia-master/scripts-de-analisis-BCI: Long coding sessions (Version v0.0.0.9000). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4402362>

Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P., & others. (2011). *Numerical ecology with r* (Vol. 2). Springer.

Condit, R. (1998). *Tropical forest census plots: Methods and results from barro colorado island, panama and a comparison with other plots*. Springer Science & Business Media.

Condit, R., Hubbell, S. P., Lafrankie, J. V., Sukumar, R., Manokaran, N., Foster, R. B., & Ashton, P. S. (1996). Species-area and species-individual relationships for tropical trees: A comparison of three 50-ha plots. *Journal of Ecology*, 549–562.

Croat, T. B. (1978). *Flora of barro colorado island*. Stanford University Press.

Feitosa, E. A., Xavier, H. S., & Randau, K. P. (2012). Chrysobalanaceae: Traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(5), 1181–1186.

Future, P. for a. (2021). *Licania rigida* (benth). Retrieved November 11, 2021, from <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Licania+rigida>

Grandtner, M. M., & Chevrette, J. (2013). *Dictionary of trees, volume 2: South america: Nomenclature, taxonomy and ecology*. Academic Press.

Hubbell, S. P., & Foster, R. B. (1992). Short-term dynamics of a neotropical forest: Why ecological research matters to tropical conservation and management. *Oikos*, 48–61.

Hubbell, S., Condit, R., & Foster, R. (2010). Forest census plot on barro colorado island. Retrieved November 30),, from <http://ctfs.si.edu/webatlas/datasets/bci/>

Krebs, C. J. (2014). *Ecological methodology* (3rd ed.).

Lange, O. L., Nobel, P. S., Osmond, C. B., & Ziegler, H. (2013). *Physiological plant ecology iii:*

Responses to the chemical and biological environment (Vol. 12). Springer Science & Business Media.

Legendre, P., & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129(2), 271–280.

Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology*. Elsevier.

Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Whittaker, R. J., & Brown, J. H. (2010). *Biogeography*.

Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. 2004. *Malden: Blackwell*.

Prance, G. (2014). Chrysobalanaceae. In *Flowering plants. eudicots* (pp. 19–28). Springer.

R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. Retrieved from <https://www.R-project.org/>

Regional Conservation, T. I. for. (2020). Chrysobalanus icaco, chrysobalanaceae. Retrieved November 11, 2021, from <https://regionalconservation.org/beta/nfyn/plantdetail.asp?tx=Chryicac&tx=Chryicac>

Sang, W., & Bai, F. (2008). Vascular diversity patterns of forest ecosystem before and after a 43-year interval under changing climate conditions in the changbaishan nature reserve, northeastern china. In *Forest ecology* (pp. 115–130). Springer.

Sothers, C., Prance, G. T., Buerki, S., De Kok, R., & Chase, M. W. (2014). Taxonomic novelties in neotropical chrysobalanaceae: Towards a monophyletic couepia. *Phytotaxa*, 172(2), 176–200.