

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES AMBIENTALES ASOCIADAS A *JUNIPERUS SAXICOLA* BRITTON Y *P. WILSON* EN UN FRAGMENTO DEL BOSQUE NUBLADO DEL PARQUE NACIONAL TURQUINO

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES ASSOCIATED TO *JUNIPERUS SAXICOLA* BRITTON AND *P. WILSON* IN A FRAGMENT OF THE CLOUDY FOREST TURQUINO NATIONAL PARK

ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA, ING. MAIRET ROSALES-MARTÍNEZ E ING. SUSANA CARRAZANA-QUINTANA

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, jrodriguez@guisa.inaf.co.cu, teléfs.: (23) 391387 y (23) 392511

RESUMEN

La investigación se realizó en la Unidad Zonal de Conservación Aguada de Joaquín, Parque Nacional Turquino en 2018, con el objetivo de determinar la influencia de las variables ambientales sobre la vegetación asociada a la especie *Juniperus saxicola* Britton y *P. Wilson*. Se establecieron seis transectos de 10 m x 50 m. Se realizó la toma de datos de las variables ambientales de pedregosidad, abundancia, riqueza, pendiente, altitud y hojarasca. Se realizó un análisis de Correspondencia sin Tendencia. A través de este resultado se concibió un análisis de Redundancia que explicó el patrón de ordenación de la comunidad y las variables fueron transformadas para comparar entre ellas. En análisis de este resultado permitió que las variables altitud, abundancia y hojarasca marcaron la distribución de la vegetación, siendo *Juniperus saxicola* la especie más correlacionada con la hojarasca.

Palabras claves: redundancia, transectos, ambientales.

ABSTRACT

The research was carried out in the "Aguada de Joaquín" Conservation Area of the Turquino National Park in 2018, with the objective of determining the influence of environmental variables on vegetation associated with the *Juniperus saxicola* Britton and *P. Wilson* species. Six transects of 10 x 50 m were established. The data collection was made of the environmental variables of stoniness, abundance, wealth, slope, altitude and litter. An analysis of Correspondence without Tendency was made, through this result a Redundancy analysis was designed that explained the ordering pattern of the community and the variables were transformed to compare among them. In the analysis of this result, the variables altitude, abundance and leaf litter marked the distribution of the vegetation, *Juniperus saxicola* being the most correlated species with leaf litter.

Key words: redundancy transects, environmental.

INTRODUCCIÓN

La caracterización del hábitat de las especies forestales es importante para entender su distribución geográfica, abundancia o presencia en una localidad. Esta información es útil para tomar decisiones apropiadas al implementar programas de conservación de manejo integral o medidas preventivas que contrarresten la degradación del hábitat o la extinción de las plantas (Anderson *et al.*, 2003).

Comprender las complejas relaciones que se establecen entre las variables ambientales naturales y antrópicas y del estado dinámica del bosque es uno de los principales objetivos de la ecología de la conservación. Las técnicas de análisis multivariado en los estudios ecológicos ayudan a detectar los factores ambientales responsables de cambio en la estructura y distribución de la vegetación, que unidos a la disponi-

bilidad de programas informáticos estadísticos aplicado a la ecología permiten analizar un gran volumen de información sobre las unidades de muestreo para sintetizar las relaciones existentes entre las variables recogidas (Palmer, 1993)

En la distribución altitudinal de la vegetación en las montañas de Cuba se encuentran bosques siempreverdes y pluviales (Capote y Berazaín, 1984) con una importancia hidrológica y antierosiva marcada para las condiciones topográficas de las montañas de la Sierra Maestra (Álvarez y Varona, 2006).

Del mismo modo, Aguirre y Yaguana (2012) señalan que en todo estudio de vegetación de un ecosistema forestal es importante ir un poco más allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de flora en los diferentes tipos de vegetación. Los listados de especies que crecen en un área no tienen mayor utilidad para planificar el manejo, por eso la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal (ecosistemas). Con los datos del muestreo se pueden obtener parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud que permiten medir la diversidad e interpretar el real estado de conservación de la flora de un sector determinado.

En la lista roja de la flora vascular de Cuba, González *et al.* (2016) exponen la situación real del estado de conservación del 66 % de la flora nacional al compilar la evaluación de 4627 taxones, entre los cuales se encuentra *Juniperus saxicola* (sabina), que se reporta en peligro crítico por presentar una distribución geográfica y una ocupación de áreas reducidas y severamente fragmentada, así como una disminución continua de sus individuos.

