

NOTA TÉCNICA

# Efecto de variables edáficas y microclimáticas en el bosque semideciduo sobre arenas de la Llanura Sur occidental de Pinar del Río, Cuba

*Effect of edaphic and microclimatic variables in the semi-deciduous forest on sands of the Southwestern Plain of Pinar del Río, Cuba*

Valdés Iglesias, M. A.<sup>1</sup>; H. Barrero Medel<sup>2</sup> y C. Rivera Calvo<sup>3</sup>

Recibido en febrero de 2020; aceptado en marzo de 2021

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de variables edáficas y del microclima en bosques semidecuidos sobre suelos arenosos de la Llanura Sur occidental de Pinar del Río, Cuba. Para ello se realizó un inventario florístico levantándose 20 parcelas cuadradas de 15 m x 15 m, se validó el muestreo aleatorio simple por la curva área especie y se determinó el índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies. Para el análisis de suelo tomaron 40 muestras de suelo, dos por cada parcela a dos profundidades 0 - 20 cm y 20 - 40 cm analizándose las propiedades físico-químicas, así mismo se realizaron registros meteorológicos utilizando un KESTREL- 4 000 el cual permitió obtener datos de temperatura, humedad, índice de calor, punto de rocío, velocidad del viento y presión barométrica analizándose las relaciones existente de las variables edáficas y del microclima con las 12 especies de mayor IVIE mediante un Análisis de correspondencia canónica. Para el análisis de los nutrientes en el follaje se tomaron muestras de diferentes partes de árbol de las doce especies de mayor IVIE en el periodo lluvioso y el periodo poco lluvioso. Los resultados indican la presencia 137 especies pertenecientes a 42 familias y 104 géneros, así como se evidencia la existencia de una relación de las propiedades edáficas y las variables del microclima con las 12 especies de mayor IVIE en la formación vegetal, la cual permite explicar la presencia de las especies forestales en esta formación así también se encontraron diferencias significativas en contenido nutricional del follaje en los dos periodos analizado con el P y K.

**Palabras Claves:** Semideciduo sobre arenas blancas, suelo, microclima, índice de valor de importancia ecológica, contenido nutricional del follaje

## ABSTRACT

This paper aimed to determine the effect of edaphic and microclimate variables in semi-deciduous forests on the sandy soils of the Southwestern Plain of Pinar del Río, Cuba. Thus, a floristic inventory was carried out, by setting 20 square plots of 15 x15 m. The simple random sampling was validated by the species-area curve and the ecological importance value index (IVIE) of the species was determined. Forty soil samples at 0-20 cm and 20-40cm in depth were taken for soil analysis, two per plot and their physical and chemical properties, analyzed. Likewise, meteorological records were made using a KESTREL- 4 000 to obtain data of temperature, humidity, heat index, dew point, wind speed and barometric pressure to analyze the existing relationships of the edaphic and microclimate variables with the 12 species with the highest IVIE through a canonical correspondence analysis. To analyze the nutrients in the foliage, samples from different parts of the trees of the twelve species with the highest IVIE were taken in both the rainy and dry season. The results indicate the presence of 137 species belonging to 42 families and 104 genera, as well as the existence of a relationship between the edaphic properties and the microclimate variables with the 12 species with the highest IVIE in the plant formation, which allows to explain the presence of forest species in this formation; additionally, significant differences were found in the nutritional content of the foliage in the two periods analyzed with P and K.

**Key words:** Semi-deciduous on white sands, soil, microclimate, value index of ecological importance, nutritional content of foliage

<sup>1</sup> Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Calle José Martí 300, Barrio Segundo Sur, e/27 de Noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba. ID: <https://orcid.org/0000-0001-5623-949X>

<sup>2</sup> Profesor Titular. Universidad de Pinar de Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Calle José Martí 300, Barrio Segundo Sur, e/27 de Noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba. E-mail: [hbarrero@upr.edu.cu](mailto:hbarrero@upr.edu.cu). ID: <https://orcid.org/0000-0003-4344-5600>

<sup>3</sup> Profesor Titular. Universidad de Pinar de Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Calle José Martí 300, Barrio Segundo Sur, e/27 de Noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba. ID: <https://orcid.org/0000-0002-4474-7144>

## 1. INTRODUCCIÓN

El distrito de Arenas Blancas en Cuba, incluye ecosistemas que demandan una acción inmediata, entre ellos se encuentra el bosque semidecidual, constituido por dos capas arbóreas y una arbustiva. En estos bosques se evidencia una fuerte degradación, así como la desaparición de muchas especies típicas del ecosistema. Esta área se considera de gran interés científico conservacionista, dado el alto endemismo de su flora y rasgos fisonómicos en la vegetación que la caracteriza (García *et al.*, 2013).

