

**Interacciones positivas entre plantas, en Pinares sobre arenas de cuarzo de  
Santa Teresa**

*Positive interactions among plants, in pine of Santa Teresa quartz sands*

**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: <https://orcid.org/0000-0001-5058-7733>

**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, magdiel@ceprodeso.vega.inf.cu; ID: <https://orcid.org/0000-0001-9477-5234>

**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: <https://orcid.org/0000-0001-6793-296X>

**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: <https://orcid.org/0000-0001-8101-7442>

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

González, E., Villate, M., Pérez, V. y Ferro, J. (2020). Interacciones positivas entre plantas, en Pinares sobre arenas de cuarzo de Santa Teresa. *Avances*, 22(4), 552-562. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/569/1632>

**Recibido:** 24 de abril de 2020  
**Aceptado:** 27 de agosto de 2020

## RESUMEN

Con el objetivo de demostrar la existencia del efecto nodriza como rector de las interacciones positivas entre plantas en el sector de Santa Teresa, perteneciente a la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar, Pinar del Río, Cuba, se realizó una investigación en un pinar abierto con palmas sobre arenas de cuarzo. Se trazaron seis transeptos lineales paralelos de 100 m, en ellos, se efectuó un registro general de la flora, la cobertura se estimó siguiendo el método de la línea transepta; Los valores medios de la riqueza de especies para los taxones bajo nodrizas se compararon con los que se encuentran en espacios abiertos. Se determinó qué plantas reclutan mejor a otras especies. Se compararon algunos parámetros en plántulas de pino bajo el dosel de *Lyonia myrtilloides* Griseb. y en espacios abiertos. Como resultado, se ofreció un árbol filogenético de la comunidad de plantas, mostrando una alta filodiversidad, quedando comprobado que los valores medios de riqueza y abundancia de especies bajo las nodrizas, son más altos que los que ocurren en espacios abiertos, y también que las plántulas de pino que crecen bajo el dosel de *Lyonia myrtilloides* Griseb., alcanzaron un mejor desarrollo que en espacios abiertos, comportamiento típico para el proceso de facilitación en ambientes extremos.

**Palabras clave:** facilitación, plantas nodrizas, interacciones positivas, arenas de cuarzo.

## ABSTRACT

With the aim of demonstrating the existence of the nurse effect as the guiding force of positive interactions between plants in the Santa Teresa sector, belonging to the San Ubaldo-Sabanalamar Managed Floristic Reserve, Pinar del Río, Cuba, an investigation was carried out in an open pine forest with palms on quartz sands. Six parallel linear transects of 100 m were drawn, in them, a general registry of the flora was made, the coverage was estimated following the method of the transept line; The mean values of species richness for the low nurse taxa were compared with those found in open spaces. It was determined which plants better recruit other species. Some parameters were compared in pine seedlings under the *Lyonia myrtilloides* Griseb canopy. and in open spaces. As a result, a phylogenetic tree of the plant community was offered, showing a high phylodiversity, being verified that the mean values of richness and abundance of species under the nurses are higher than those that occur in open spaces, and also that the Pine seedlings growing under the *Lyonia myrtilloides* Griseb. canopy, reached a better development than in open spaces, typical behavior for the facilitation process in extreme environments.

**Key words:** facilitation, nurse plants, positive interactions, quartz sands.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, los ecologistas comunitarios asignaron a la competencia el papel principal en la coexistencia de especies, atribuible a este paradigma (Darwin, 1859). Quien, basado en la teoría de Malthus, asumió la denso-dependencia como la conexión lógica del mecanismo universal de selección natural (Den Boer, 1986). Tradicionalmente se consideró que las interacciones negativas entre especies de plantas eran la fuerza modeladora de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, mientras las interacciones positivas eran de poca importancia en ese sentido. Dicha visión ha cambiado en las últimas décadas y actualmente se considera que las interacciones de tipo positivo, también juegan un papel importante para la estructuración y el funcionamiento de los ecosistemas (Lasso-Rivas, 2015).