Teniendo en cuenta la escasa información sobre las afinidades florísticas de la especie, necesaria para formular estrategias para su conservación, esta investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de las variables ambientales sobre la vegetación asociada a la especie *Juniperus saxicola* P. Wilson en el Bosque Nublado del Parque Nacional Turquino para su manejo y conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

La investigación se realizó en 2018 en el Parque Nacional Turquino (PNT) con presencia de *Juniperus saxicola*, ubicada en la Unidad Zonal de Conservación (UZC) Aguada de Joaquín (Fig.) sobre los suelos Ferralítico Rojo Lixiviado y Ferralítico Rojo Amarillento, localizado entre los 1000 y 1400 msnm (Lastres *et al.*, 2011).



Ubicación geográfica del área de estudio.
Fuente: GEOCUBA, 2012

Al encontrarse en el grupo orográfico de mayor elevación en el país, esta zona posee un microclima característico, con bruscos cambios en algunas de sus variables meteorológicas en períodos relativamente cortos. La temperatura máxima promedio anual disminuye desde 30 °C en la costa hasta 16 °C en las partes más altas para el verano, mientras que las mínimas son más bajas en las zonas de Aguada de Joaquín, donde se han registrado hasta 5 °C en la estación invernal. Además, la temperatura media anual es de 16-20 °C y precipitaciones anuales de 2200 a 2600 mm. Los nublados son abundantes casi todo el año, por lo que la humedad del aire es relativamente alta, registrándose neblinas intermitentes a ras del suelo (Lastres *et al.*, 2011).

Análisis estadístico

Incidencia de variables ambientales en la distribución de la especie

Para determinar la influencia de las variables ambientales sobre la vegetación asociada fue necesario realizar una exploración de los datos que permitió obtener la longitud del gradiente en el Análisis de Correspondencia sin Tendencia (DCA), empleando el programa CANOCO 4.5 para Windows (Ter Braak, 1987), y por lo tanto se tomó la decisión de utilizar el Análisis de Redundancia (RDA) como método de ordenación lineal para el análisis de gradiente directo. Para reducir la influencia de valores extremos en los resultados de la ordenación (Palmer, 1993), todas las variables fueron transformadas para estandarizar los valores y facilitar la compara-

ción entre ellas ($x' = \log x$, o $x' = \log (x + 1)$) (Ter Braak y Smilauer, 1998).

- *Pedregosidad*: Se entiende como la presencia de piedras y floramientos rocosos en el suelo de la parcela.

Tabla 1. Escala de pedregosidad

1	Baja
2	Media
3	Alta

- *Abundancia*: Se entiende como la cantidad de individuos que existen en el transecto.
- *Riqueza de especie*: Comprende la cantidad de especies que existen en los transectos.
- *Pendiente (Pen)*: Se comprende como la inclinación o declive del terreno.
- *Altitud*: Se entiende como altura que posee la planta sobre el nivel mar.
- *Hojarasca*: Cantidad de materia orgánica descompuesta en el suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación de la vegetación con las variables ambientales

Los autovalores (0,246 y 0,115) para los primeros tres ejes indicaron una considerable correlación entre las parcelas y las especies (Tabla 2). La longitud del gradiente para estos ejes es considerable (1,429, 1,131 y 1,085), lo que sugiere un ligero cambio en la composición de especies entre transectos, definido por gradientes ambientales cortos relacionados con los tres primeros ejes y que justifica la homogeneidad florística entre los sitios de muestreo o transectos.

Tabla 2. Resultados del análisis de correspondencia rectificado (DCA) donde se indican los autovalores y el porcentaje de varianza explicada por los datos de las especies para los cuatro ejes de la ordenación

Ejes	1	2	3	4	Varianza total (inercia)
Autovalores	0,246	0,115	0,004	0,000	0,716
Longitud del gradiente	1,429	1,131	1,085	0,000	
Correlaciones especies-ambiente	0,000	0,000	0,000	0,000	
Porcentaje acumulado de la varianza					
De las especies	34,4	50,5	51,0	0,0	
De la relación especie-ambiente	31,9	49,3	0,0	0,0	
Suma de todos los autovalores					0,716
Suma de todos los autovalores canónicos					0,716

Es apreciable que el primer gradiente es el más largo, explicando alrededor del 34 % de la variabilidad total de las especies, mientras que el resto de los ejes explican menor variabilidad (16,1; 0,5 y 0,0 %, respectivamente).

Los resultados del Análisis de Redundancia (Tabla 3) mostraron que los primeros tres ejes

ofrecieron buena solución a la ordenación de las unidades de muestreo y de las especies, pues la variabilidad total presente en los datos de abundancia de las especies (inercia = 1,000), explicó el 90,5 % de la relación especies-variables ambientales mediante el conjunto de dichos ejes.