Por su parte (Urquiola *et al.*, 2010) manifiesta que la situación de la vegetación en las arenas blancas de Pinar del Río es realmente crítica. En este sentido, en su estudio sobre la vegetación de este lugar, reporta que la causa fundamentalmente en su alta vulnerabilidad, se debe a que la estrecha ecología de las especies no le permite a estas reaccionar satisfactoriamente ante los impactos ecológicos, sin tomar ventajas en la competencia con otras especies de mayores posibilidades adaptativas. Este fenómeno se acentúa aún más si se adiciona el impacto de origen antropogénico en una comunidad tan frágil como Sabanalamar San Ubaldo, donde es fundamental su elevado endemismo. En Arenas Blancas aparecen con el mayor número de taxones amenazados dentro de los seis distritos de la provincia de Pinar del Río con 120, debido a la existencia de un elevado endemismo, determinado por la escasez de nutrientes y alternancia de períodos de precipitaciones/sequía, lo que condiciona una flora especializada en estos sustratos de condiciones de estacionalidad y nutrientes muy extremos.

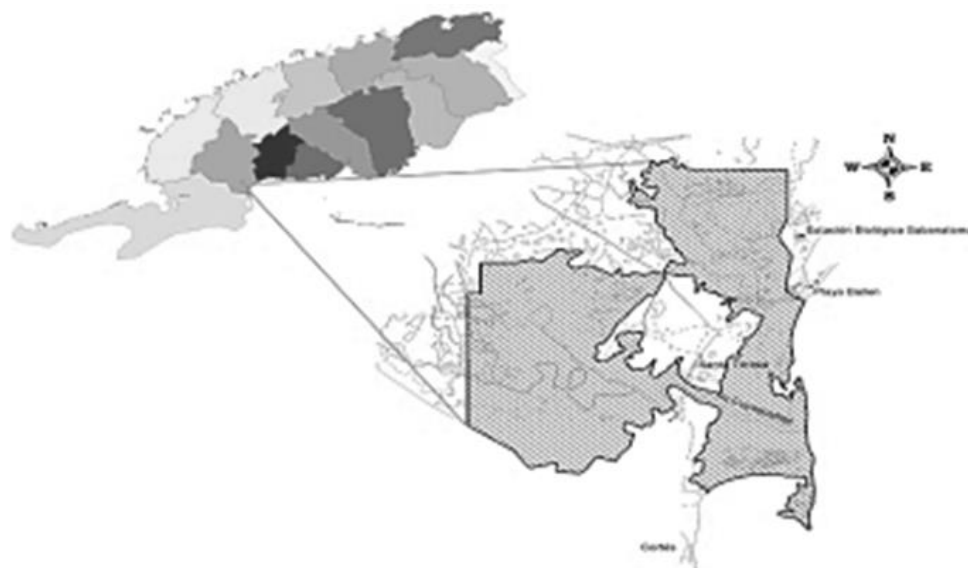
La vegetación es el elemento natural que responde a las características del medio al cual pertenece. Su estudio es importante desde el punto de vista del paisaje para delimitar espacialmente las unidades de vegetación (Duval, 2014).

A través del estudio de los factores ecológicos que influyen en su distribución, es posible inferir los patrones espaciales de las comunidades vegetales. El clima es el principal factor ecológico a escala regional y su influencia se expresa principalmente en los cambios de la fisonomía de la vegetación y composición florística (Walter, 1977; Petagna de Del Río, 1993; Gliessman, 2002).

Los estudios del efecto de variables edáficas y del microclima sobre los bosques ha sido en la última década uno de los elementos de la ecología más realizados entre los que se encuentran Sotolongo y Altanjada, (2014); Jiménez, (2016) en bosques semideciduals sobre suelo calizo, Samaniego, (2015) en el bosque húmedo tropical y Gutiérrez *et al.* (2018) en bosque pluvial montano. Sin embargo en el bosque semidecidual de arenas blancas de Sabanalamar San Ubaldo no ha sido tratado con anterioridad, siendo relevante su análisis dada las características geomorfológicas existentes y la vegetación existente tanto de especies de bosques semideciduals sobre suelo ácido como de suelo calizo. Es por ello que este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de variables edáficas y del microclima en bosques semideciduals sobre arenas blancas de la Llanura Sur occidental de Pinar del Río.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica regionalmente en la Llanura Sur de Pinar del Río (Figura 1), al sur-suroeste del poblado de Sábalo, limitando al oeste con la carretera que conduce a Cortés desde el entronque de Las Catalinas en la Carretera Panamericana hasta la desembocadura del río Cuyaguaje, por el sur con el mar Caribe hasta la playa Bailén, mientras que por el este y el norte los límites son muy irregulares dependiendo de las áreas del coto minero de Santa Teresa. La Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar abarca 5.212 ha.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar.

La zona objeto de estudio pertenece al clima tipo Cuba centro-occidental y al clima distrito Guane. Está caracterizado por un invierno seco de 13 semanas y un verano lluvioso que se extiende desde febrero y hasta principios de noviembre (Samek y Travieso, 1968). El bioclima de las zonas de arenas blancas del occidente de la provincia de Pinar del Río, es Termoxerochiménico, tipo Medianamente Seco, con 3-4 meses de sequía (Vilamajó, 1989); las precipitaciones con valores entre 1.200-1.400 mm anuales (Izquierdo, 1989). Según Novo y Luis (1989), el bioclima, es tropical caliente con dos períodos de sequía, que alcanzan hasta ocho meses; un período seco normal que incluye parte del otoño, invierno y parte de la primavera y un período adicional en el mes de julio, en pleno verano, con una suma promedio de precipitaciones que no excede 1.100 mm.

Para el estudio se levantaron 20 parcelas cuadradas de 15 m x 15 m, validando el tamaño de la muestra a través de la curva del colector área/especie. Se determina el IVIE mediante la siguiente fórmula,  $IVIE = AR + DR + FR$  (Boscopé y Jorgensen, 2005). Dónde: AR abundancia relativa, FR frecuencia relativa y DR dominancia relativa

Se tomaron 40 muestras de suelo, dos por cada parcela a las profundidades de 0 cm - 20 cm y 20 cm - 40 cm las cuales fueron analizadas en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Pinar del Río teniendo en cuenta los siguientes métodos:

- Determinación de pH. Método Potenciométrico.
- Determinación de los cationes cambiabes y de la Capacidad de Intercambio Catiónico según el método de Shatschabel.
- Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio para suelos no carbonatados. Método de Oniani.
- Análisis químico de Suelos. Determinación de índices de acidez y grado de acidez según método complexométrico.
- Determinación de la materia orgánica. Método de oxidación reducción.

Se realizaron también mediciones a nivel de microclima (en cada parcela) utilizando una Estación meteorológica automática tipo KESTREL- 4.000 la que permitió obtener datos de temperatura, humedad, índice de calor, punto de rocío, velocidad del viento y presión barométrica en el periodo de enero a julio de 2018.

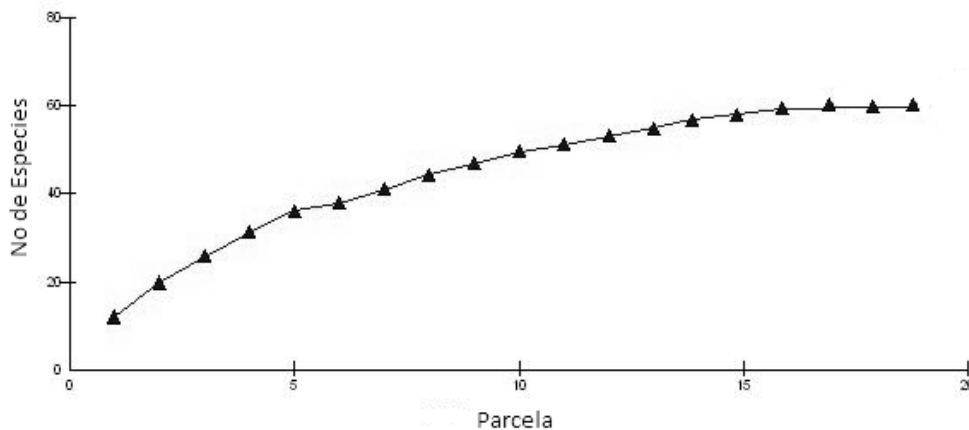
Para la evaluación de cobertura del dosel se tomaron fotografías hemisféricas con lente ojo de pez en una cámara Cannon EOS 700D acorde al protocolo propuesto por Kalácska, *et al.* (2005), con ajustes para la fase intermedia de la sucesión que describen, reduciendo a 14 el número de fotografías por parcela, dada la diferencia en el tipo de ecosistema. Las fotografías se tomaron a una altura aproximada de 1,5 m del suelo y con el lente dirigido hacia el cielo. Para el cálculo de la apertura del dosel en %, las imágenes fueron procesadas con el software Gap Light Analyzer vers. 2.0 (Frazer *et al.*, 1999).

Se realizó un análisis de los nutrientes contenidos en el follaje de las diferentes partes de los árboles en las especies más representativas por el IVIE en los dos periodos definidos en Cuba, lluvioso (marzo-agosto) y poco lluvioso (septiembre a febrero) en el Laboratorio Provincial del Ministerio de la Agricultura de Pinar del Rio y con los resultados obtenidos se les aplicó una Prueba de Signo de Wilcoxon mediante software IBM SPSS versión 20.

Para analizar la relación de las especies con sus abundancias y las variables edáficas y del microclima se realizó un análisis de correspondencia canónica (CCA) con la ayuda del procesador estadístico CANOCO 4.5 para Windows.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados ofrecidos por la curva área especie (Figura 2), demuestran que a pesar de que se levantaron 20 parcelas sólo 15 son necesarias para obtener un muestreo representativo de la vegetación estudiada al obtenerse la asíntota horizontal a partir de esta.



**Figura 2.** Curva área-especies

En el área muestreada se identificaron 137 especies (anexo 1) con un total de 3.426 individuos distribuidas estas en 42 familias y 104 géneros. Las familias más representadas fueron Fabaceae con 19 (13,9 %) especies, Rubiaceae 13 (9,5 %), Myrtaceae 7 (5,1 %) Arecaceae 6 (4,4 %), Euphorbiaceae 6 (4,4 %), Sapindaceae 5 (3,6 %), Malvaceae 5 (3,6 %) y Flacourtiaceae con 5 (3,6 %). Con respecto a este taxón se coinciden con los trabajos realizados en bosques semidecuidos de sabanas arenosas por Dezzeo *et al.* (2008) en los llanos orientales del Orinoco en Venezuela donde hubo un predominio de especies de la familia Leguminosae al igual que Ferro *et al.* (2016) en bosques semidecuidos del Refugio de Fauna Macurije - Santa María, Camagüey y Leyva *et al.* (2018) en bosque semidecuidos micrófilos en la Reserva Ecológica de Baitquirí. Así, en esta área, se encontró una riqueza de especies superior a lo reportado por Villate *et al.* (2010) quienes identificaron un total de 479 especies pertenecientes a 86 familias como resultado de no diferenciar las 5 formaciones vegetales presentes en esta sabana arenosa, así como también

con los realizados por García *et al.* (2013) quienes reportaron un total de 40 especies y 24 familias botánicas, y con Hechavarría y Manzanares (2016) quienes reportan 28 especies es este tipo de formación vegetal.

Se reportan como las especies de mayor IVIE: *Bursera simaruba* (L.) Sargent (15,21), *Guazuma ulmifolia* (Lam) (13,03), *Anacardium occidentale* (L) (11,19), *Oxandra lanceolata* (Sw.) Baill. (10,93), *Cupania americana* (L) (10,47), *Trichilia hirta* (L)(11,75), *Eugenia puniceifolia* (HBK) DC.(9,76), *Caesalpinia violacea* (Hill.) Standl (8,06), *Faramea occidentalis* (Sw) (7,83), *Roystonea regia* (H.B.K.) O. F. Kooc.(6,8), *Calophyllum antillanum* (Britton) (5,21), *Metopium brownii* (Jacq) Urb (5,21). Este resultado coincide para las especies *O. lanceolata* y *C. antillanum* con Jiménez (2016) en el bosque semideciduo mesófilo de la reserva natural «El Mulo», Artemisa quien la reporta como una de las especies de mayor IVI.

En relación al análisis del suelo se presentan clasificados como suelos arenosos cuarzíticos, gleisosos, con agrupamiento poco evolucionados del tipo genético arenosol, Subtipo, típico, húmico y petrocálcico con género cuarzítico y carbonatado.

Los resultados de los análisis de laboratorio realizados a las 40 muestras tomadas fueron ejecutados por el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Pinar del Río donde los resultados obtenidos son los siguientes: pH. con rangos extremadamente ácidos a ligeramente alcalinos, Cationes intercambiables con deficiencia de Calcio, Magnesio y Potasio en todas las muestras. El Sodio se presenta en proporciones normales. Movilidad muy baja una Capacidad de Intercambio Catiónico muy baja, con una acidez de suelo catalogado como muy ácidos, con una materia orgánica de muy baja a baja.

Los resultados obtenidos coinciden con Novo *et al.* (1984), quienes plantean que el área estudiada está constituida por depósitos arenosos que no están relacionados con las rocas que los sustenta, calizas y margas del Mioceno Medio y Superior.

Los resultados de la Prueba de Signo de Wilcoxon para el estado nutricional de N, P, K, Ca, y Mg presentes en la muestra foliar analizada se representan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Comparación del estado nutricional foliar en los periodos lluvioso y poco lluvioso.

	N(Lluv) - N(P.Lluv)	P(Lluv) - P(P.Lluv)	K (Lluv) - K (P.Lluv)	Ca(Lluv) - Ca(P.Lluv)	Mg (Lluv) - Mg (P.Lluv)
Z	-,785b	-3,061b	-2,118c	-,785c	-,863b
Sig. asintót. (bilateral)	,433	,002	,034	,433	,388

Los valores obtenidos muestran que no existen diferencias significativas entre los periodo lluvioso y poco lluvioso  $P < 0.05$  entre el N, Ca y Mg mientras que existen diferencias significativas para el P y K. Estos coinciden con los encontrados en plantaciones de plátanos en Córdoba, Colombia por Barrera *et al.* (2007) atribuido a que en la época de lluvia debido a los procesos de dilución, los iones bilaterales se mueven con mayor rapidez hacia las raíces, lo que se refleja con el aumento de calcio en las plantas, aumentando la absorción de los iones potasio y disminuyendo la cantidad de fósforo encontrando la existencia de un proceso de insolubilización de este último elemento en épocas de escasez de agua, así como por Andrade *et al.* (1995) en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en Brasil quienes encontraron una relación de la cantidad de lluvia con una menor cantidad de P e igual comportamiento reportaron Sadeghian *et al.* (2015) en plantaciones de café en Colombia donde encontraron una relación entre la cantidad de lluvia, la textura del suelo con el proceso de lixiviación de P. Este proceso también está relacionados al pH estando en rangos de extremadamente ácidos a ligeramente alcalinos, Schoenholtz *et al.* (2000) plantea, que la gran mayoría de los suelos tropicales presentan pH ácidos, determinados por fenómenos de lavado intenso como consecuencia de las altas precipitaciones., subrayaron que el pH del suelo influye simultáneamente en varios procesos químicos y biológicos; y que la baja presencia del fósforo está relacionado con la lluvia.