Las interacciones positivas tienen efectos estructuradores de la comunidad (Valiente-Banuet y Verdú 2007), y son comúnmente relevantes en ambientes áridos (Valiente-Banuet et al. 2006), las plantas nodrizas proporcionan refugio, para especies distintas en ecosistemas semiáridos según (O'Brien *et al.*, 2017). En el mismo sentido, (Tirado & Pugnaire 2005; Verdú & Valiente-Banuet, 2008), señalan que la facilitación ha sido expuesta repetidamente como un importante mecanismo de estructuración en comunidades de plantas bajo condiciones estresantes. Para el caso de

Cuba Oviedo *et al.* (2014), exponen la facilitación como un mecanismo para preservar la diversidad de plantas en las serpentinas del centro de Cuba. La Reserva Florística Manejada San Ubaldo - Sabanalamar, ubicada en la parte más occidental de Cuba, en la provincia de Pinar del Río, es una de las tres, que en el occidente de Cuba representa la gestión de la conservación de ecosistemas sobre arenas de cuarzo (González *et al.*, 2017). El sector de Santa Teresa se identifica como depósitos de arena de cuarzo de alta pureza de origen aluvial deltaico (Estévez *et al.*, 2013).

De acuerdo con Novo y Luis (1989), esta área se caracteriza por altas temperaturas, evapotranspiración y radiación solar, así como por las variaciones estacionales de la humedad en la superficie del suelo, debido a la dinámica de la lluvia, que es predominantemente arenosa y de alta temperatura. La acidez, debido a su alto contenido de minerales de cuarzo y arcilla, también tiene un contenido muy bajo de nutrientes.

Esta alternancia de estaciones secas y húmedas contribuye a condiciones extremas para la biota (Borhidi, 1996). Por un lado inundaciones durante el período húmedo; y por otro lado, en el período seco, la friabilidad de las arenas hace que el agua se deslice rápidamente. Es por eso que la mayoría de las especies en el área son anuales o bienales y estos

ecosistemas extremos se convierten en parches de alto endemismo (Urquiola, 1987).

La vegetación de este tipo de áreas está representada por pinares abiertos y sabanas seminaturales con palmas, además de diversas lagunas con su propia vegetación asociada (Ricardo *et al.* 2009), prevalecen los arbustos, con una alta ocurrencia de herbáceas dependiendo del nivel de antropización; También en lugares bien conservados, se observan parches de arena abiertos entre los grupos aislados de arbustos y pinos (González *et al.*, 2017).

En una investigación anterior González *et al.* (2017), mostraron algunas evidencias de la facilitación como un proceso ecológico dominante en otro sector de esta área. La facilitación es una interacción ecológica que se produce entre una planta nodriza, con capacidad de colonizar un ambiente severo y modificar el microambiente bajo su copa, y sus especies beneficiarias, menos tolerantes al

estrés ambiental, que crecen bajo la nodriza. Las diferencias en el nicho de establecimiento entre nodrizas y facilitadas supone que las especies que interactúan mediante la facilitación poseen rasgos funcionales diferentes, lo que les permite coexistir. A escala de paisaje, esto incrementa la diversidad (Navarro-Cano *et al.*, 2019). Conocer las interacciones entre los componentes clave y otros organismos es necesario para conservar la biodiversidad y poder predecir el comportamiento de los ecosistemas frente a los cambios ambientales y la acción del hombre (Cavallero *et al.*, 2014).

Por todo lo anterior se decide como objetivo demostrar la existencia del efecto nodriza como rector de las interacciones entre las plantas de estas regiones, lo que puede ser considerado como base para una conservación más integral de estos ecosistemas tan peculiares de la geografía cubana.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó, en el Sector Santa Teresa de la Reserva Florística Manejada San Ubaldo- Sabanalamar, Pinar del Río, Cuba (*Figura 1*), se trazan seis transectos paralelos de 100 m cada uno siguiendo los criterios de (Oviedo *et al.*, 2014). La estimación de la cobertura vegetal y el registro de toda la vegetación se realizó utilizando el método de línea transepta (Canfield, 1941). Para definir las plantas, que actúan como nodrizas, los