Tabla 3. Resultados del Análisis de Redundancia de las abundancias de las especies, transformadas logarítmicamente, en función de las variables ambientales

Ejes	1	2	3	4	Varianza total (inercia)
Autovalores	0,347	0,236	0,196	0,127	1,000
Correlaciones especie-ambiente	1,000	1,000	1,000	1,000	
Porcentaje acumulado de la varianza					
De las especies	34,7	58,3	77,9	90,5	
De la relación especies-variables ambientales	34,7	58,3	77,9	90,5	
Suma de todos los autovalores					1,000
Suma de todos los valores canónicos					1,000
<i>Correlación de las variables ambientales con los ejes</i>					
Altitud	0,8664	-0,2712	0,4107	-0,0374	
Hojarasca	-0,5293	0,0297	0,5838	-0,4929	
Abundancia	0,4407	0,6156	0,2551	-0,1585	

El diagrama de ordenación (Fig. 2) proporciona una representación significativa de la distribución de la vegetación y las variables ambientales estudiadas.

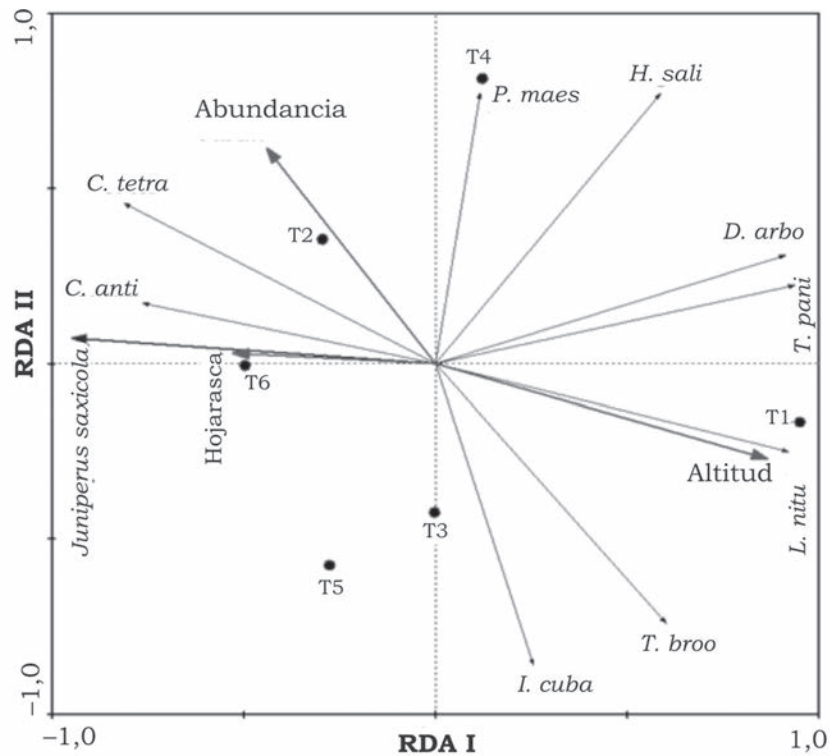
El extremo negativo del eje 1 (RDA1) describe un aumento de la hojarasca, mientras que el extremo positivo describe un aumento de la altitud y de las variables pendiente y pedregosidad altamente correlacionadas con la misma (Fig. 2); por su parte, el eje 2 (RDA2) describe un aumento de la abundancia hacia su extremo positivo. Los ejes 3 y 4 no resultan tan bien definidos, y en el caso del eje 3 este segrega con respecto a la hojarasca.

El ordenamiento de la vegetación describe el gradiente y las especies con que se asocia *J. saxicola*. En los sitios de mayor altitud, *J. saxicola* se relaciona con las especies *Dendropanax arboreus*, *Turpinia paniculata* e *Ilex nitida*., mientras que en los sitios de más baja altitud esta especie se asocia a una

vegetación donde mayormente abundan *Cyrtilla antillana* y *Clusia tetrastigma*, las cuales, según lo que muestra la figura, se relacionan ecológicamente con la mayor acumulación de hojarasca.

Por otra parte, en aquellos sitios con alta abundancia, *Juniperus saxicola* se asocia a *Pinus maestrensis*, así como a *Haenianthus salicifolius*; sin embargo, prefiere la compañía de *Ilex cubana* y *Tabebuia brooksiana* en los sitios de menor abundancia de árboles.

Desde el punto de vista ecológico este análisis sugiere que *Juniperus saxicola*, al presentar una correlación alta con el eje 1 (0,9473), prefiere sitios caracterizados por baja altitud, menor pendiente y pedregosidad, así como aquellos con mayor abundancia, área basal o densidad de individuos y menor riqueza de especies, todo lo cual explica su reducido hábitat en la meseta del Turquino, según expone Bisse (1988).