*Roystonea regia* y *Chrisobalanus icaco* con el punto de rocío, la arcilla, el sodio, magnesio y calcio de 20 cm - 40 cm de profundidad. Se ha documentado que Ca está relacionado positivamente con la riqueza de especies de plantas arbóreas (Närhi *et al.*, 2011). Se corrobora además la existencia de un gradiente, al existir una pauta de asociación de grupos de parcelas con especies como *Metopium brownie*, *Caesalpinea violacea*, *Eugenia puniceifolia*, *Anacardium occidentale*, *Calophyllum antillanum*, *Faramaea occidentalis* corroborando lo planteado por Drosdoff *et al.* (1975), Thompson & Troeh (1980) que mencionan que, de encontrarse relación de un grupo de especies con algún factor ambiental en particular, las parcelas vecinas deberían compartir esta relación.

En el presente trabajo, se ha encontrado correlación con los factores ambientales edáficos como el N, P, K, pH, materia orgánica, textura y claros del dosel, corroborando lo encontrado por Loza (2008) en un bosque montano pluviestacional húmedo, Villegas (2013) en un bosque montano húmedo en fuertecillo ambos estudios en el parque nacional Madidi, Bolivia y por Samaniego (2015) en relación al pH y la materia orgánica factores edáficos relevantes relacionados fuertemente con la distribución espacial de la vegetación.

El papel de los nutrientes del suelo, es un componente de importancia que controlan los patrones de distribución espacial de la vegetación en la mayoría de las comunidades arbóreas (Cavender-Bares *et al.*, 2004; Cowell, 1993; Park, 2001). La variación de los nutrientes de suelo, en particular de Mg, Ca y K intercambiable, son elementos responsables en los patrones de crecimiento y mortalidad de algunas especies forestales, lo que a su vez resulta en diferentes patrones de distribución espacial y temporal de éstas. Estudios ecológicos (Arii y Lechowicz, 2002; Bigelow y Canham, 2002; Breemen *et al.*, 1997; Dijkstra y Smits, 2002; Horsley *et al.*, 2002) han revelado que el patrón de establecimiento de la regeneración natural se ve influenciado por la disponibilidad de nutrientes en el suelo, sin embargo, tal disponibilidad generalmente fluctúa a escalas espaciales relativamente pequeñas, como un efecto directo de gradientes micro-fisiográficos que incluyen la humedad, lo que produce gradientes de fertilidad-humedad, que consecuentemente contribuyen en la dominancia de algunas especies (Bailey *et al.*, 2004; Baldeck *et al.*, 2013). Un estudio realizado por Johnston (1992), encontró que la concentración de Ca en el suelo, en conjunto con el pH, se correlacionaron positivamente con la composición de especies del bosque húmedo de Tabonuco, en Puerto Rico; el Ca es un nutriente altamente asociado al establecimiento de algunas especies en estadio de plántula, lo cual ha sido atribuido a que este elemento es uno de los macronutrientes más importantes en suelos forestales; su disponibilidad les brinda a las plántulas un mayor crecimiento, además de que tiene una fuerte influencia en la fructificación cuando los árboles son adultos, así como en la activación de sustancias alelopáticas con el fin de evitar ser depredadas por animales herbívoros (Ceccon *et al.*, 2006; Coley, 1983; Coley *et al.*, 1985; De la Cruz y Dirzo, 1988; Dirzo, 1987).

#### 4. CONCLUSIONES

Los bosques semidecíduos de la Reserva Florística Manejada Sabanalamar San Ubaldo ubicados en la Llanura Sur occidental de Pinar del Río presentan condiciones de suelo y microclima característicos para la flora que se desarrolla en el área lo que provoca que esta sea muy especializada y tenga que desarrollar mecanismos de adaptación para su desarrollo. Los análisis del contenido nutricional del follaje en los dos periodos analizados, lluviosos y poco lluviosos, arrojaron diferencias significativas con el P y K.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, G. De C; H. D. Da Silva; C. A. Ferreira; A. F. J. Bellote y L. Moro. 1995. Contribución del agua de lluvia en la oferta de nutrientes minerales para *Eucalyptus grandis*. *Bosque* 16(1):47-51.
- Arii, K. y M. J. Lechowicz. 2002. The influence of overstory trees and abiotic factors on the sapling community in an oldgrowth Fagus-Acer forest. *Ecoscience* 9:386-396.
- Bailey, S. W.; S. B. Horsley; R. P. Long y R. A. Hallett. 2004. Influence of edaphic factors on sugar maple nutrition and health on the Allegheny plateau. *Soil Science Society American Journal* 68: 243-252.
- Baldeck, C. A.; K. E. Harms; J. B. Yavitt; B. L. Turner; R. Valencia; H. Navarrete, *et al.* 2013. Habitat filtering across tree life stages in tropical forest communities. *Proceedings of the Royal Society* 280:1-8.
- Barrera, J. L.; B. Díaz; J. Durango y A. Ramos. 2007. Efectos de la época de lluvia y sequía sobre la absorción de potasio y fósforo en plantaciones de plátano. *Acta Agron (Palmira)* 57(1):55-59.
- Boscopé, F. y P. Jorgensen. 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia* 40(3): 365-379.
- Bigelow, S. W. y C. D. Canham. 2002. Community organization of tree species along soil gradients in a north-eastern USA forest. *Journal of Ecology* 90:188-200.
- Breemen, N., Finzi, A. y Canham, Ch. 1997. Canopy treesoil interactions within temperate forests: effects of soil elemental composition and texture on species distributions. *Canadian Journal of Forest Research* 27, 1110–1116.
- De la Cruz, M. y R. Dirzo. 1988. A survey of the standing levels of herbivory in seedlings from a Mexican rain forest. *Biotropica* 19: 98-106.
- Dirzo, R. 1987. Estudios sobre interacciones planta-herbívoro en Los Tuxtlas, Veracruz. *Revista de Biología Tropical* 35:119-131.
- García Y.; T. Villavicencio; E. Suntasig; M. A. Valdés; Y. Artega y G. Geada. 2013. Evaluación de la estructura y estado de conservación de tres formaciones forestales de la reserva florística manejada San Ubaldo-Sabanalamar. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 1(1).
- Cavender-Bares, J.; K. Kitajima y F. A. Bazzaz. 2004. Multiple traits associations in relation to habitat differentiation among 17 Floridian oak species. *Ecological Monographs* 74:635-662.
- Ceccon, E.; P. Huante y E. Rincón. 2006. Abiotic factors influencing tropical dry forest regeneration. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49:305-312.
- Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53:209-233.
- Coley, P. D.; J. P. Bryant y F. S. Chapin III. 1985. Resource availability and plant anti-herbivore defense. *Science* 230:895-89.
- Dezseo, N.; S. Zambrano; L. Rodgers; E. Ochoa. 2008. Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los llanos orientales del Orinoco, Venezuela. *Interciencia* 3(10):733-740.
- Dijkstra, F. A. y M. M. Smits. 2002. Tree species effects on calcium cycling: the role of calcium uptake in deep soils. *Ecosystems* 5:385-398.
- Drosdoff, M; G. Aubert y K. J. Coulter. *Suelos de las regiones tropicales húmedas*. 1975. Primera edición. 271 p.
- Duval, V. S.; G. M. Benedetti; A. M. Campo. 2014. Relación clima-vegetación: adaptaciones de la comunidad del jarillal al clima semiárido, Parque Nacional Lihué Calel, provincia de La Pampa, Argentina. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, México* 88:33-44.

- Ferro, J.; J. A. Valdés; D. Sánchez; G. Abad. 2016. Particularidades del paisaje vegetal en el complejo de playas del Refugio de Fauna Macurije - Santa María, Camagüey, Cuba. *Revista ECOVIDA* 6(1):102-125.
- Frazer, G. W.; C. D. Canham & K. P. Lertzman. 1999. *Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation*. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Gliessman, S. 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE, Costa Rica.
- Gutiérrez, E.; J. L. Soza; M. Rivero. 2018. Flora del bosque pluvial montano y su relación con variables ambientales, en el Parque Nacional Turquino de Cuba. *Cienc Tecn UTEQ* 11(2):57-67.
- Hechavarría, O y K. Manzanares. 2016. *Primer informe sobre recursos genéticos forestales hasta 2020*. Instituto de Investigaciones Agro-forestales. MINAG. 28-29 p.
- Horsley, S. B.; R. P. Long; S. W. Bailey; R. A. Hallett y P. M. Wargo. 2002. Health of eastern North America sugar maple forests and factors affecting decline. *Northern Journal of Applied Forestry* 19:34-44.
- Izquierdo, A. 1989. Precipitación media anual 1964-1983, escala 1:2 000 000. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Editado por Instituto de Geografía, ACC, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Impreso Instituto Geográfico Nacional de España. Mapa VI. 31.
- Jiménez, A. 2016. Caracterización florística del bosque semideciduo mesófilo de la reserva natural "El Mulo", Artemisa, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 4(1):3.
- Johnston, M. H. 1992. Soil-vegetation relationships in a Tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 5:253-263.
- Kalácska, M.; J. C. Calvo-Alvarado & G. A. Sánchez-Azofeifa. 2005. Calibration and assessment of seasonal changes in leaf area index of a tropical dry forest in different stages of succession. *Tree Physiology* 25:733-744.
- Leyva, I.; K. R. Semanata; A. Cuscó; Y. Rodríguez; Y. Reyes. 2018. Estado de conservación de la vegetación del bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica de Baitiquirí. *Revista Cubana Ciencias forestales* 6(3):341-353.
- Loza, I. 2008. *Relación entre la composición florística con factores edáficos en un bosque montano pluvial húmedo (Parque Nacional Madidi La Paz -Bolivia)*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 86 p.
- Närhi, P.; M. Middleton; N. Gustavsson; E. Hyvönen; M. Sutinen y R. Sutinen. 2011. Importance of soil calcium for composition of understory vegetation in boreal forests of Finnish Lapland. *Biogeochemistry* 102:239-249.
- Novo, R y M. Luis López (1989): Bioclimas de Pinar del Río. Departamento de Geografía-Centro de Documentación Academia de Ciencias de Cuba de Pinar del Río. 92 pp, 4 mapas.
- Novo, R.; A. Urquiola y E. Vega. 1984. *Análisis fitogeográfico de las Llanuras arenosas de Pinar del Río. Potencialidades de áreas con valores para estudio y conservación*. Departamento de Biología-Centro de Documentación. Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río. 32 pp.
- Park, A. 2001. Environmental influences on post-harvest natural regeneration in Mexican pine-oak forests. *Forest Ecology and Management* 144:213-218.
- Petagna Del Río, A. M. 1993. *Biogeografía*, Ed. CEYNE, Argentina.
- Sadeghian S.; H. González; E. Arias. 2015. Lixiviación de nutrientes en suelos de la zona cafetera Prácticas que ayudan a reducirla. *Boletín Técnico Cernicafe* 40:32 p.
- Samaniego, E. 2015. Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador. Disponible en: <http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2174/1/Edison%20Oswaldo%20Samaniego%20Guzm%C3%A1n.pdf>

- Schoenholtz, S. H.; H. V. Miegroet y J. A. Burger. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. [en línea]. *Forest Ecology and Management* 138(1):335-356.
- Sotolongo, R y J. Altangada. 2014. *Relación entre variables ambientales y presencia de las especies Cedrela odorata L., Hibiscus elatus Sw. y Sideroxylon foetidissimum Jacq. en la loma el mogote de Soroa de la reserva de la Biosfera Sierra del Rosario*. Disponible en: <http://cvforestal.upr.edu.cu/resource/download.html>
- Thompson, M. L. & R. F. Troeh. 1980. *Los suelos y su fertilidad*. Cuarta edición. Barcelona. p.156-159.
- Urquiola, A.; L. González-Oliva; R. N. Carbó & Z. Acosta. 2010. *Libro Rojo de la flora vascular de la Provincia de Pinar del Río*. Jardín Botánico de Pinar del Río, Cuba. *Publicaciones Universidad de Alicante*. 403 p.
- Vilamajó, D. 1989. Mapa de Bioclima. *En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Sección X.1.2-3, La Habana, Cuba.
- Villate, M.; P. P. Herrera; A. J. Urquiola; N. E. Nápoles. 2010. Flora sinántropa en las comunidades terrestres de la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar, Pinar del Río, Cuba. *Acta Botánica Cubana. Instituto de Ecología y Sistemática* (207):35-44.
- Villegas, R. 2013. *Influencia de factores físicos sobre la estructura comunitaria del bosque montano húmedo en fuertecillo, parque nacional Madidi, La Paz-Bolivia*. Universidad Mayor de San Andrés. 104pp.
- Walter, H. 1977. *Zonas de vegetación y clima*, Ediciones Omega, Barcelona.
- Zamek, V & A. Travieso. 1968. Climaregiones de Cuba. *Rev. Agr* 2(1):5-23.

### Anexo 1

Especies	Familias
<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill.	Annonaceae
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam) Hart.	
<i>Annona glabra</i> (L.)	
<i>Anacardium occidentale</i> (Lin)	Anacardiaceae
<i>Spondias mombin</i> (Lin)	
<i>Metopium brownii</i> (Jacq) Urb.	
<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O. F. Kooc.	Arecaceae
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb et Wendl.)	
<i>Colpotherinax wrightii</i> (Griseb. Et Wendl)	
<i>Copernicia glabrencens</i> (Wendl. Ex Becc)	
<i>Saval yapa</i> (C.Wright Ex Becc)	
<i>Coccothrinax miraguana</i> (A. Rich) León	
<i>Furcraea hexapetala</i> (Jacq.) Urb.	Agavaceae
<i>Commelina erecta</i> (Lin)	Commelinaceae
<i>Tabernaemontana citrifolia</i> (Urb)	Apocynaceae
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> (Lin)	
<i>Echites myrtifolia</i> (R.&S)	
<i>Eupatorium havanense</i> (HBK)	Asteraceae
<i>Tabebuia lepidophylla</i> (A.Rich) Greem.	Bignoniaceae
<i>Cressentia cujete</i> (L).	
<i>Gerascanthus gerascanthoides</i> (B.B.K) Borhidi	Boraginaceae
<i>Tournefortia hirsutissima</i> (L)	
<i>Tournefortia roigii</i> Britt	
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent	Burseraceae
<i>Harrisia eriophora</i> (Britton)	Cactaceae
<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	Canelaceae
<i>Cecropia schreberiana</i> (L)	Urticaceae

<i>Chrysobalanus icaco</i> (L)	Chrysobalanaceae
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) How.	Combretaceae
<i>Clusia rosea</i> (Jacq)	Clusiaceae
<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	
<i>Curatela americana</i> (L)	Dileniaceae
<i>Davilla rugosa</i> (Poit)	
<i>Savia sessiliflora</i> (Sw) Will.	Euforbiaceae
<i>Gymnanthes lúcida</i> (Sw)	
<i>Adelia recinella</i> (L)	
<i>Adelia laurifolia</i> (L)	
<i>Phyllanthus heliotropus</i> (Griseb)	
<i>Phyllanthus juncens</i> (Muell. Arg)	
<i>Erythroxyton spinescens</i> (A.Rich)	Erythroxyloaceae
<i>Erythroxyton havanense</i> (Jacq)	
<i>Tillandsia cetaceae</i> (Sw)	Bromeliaceae
<i>Tillandsia tenuifolia</i> (L) var.tenuifolia	
<i>Tillandsia ligulata</i> (L.)	
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.)	
<i>Dychrostachys cinerea</i> (L)	Fabaceae
<i>Andira inermis</i> (W.Wright)	
<i>Caesalpinia violácea</i> (Hill.)Standl.	
<i>Lonchocarpus dominguensis</i> (Pers.) DC	
<i>Peltophorum adnatum</i> Griseb	
<i>Pithecellobium discolor</i> Britt	
<i>Pithecellobium obovale</i> (A. Rich.) Wr.	
<i>Pithecellobium cubensis</i> (Bisse)	
<i>Pithecellobium lenticifolium</i> (A.Rich.)CW.	
<i>Inga vera</i> Willd.	
<i>Belairia ternate</i> ( WrC)	
<i>Lysiloma sabicu</i> (Benth)	
<i>Ateleia gummifera</i> (Bert.) D.Dietr.	
<i>Brya microphylla</i> (Bisse)	
<i>Caesalpinia bahamensis</i> Lam.	
<i>Abrus precatorius</i> (L)	
<i>Centrosoma virginianum</i> (L.) Benth.	
<i>Galactia savannarum</i> Britton	
<i>Zornia diphylla</i> (L) Pers	
<i>Zuelania guidonia</i> (SW) Britt et Millsp	Flacourtiaceae
<i>Casearia silvestrys</i> (Sw)	
<i>Casearia hirsuta</i> (Sw)	
<i>Casearia mollis</i> (Humb)	
<i>Casearia aculeatea</i> (Jacq)	
<i>Hypericum styphylloides</i> (A. Rich)	Hypericaceae
<i>Hypericum hypericoides</i> (L.) Crantz	
<i>Licaria jamaicensis</i> (Nees) Kosterman	Lauraceae
<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb	
<i>Cassya filiformis</i> (L)	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Malvaceae
<i>Carpodiptera cubensis</i> Griseb	
<i>Luhea speciosa</i> (Willd)	
<i>Sida brittonii</i> L.	
<i>Hibiscus costatus</i> (A. Rich)	
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) HBK	Malpighiaceae
<i>Malpighia cubensis</i> (Kunth)	
<i>Tetrazygia impressa</i> (Urb)	Melastomataceae
<i>Pachyanthus wrightii</i> (Griseb)	
<i>Conostegia xalapensis</i> (D.Don)	
<i>Clidemia hirta</i> (L.D.Don)	
<i>Trichilia hirta</i> (L)	Meliaceae
<i>Trichilia havanensis</i> (Jacq) havanensis Jacq	
<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleuner	

<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied	Myrtaceae
<i>Eugenia rocana</i> Britt&Wills	
<i>Eugenia cristata</i> (Wr)	
<i>Eugenia farameoides</i> A.Rich	
<i>Eugenia puniceifolia</i> (HBK) DC.	
<i>Plinia orthoclada</i> (Urb)	
<i>Eugenia axillaris</i> (Sw) Will	
<i>Mollugo brevipes</i> (Urb)	Molluginaceae
<i>Pisonia aculeata</i> (L)	Nyctaginaceae
<i>Oeceoclade maculata</i> (Lindl) Lind.	Orchidaceae
<i>Oxalis pinetorum</i> (Small) Urb	Oxalidaceae
<i>Pinus caribaea</i> var <i>caribaea</i> Morelet	Pinaceae
<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	
<i>Lacisis divaricata</i> (L) Hitchc	Poaceae
<i>Polygala glochidiata</i> (H.B.K)	Polygalaceae
<i>Polygala squamifolia</i> (Wr)	
<i>Polygala violaceae</i> (Aubl)	
<i>Alibertia edulis</i> (LC) Rich.	Rubiaceae
<i>Amaioua corymbosa</i> K	
<i>Faramea occidentalis</i> (Sw)	
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	
<i>Hirtella americana</i> (L)	
<i>Gettarda caliptrata</i> (A.Rich)	
<i>Guertarda elliptica</i> Sw.	
<i>Genipa Americana</i> Lin.	
<i>Mitrocarpus glabrenses</i> (Griseb) Urb.	
<i>Mitrocarpus scaberulus</i> (Urb)	
<i>Mitrocarpus laetiviridis</i> (Wr. Ex Sauv)	
<i>Nodocarpea radicans</i> (Griseb)	
<i>Ricardia sabannarum</i> (L)	
<i>Amyris balsamifera</i> (L)	Rutaceae
<i>Zanthoxylon fagara</i> (Sargent)	
<i>Zanthoxylon martinicense</i> (Lam) DC	
<i>Allophylus cominia</i> (L) Sw	Sapindaceae
<i>Cupania glabra</i> (L)	
<i>Cupania americana</i> (L)	
<i>Exothea paniculata</i> (Juss) Radlk	
<i>Matayba apetala</i> (Macf) Radlk.	
<i>Mastichodendrom foetidissimum</i> (Jacq)	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> (Gomez y Roig)	
<i>Chrysophyllum cainito</i> (L)	
<i>Dipholis salicifolia</i> (L) A.DC.	
<i>Pricramnia pentandra</i> (Sw)	Simarubaceae
<i>Simaruba laevis</i> (Griseb)	
<i>Cytharexylum fruticosum</i> var. <i>fruticosum</i> (Lin)	Verbenaceae
<i>Cytharexylum spinosum</i> (L)	
<i>Cytharexylum caudatum</i> (L)	
<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill)	
<i>Jacquinia aculeata</i> (L) Mez	Tehophrastaceae