autores, asumen aquellas plantas que tienen más de 1 m de altura y más de 1,5 m de cobertura. Cada nodriza se consideró como un parche, así como los grupos compactos de plantas de la misma especie, para asumir que funcionan como una sola, además de que se registraron los espacios abiertos, siguiendo los enfoques de (Oviedo *et al.*, 2014). Se considera como patrones para la comparación entre parches de especies múltiples con

respecto a los espacios abiertos, el rango de riqueza de especies y los valores medios de la riqueza de especies. Las distancias filogenéticas se calculan a partir de un mega árbol, con la ayuda del programa Phylomatic, versión 4.2 Phylocom (Webb et al., 2005). El árbol filogenético de la comunidad, se obtiene al hacer coincidir los nombres de las familias de plantas, registradas en el lugar de estudio, con las incluidas en un mega árbol de angiospermas que se usa en Phylomatic (R20120829.new), basado en (Stevens, 2001). Las estimaciones de las edades en las familias de plantas se usan para fechar el árbol, según (Wikstrom et al. 2001) y

se aplica el algoritmo de Bladj que distribuye nodos sin fechas uniformes, entre los nodos de edades conocidas según (Webb et al., 2005). Para determinar la coocurrencia interspecifica se utilizó el algoritmo C-score Stone & Roberts (1990) del software Ecosim version 7.0 (Gotelli & Entsminger, 2001).

Se lleva a cabo un experimento de campo para medir la altura y el diámetro de la base en juveniles de *Pinus caribaea* Morelet. y *Pinus tropicalis* Morelet. Unos bajo el dosel de *L. myrtilloides* y otros ubicados en espacios abiertos, con dos mediciones en el espacio de un año.

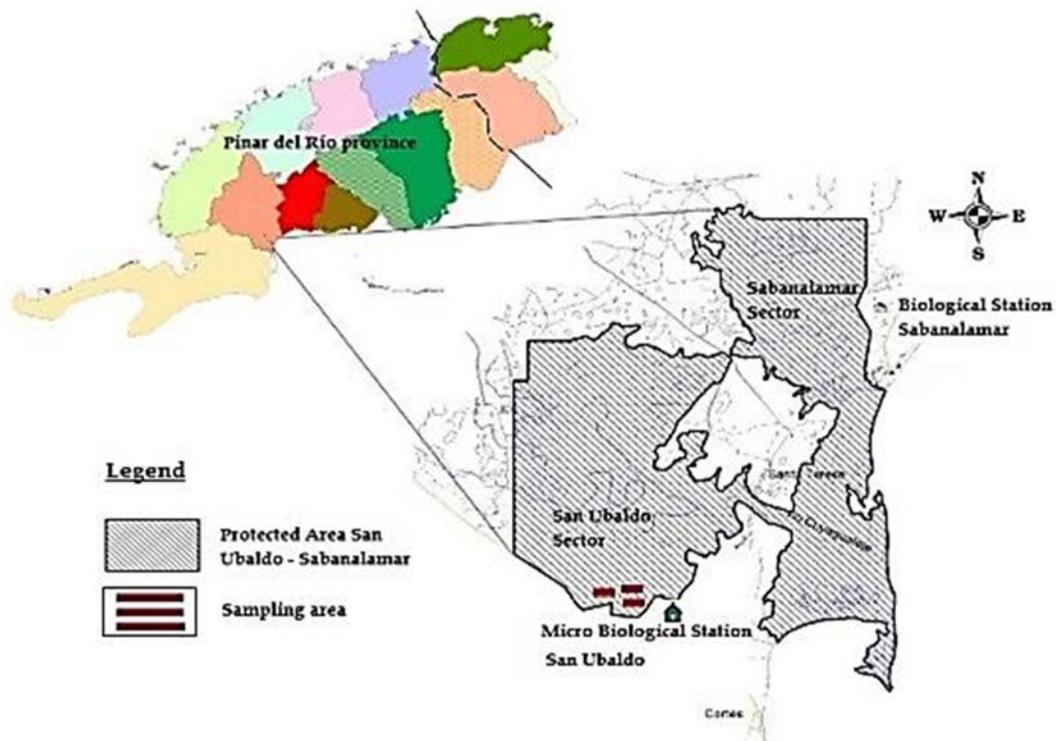


Figura. 1. Área estudiada

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron registrados 1206 individuos, pertenecientes a 33 especies, de 30 géneros y 27 familias (Figura 2). El 75 % de los individuos viven espacialmente agregados con otras especies, formando un total de 17 parches multiespecies. Por otro lado, (25 %) vive en los 15 espacios abiertos registrados (Figura 3). Al analizar la proporcionalidad entre las categorías taxonómicas, en la evaluación de la estructura filogenética realizada, se determina que no existe una estructura anidada, como se observa en otras comunidades con un entorno menos extremo dominado por el proceso de competencia, según Pausas y Verdú (2010). Es importante tener en cuenta que

si bien aparecen nuevas especies durante el muestreo, existe una correspondencia estrecha con la aparición de nuevos géneros y familias, lo que refleja una alta diversidad filogenética; de acuerdo con lo descrito por (Callaway, 2007) que asume este tipo de desempeño como típico, en comunidades biológicas desarrolladas en ecosistemas de alto estrés, donde los efectos de la facilitación impulsan la dinámica funcional y esto precede a otros procesos como la competencia.

De acuerdo con la cobertura de la especie y siguiendo los enfoques de Oviedo *et al.* (2014), se registran 4 especies que actúan como nodrizas, y 29 especies se consideran facilitadas.

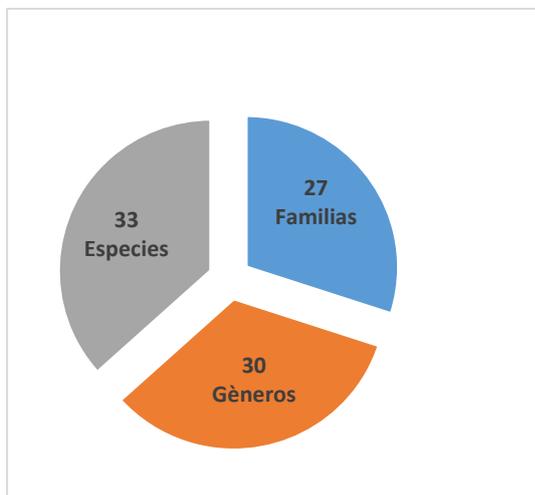


Figura 2. Correlación Filogenética

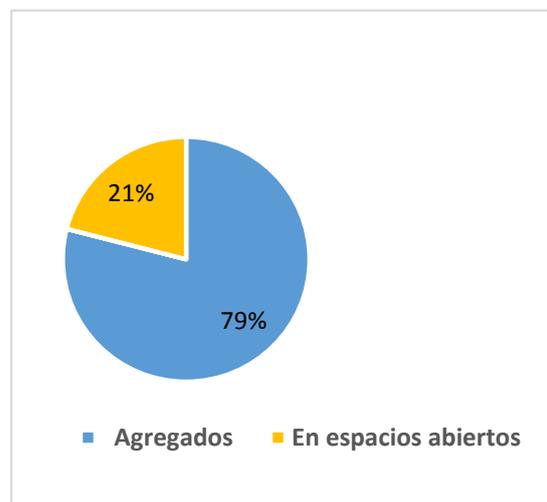


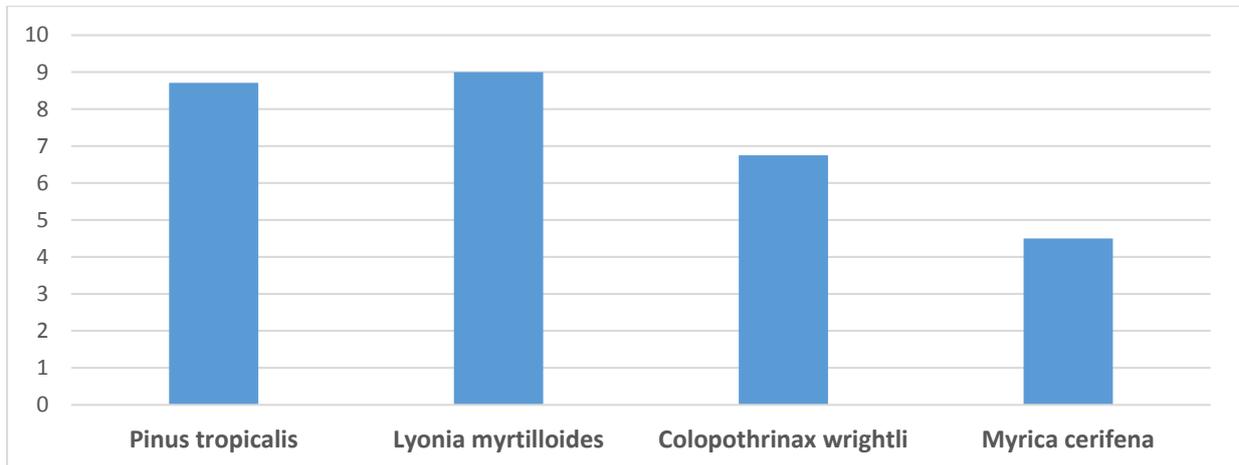
Figura 3. Distribución espacial

Nodrizas con valores medios más altos de la riqueza de especies debajo del dosel (mejor reclutadora): *L. myrtilloides*

(Figura 4). El valor medio para la riqueza de especies bajo las nodrizas es ocho (8) mientras que en los espacios vacíos es dos

(2). La alta concentración de individuos, con distribución espacial agregada alrededor de las especies nodrizas, se considera como una prueba de que la

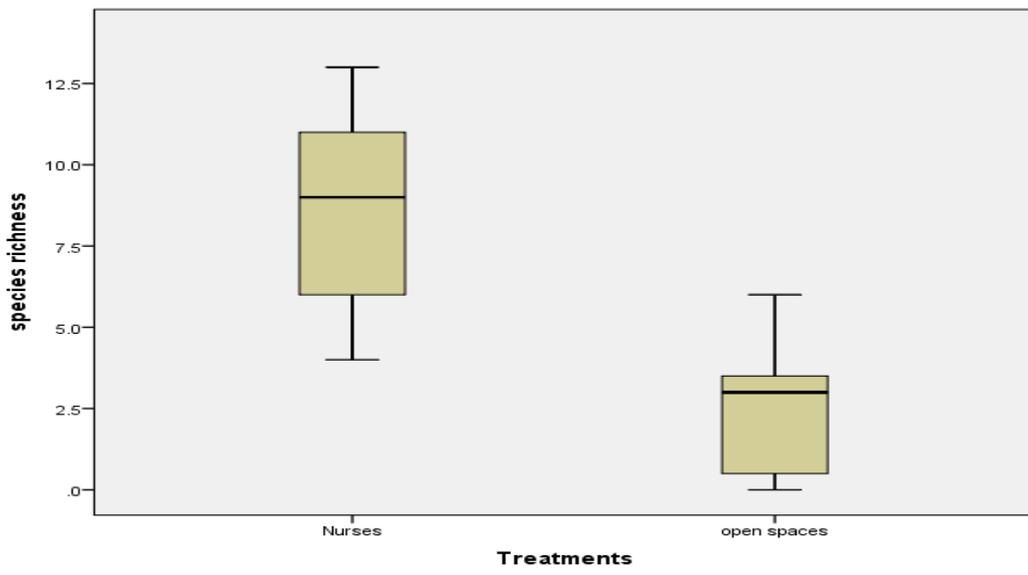
estructura y composición en esta comunidad se rige por el proceso de facilitación, según González *et al.* (2017).



**Figura 4.** Nodrizas mejores reclutadoras

La distribución de la riqueza de especies en la comunidad se muestra

principalmente bajo las nodrizas (Figura 5).



**Figura 5.** Comparación entre nodrizas y espacios abiertos en cuanto a riqueza de especies reclutada bajo su copa.

Se creó un árbol filogenético (Figura 6) con especies de plantas registradas en la comunidad para comparar las distancias filogenéticas entre ellas, y así verificar si prevalecía la

competencia o la facilitación, como en Oviedo *et al.* (2014) se muestra una alta filodiversidad con una raíz de árbol bien datada de 400 millones de años.

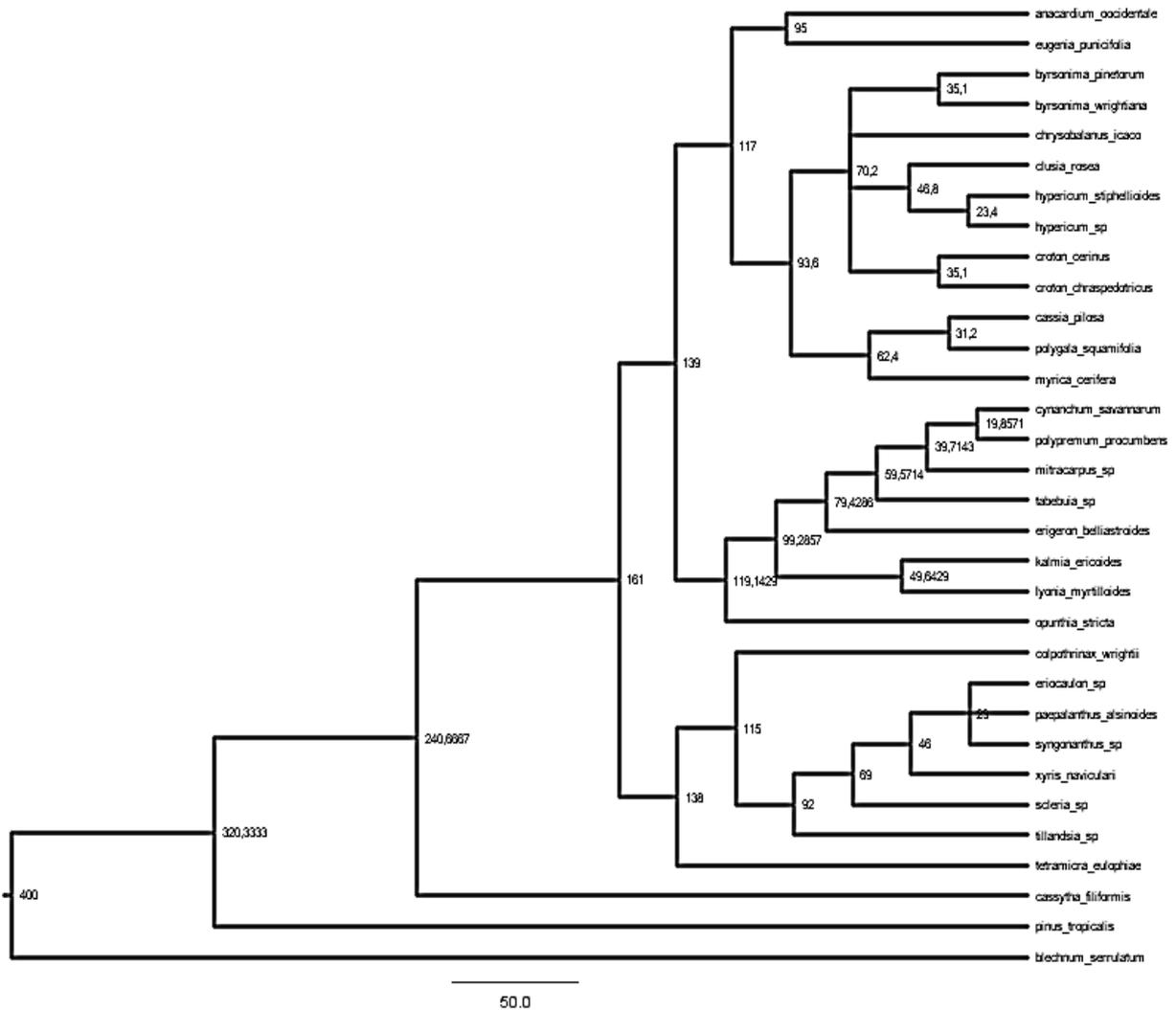


Figura 6. Árbol filogenético de la comunidad estudiada.

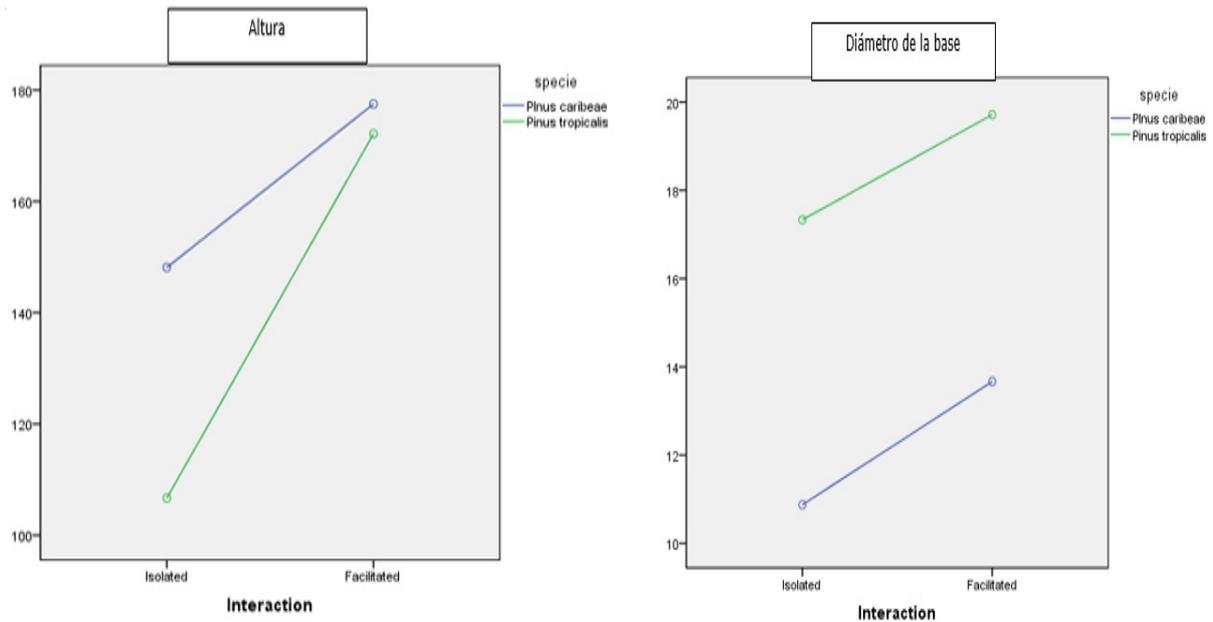
En el análisis de coocurrencia el índice de c-score encontrado 0.80730 fue inferior al esperado 0.82129, lo que tipifica a una comunidad estructurada por la facilitación, teniendo en cuenta que en comunidades estructuradas por la competencia el índice observado tiende a

ser significativamente superior al esperado (Oviedo *et al.*, 2014).

Los resultados (Figura 7) muestran una diferencia significativa entre las dos mediciones realizadas a lo largo de un año, para las variables altura y diámetro de la base en 20 individuos de ambas especies

(*P. tropicalis* y *P. caribaea*). Las representaciones gráficas de los valores medios marginales de altura y diámetro en ambos momentos muestran el incremento

significativo de los individuos de estas dos especies bajo plantas nodrizas con respecto a los registrados en espacios abiertos.



**Figura 7.** Comparación en cuanto a la altura y diámetro de la base de las especies (*P. tropicalis* y *P. caribaea*).

## CONCLUSIONES

Es la facilitación y no la competencia, el proceso ecológico que establece el ensamblaje de esta comunidad vegetal, en el que el efecto nodriza domina como factor de ensamblaje. También se evidencia que las plántulas de dos especies de *Pinus*, encontraron condiciones más favorables para su

establecimiento, bajo el dosel de una especie no emparentada (*L. myrtilloides*) que les ayudó a un mejor desarrollo en condiciones extremas, reconociendo a esta como una potencial buena nodriza para la restauración de estos ecosistemas de pinares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borhidi, A. (1996). *Fitogeografía y ecología vegetal de Cuba*.

Akademia Kiado, Budapest, Hungría. 923 p.

- Callaway, R. M. (2007). *Interacciones positivas e interdependencia en comunidades vegetales*. Springer, Dordrecht, Países Bajos. 415 p.
- Canfield, R. H. (1941). Aplicación del método de intercepción de línea en el rango de muestreo de vegetación. *Journal Forestry*, 39, 388-394.
- Cavallero, L., Ojeda, V., Chaneton, E., Farji-Brener, A., & Chazarreta, L. (2014). *Interacciones Complejas*. doi: 10.13140/2.1.1275.2965.
- Darwin, C. R. (1859). Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida.
- Estévez, E., Lastra, J. F., & Cruz, E. M. (2013). Modelado de depósitos de arena y grava en la llanura sur de la provincia de Pinar del Río. *Minería y Geología*, 29(3), 19-37.
- González, E., Pérez, V., Ferro, J., & Gómez, R. (2017). Evidencias de facilitación entre plantas en las arenas cuarcíticas de San Ubaldo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(1), 3-14. Recuperado de <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/175>
- Gotelli, N., & Entsminger, G. (2001). Gotelli NJ, Entsminger GL. Swap and fill algorithms in null model analysis: rethinking the Knight's Tour. *Oecologia*, 129, 281-291, doi: 10.1007/s004420100717.
- Lasso-Rivas, N. L., (2015). La facilitación como un mecanismo que incrementa la diversidad vegetal en ambientes extremos. *Revista Intropica*, 93-99, doi: 10.21676/23897864.1651
- Murray, J., & Den Boer, P. J. (1986). El estado actual del principio de exclusión competitiva. *Tendencias. Ecología Evolutiva*, 1, 25-28.
- Navarro-Cano, J. A., Goberna, M., & Verdú, M. (2019). La facilitación entre plantas como herramienta de restauración de diversidad y funciones ecosistémicas. *Ecosistemas*, 28(2), 20-31, doi:10.7818/ECOS.1747
- Novo, R., & Luis, M. (1989). *Bioclimas de Pinar del Río*. [Informe de Resultado de Investigación, Inédito]. Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río.
- O'Brien, M. J., Pugnaire, F. I., Armas, C., Rodríguez-Echeverría, S., & Schöb, C. (2017). The shift from plant-plant facilitation to competition under severe water deficit is spatially explicit. *Ecol. Evol.*, 7, 2441-2448, doi: 10.1002/ece3.2875.
- Oviedo, R., Faife, M., Noa, A., Arroyo, J., Valiente-Banuet, A. & Verdú, M. (2014). Facilitation allows plant coexistence in Cuban serpentine soils. *Plant Biology*, 6.

- Pausas, J. G. & Verdú, M. (2010). The jungle of methods for evaluating phenotypic and phylogenetic structure of communities. *BioScience*, 60(8). Recuperado de <http://www.biosciencemag.org>
- Ricardo, N., Herrera, P. P., Cejas, F., Bastart, J. A., & Regalado, T. (2009). Types and characteristics of the vegetal formations of Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 203, 1-42.
- Stevens, P. F. (2001). *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 6. Recuperado de <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- Stone, L., Roberts, A. (1990). The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, 85, 74–79, doi: 10.1007/BF00317345
- Tirado, B., & Pugnaire, J. (2005). Community structure and positive interactions in constraining environments. *Oikos*, 111, 437 - 444.
- Urquiola, A. J. (1987). *Vegetation of the White sands of Pinar del Río. Propuesta de áreas protegidas* [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas]. Universidad de la Habana.
- Valiente-Banuet, A., & Verdú, M. (2007). Facilitation can increase the phylogenetic diversity of plant communities. *Ecology Letters*, 10, 1029–1036.
- Valiente-Banuet, A., Vital, A., Verdú, M., & Callaway, R. (2006). Modern Quaternary plant lineages promote diversity through facilitation of ancient Tertiary lineages. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 103, 16812–16817.
- Verdú, M., Valiente-Banuet, A. (2008). The nested assembly of plant facilitation networks prevents species extinctions. *American Naturalist*, 172, 751–760.
- Webb, C. O., Ackerly, D. D., & Kembel, S. W. (2005). *Phylocom. Software for the analysis of community phylogenetic structure and character evolution with phylogeny tools*. Recuperado de <http://www.phylodiversity.net/phylocom>
- Wikstrom, N., Savolainen, V., & Chase, M. W. (2001). Evolution of the angiosperms: calibrating the family tree. *Proceedings Biological Sciences*, 268, 2211–2220.

*Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license*