Juniperus saxicola Britton & P. Wilson; *Cyrilla antillana* Michx (*C. anti*); *Clusia tetrastigma* Vesque (*C. tetra*); *Pinus maestrensis* Bisse (*P. maes*); *Haenianthus salicifolius* Griseb (*H. sali*); *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. (*D. arbo*); *Turpinia paniculata* Vent (*T. paní*); *Ilex nitida* (Vahl.) Maxim (*I. nitu*); *Tabebuia brooksiana* Britton (*T. broo*); *Ilex cubana* Loes (*I. cuba*).

Figura 2. Análisis de Redundancia para seis transectos muestrados en la vegetación acompañante de *Juniperus saxicola* con relación a dos variables ambientales y una variable topográfica. Las flechas de menor saeta corresponden a las especies, y las de saeta mayor a las variables.

Además, es de esperarse que el grosor de la capa de hojarasca (correlacionada con el eje 1, $r = 0,5293$) es el factor más importante asociado con la distribución de la especie, en relación con el factor erosión.

El análisis parcial de los ejes reveló que el efecto en la ordenación de las variables espesor de la capa de hojarasca y abundancia fue mayor (51 %) con respecto a la variable descriptora del relieve altitud (43 %), ya que no se comprobó un gradiente muy amplio porque presenta una distribución estrecha, de lo cual se infiere que las diferencias en cuanto a la magnitud de estas variables contribuyeron, desde el punto de vista ecológico, a segregar la distribución de *Juniperus saxicola*.

En este sentido, Solas (1987) expuso que la capa de mantillo actúa físicamente como aislante, evita temperaturas y humedades extremas y ofrece protección mecánica contra la erosión,

al tiempo que aumenta la capacidad de infiltración. Un clima estacional estimula la mineralización, mientras que un clima permanente húmedo puede reducir la descomposición de la materia orgánica.

Por otra parte, según Polyakova y Billor (2007) refieren, el funcionamiento de los ecosistemas forestales dependen en gran medida de la descomposición del manto orgánico de restos vegetales sobre el suelo (mantillo), el cual tiene un papel clave en el reciclaje de nutrientes, y que a juicio de Foelkel (2017) la descomposición de este material, que cae de los árboles hasta el suelo, es una de las principales fuentes de carbono orgánico y de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) y da origen al “ciclo de nutrientes” dentro del sistema suelo-planta.

CONCLUSIONES

- Las variables que más influyeron en la vegetación acompañante de *Juniperus saxicola* fueron la hojarasca y altitud, respectivamente, que regularon la abundancia poblacional y la frecuencia, lo que permite el desarrollo y conservación de la especie a corto y mediano plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M., Yaguana P., C. 2012. Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad. Ecuador. Editorial Loja. 71 p.
- Álvarez, O.P., Varona T., J. C. 2006. Silvicultura. La Habana. Editorial Ciencia y Técnica. 200 p.
- Anderson, R. P., Lew, D., Peterson, A. T. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* (NL) 162: 211-232.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico Técnica. 139 p.
- Capote, R. P., Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista de Jardín Botánico Nacional* (CU) 5(2): 27-75.
- Foelkel, C. Minerais e nutrientes das arvores dos eucaliptos: aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. *Eucalyptus on line book and newsletters*. Consultado el 18 de Noviembre del 2017. Disponible en <http://www.Eucalyptes.com.br/>
- GEOCUBA. 2012. Mapas del Parque Nacional Turquino. Escala: 1: 100 000.
- González Torres, L. R., et al. 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1:1-352).
- Lastres, A., I., Hernández R., P., Gómez T., J. M. 2011. Área Protegida Parque Nacional Turquino. Plan de Manejo. 45 p.
- Palmer, M., W. 1993. Putting things in even better order: The advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology*. 74 p.
- Polyakova, O., Billor, N. 2007. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. *Forst Ecology and Management*. 253 p.
- Solas, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Tropical. San José. IICA. 450 p.
- Ter Braak C., J. F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetation*. 69 p.
- Ter Braak C., J. F., S. Milauer. P. Canoco. 1998. Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4). Microcomputer Power. Ithaca. New York.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: José L. Rodríguez Fonseca

Ingeniero Forestal, Aspirante a Investigador, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Conservación de especies amenazadas de la Sierra Maestra, Biodiversidad, Silvicultura urbana y Mejoramiento genético y semillas forestales. Recibió posgrados en Elaboración de proyecto competitivo, Fenología de especies forestales, Problemas sociales de la ciencia y la tecnología, entre otros. Es autor y coautor de publicaciones científicas sobre temas de conservación de especies amenazadas, y ha inscrito resultados de sus investigaciones. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales.