

Efecto de la extracción de arena sílice en la estructura y composición de especies de dos sitios de bosques de pinares de la región occidental de Pinar del Río

Yudel García¹, Yasiel Arteaga¹, Yoel Aguilera¹, Jessy Guerrero¹, Omar González², Christian Salazar Gaibor¹, Margarita del Rocio Jara Arguello¹.

¹Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. Paso lateral km 2 ½ vía Napo.

²Empresa de Flora y Fauna. Pinar del Río.

Email: ygarcia@uea.edu.ec

Resumen

Se evaluó el efecto de las prácticas de extracción de arena sílice en la estructura y composición de especies en dos sitios (San Ubaldo y Sabanalamar) de bosques de pinares de la región occidental de Pinar del Río. Se realizó un inventario florístico a partir de 24 parcelas cuadradas de 20 x 20 m (400 m²) mediante muestreo aleatorio simple en áreas con y sin extracción de arena sílice. Se determinaron los parámetros estructurales, índice de valor de importancia ecológica, diversidad alfa y beta. Se comprobó que el estado actual de los pinares naturales es desfavorable con un efecto más marcado en San Ubaldo determinado por las prácticas de extracción de arena sílice. El área resultó pobre florísticamente y con diferenciación entre los sitios de estudio, según el conglomerado jerárquico, donde Sabanalamar presentó mayor riqueza florística predominando las familias Asteraceae, Euphorbiaceae, Eriocaulaceae y Xyridaceae. El bosque de pinares se caracterizó por una estructura heterogénea con alteraciones en las clases diamétricas. Las especies de mayor importancia ecológica resultaron ser: *Acoelorrhapha wrightii*, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Chrysobalanus icaco*, *Colpothrinax wrightii* y *Anacardium occidentale*. El análisis de correspondencia entre los sitios y el grado de perturbación indicó un fuerte gradiente con una alta relación entre las prácticas de extracción de arena sílice y la distribución de las especies, comprobándose que la intensidad de las prácticas de extracción de arena influyó directamente en la composición florística de los pinares del occidente de Pinar del Río.

Palabras claves: Prácticas de extracción, riqueza florística, estructura, pinos.

Abstract

The effect of the practices of silica sand mining in the structure and species composition at two sites (San Ubaldo and Sabanalamar) of pine forests of western Pinar del Río was evaluated. A floristic inventory is from 24 square plots of 20 x 20 m (400 m²) by simple random sampling in areas with and without silica sand mining. Structural parameters, value index of ecological, alpha and beta diversity are determined. It was found that the current state of natural pine forests is unfavorable, with a more marked effect in San Ubaldo, determined by the bulk of silica sand mining. The area was poor floristically and differentiation between the study sites, according to hierarchical clustering, where Sabanalamar presented richest flora dominate families Asteraceae, Euphorbiaceae, Eriocaulaceae and Xyridaceae. The pine forest is characterized by a heterogeneous structure with alterations in diameter classes. The most ecologically important species were found to be: *acoelorrhaphe*, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Chryso-balanus icaco*, *Colpotherinax wrightii* and *Anacardium occidentale*. The analysis corresponding of the sampling units and the degree of intervention indicated strong gradient with a high ratio of silica sand mining and distribution of species, proving that the intensity of harvesting practices directly influenced the floristic composition the pine forests of white sand.

Keywords: Harvesting practices, species richness, structure, pine

Introducción

En los últimos decenios se han asignado importantes recursos al desarrollo de los bosques. Los esfuerzos de la comunidad internacional y de los países interesados han aportado resultados positivos que aún deben capitalizarse y desarrollarse. Los gestores forestales dan respuesta a las cambiantes prioridades buscando un planteamiento más abierto que compatibilice los objetivos sociales, económicos y medioambientales, a la

vez que se reduzca la intensidad de las prácticas de extracción y se perfeccionen los métodos de manejo, lo cual permitirá el mantenimiento de los patrones estructurales del bosque y de esta forma una mayor biodiversidad.

Los estudios de composición y estructura de un bosque representan un paso inicial para su conocimiento, pues asociado a este puede ser construida una base teórica que sustente la conservación de los recursos genéticos, áreas similares y la recuperación

de estas, siendo el punto de partida para la adecuación de criterios, métodos de conservación y recuperación de especies de interés (Araujo *et al.*, 2009).

La estructura de la vegetación, la diversidad de especies y los procesos de los ecosistemas forestales han sido identificados como componentes esenciales para la persistencia a largo plazo de los sistemas naturales (Ruíz y Aide, 2005). El conocimiento de la estructura de la vegetación proporciona información sobre aquellas especies más susceptibles a las perturbaciones en una región determinada y ayuda a predecir patrones sucesionales.

Los bosques de pinos de la región occidental de Pinar del Río resultan uno de los ecosistemas de mayor importancia por la extensión que ocupan, los valores ecológicos que encierran, los beneficios y bienes que producen, sin embargo la susceptibilidad a la erosión de los suelos de las arenas blancas y el alto grado de endemismo de estos ecosistemas requiere unar esfuerzos a favor de la conservación de la vegetación natural en estas regiones (Hernández *et al.*, 1995), pues en su flora aparecen muchas especies amenazadas en diferentes categorías de amenaza sobre todo En Peligro Crítico y En Peligro

(Urquiola *et al.*, 2007).

En los sitios de San Ubaldo y Sabanalamar se presentan perturbaciones asociadas a la tala ilegal, derribo de extensas áreas de pinos naturales con la finalidad de extraer arena sílice para la construcción por parte de la Empresa del Ministerio de la Construcción de Pinar del Río, lo cual ha ocasionado pérdidas considerables en la diversidad y endemismo del área que ha provocado alteraciones en la estructura y composición de especies de los bosques de pinos.

El objetivo de esta investigación fue objetivo evaluar el efecto de las prácticas de extracción de arena sílice en la estructura y composición de especies de dos sitios de bosques de pinos de la región más occidental de Pinar del Río.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica del área de estudio

Este trabajo se realizó en dos sitios de bosques de pinos naturales perteneciente al coto minero de San Ubaldo (se extrae arena sílice), municipio de Sandino y área de manejo Sabanalamar (no se extrae arena sílice), municipio Guane, ubicados dentro del Área Protegida San Ubaldo

Sabanalamar de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF), provincia Pinar del Río, Cuba. En la figura 1 se observa

la ubicación geográfica del área objeto de estudio, obtenido con el uso del software mapinfo versión 7.0.



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Inventario florístico

Se realizó un inventario de la vegetación leñosa con diámetros mayores e iguales a 2,5 cm ($d_{1.30} \geq 2,5$ cm) mediante el recuento físico por especie en 24 parcelas distribuidas en los dos sitios de estudio, que correspondió a áreas con y sin extracción de arena sílice. Se hizo la identificación botánica preliminar en el campo y se confirmó con los reportes del Libro Rojo de la Flora Vascular de Pinar del Río (Urquiola *et al.*, 2007). El inventario se realizó por el método de área mínima con parcelas cuadradas de 20 x 20 m² y la distribución mediante muestreo aleatorio simple.

Estructura y composición florística

Se calculó el índice de valor de importancia ecológica (IVI) mediante lo descrito por Lamprecht (1990) y Bascopé y Jorgensen (2005) para todas las especies con diámetros superiores a 2,5 cm.

Se obtuvo la distribución de árboles por clases diamétricas considerando un rango de tres por cada clase diamétrica, según lo descrito por Zar (1999).

Se determinó la diversidad florística mediante los índices de Shannon, Simpson y Equidad de Hill

(Moreno, 2001) con la ayuda del software Biodiversity Professional. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple con los valores de diversidad entre ambos sitios con un nivel de confiabilidad del 95 %. Se clasificó las unidades de muestreo de acuerdo a la composición florística mediante un análisis de conglomerados jerárquicos a partir del índice de similitud de Sorensen, a través del programa Pc-Ord.

Grado de perturbación

Se evaluó el grado de perturbación mediante el método de observación, a partir de los criterios establecidos por García (2006) y Matos y Ballate (2006). Se estableció el criterio de bajo, moderado y alto, considerado bajo aquella área que resulte con poca o casi ninguna alteración (menos del 5 %), moderada cerca de un 50 % de afectaciones producidas por el hombre y alto cuando se aprecie alta influencia antrópica (más del 80 %).

Se consideró como aspecto esencial del grado de perturbación los datos obtenidos de volúmenes de extracción de arena sílice (m³) y superficie de tala de pinares naturales (ha), a partir de los registros de extracción de arena sílice de la Empresa Minera Arena Sílice del Ministerio de la Industria Básica de Molina, munic-

pio Guane, y el área de manejo de Sabanalamar, provincia Pinar del Río. Se realizó un análisis de correspondencia para determinar la relación entre las variables nominales (grado de antropización) y los sitios. Se determinó la dimensionalidad de la solución a partir del mínimo ([filas, columnas] -1). Para ello se empleó el paquete estadístico SPSS ver. 21.0.

Resultados y Discusión

El inventario florístico de Sabanalamar incluyó un total de 27 familias botánicas, 43 géneros, 52 especies y 4 862 individuos, las familias con mayor riqueza de especies en orden representativo fueron: Euphorbiaceae, Asteraceae, Eriocaulaceae, Xyridaceae con 16 taxones (30,77 %), Arecaceae, Poaceae y Fabaceae con nueve taxones (17,31 %), siete familias botánicas que representan el 23,08 % del total estuvieron representadas solo por dos especies y 13 familias (25,00 %) mostraron solo una especie (Figura 2). Es notorio la riqueza florística de este sitio independientemente de ser un bosque de pino caracterizado por una baja representatividad de especies, lo cual se atribuye al edatopo (condiciones de arenas blancas) donde se encuentra localizado el pinar que permite el afloramiento de especies sobre todo de porte herbáceo y arbustivo que ocupan rápidamente

el área cuando se presentan claros en el bosque. La mayor riqueza de las familias botánicas coincide con los resultados reportados por Cejas y

Herrera (1995), López et al., (1989) y Hernández et al., (1995) para estas condiciones ecológicas.

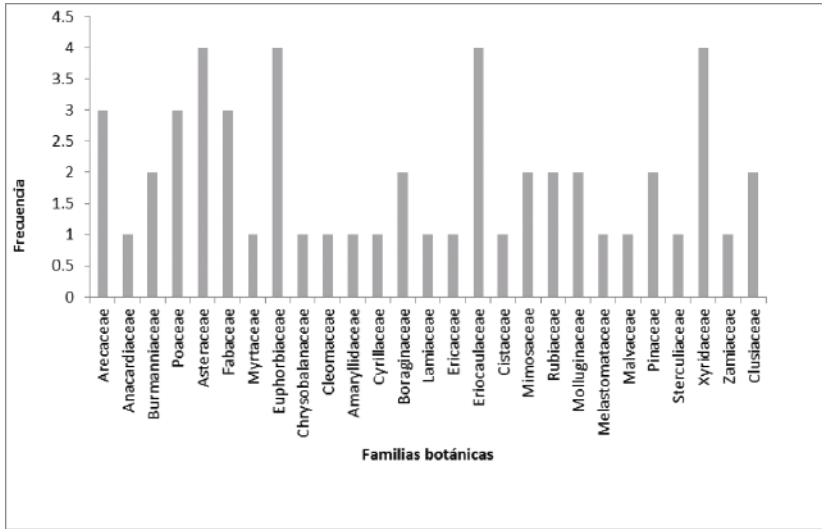


Figura 2. Composición florística por familias botánicas en el sitio Sabanalamar.

La flora descrita para el sitio San Ubaldo incluyó un total de 18 familias botánicas, 27 géneros, 35 especies y 1 398 individuos, riqueza florística inferior a la reportada para el sitio de Sabanalamar, lo cual pudiera deberse a la intensidad de las prácticas de extracción de arena sílice que ocasiona cambios en la composición florística. Las familias con mayor riqueza de especies, en orden representativo, fueron: Euphorbiaceae, Fabaceae y Eriocaulaceae, con 13 taxones (27,08 %), le sigue en orden

las Melastomataceae y Asteraceae con seis taxones (12,50 %), luego siete familias para un 25,93 % estuvieron representadas solo por dos especies y 15 familias (55,55 %) mostraron solo una especie (Figura 3). La familia pinaceae resultó de las menos representativas. Estos resultados contrastan con Valdés *et al.*, (2014) donde refieren que en un bosque de pinar la familia pinaceae es la más representativa desde el punto de vista botánico siempre que se mantenga la composición florística original del bosque.

Alvis (2009), refiere que una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel. En el sitio San Ubaldo esta caracterís-

tica está menos atribuida que en Sabanalamar, lo que sugiere un bosque con tendencia a la homogeneidad por el predominio de pocas especies, debido principalmente a la intervención antrópica por prácticas de extracción de arena sílice sin criterios silvícolas.

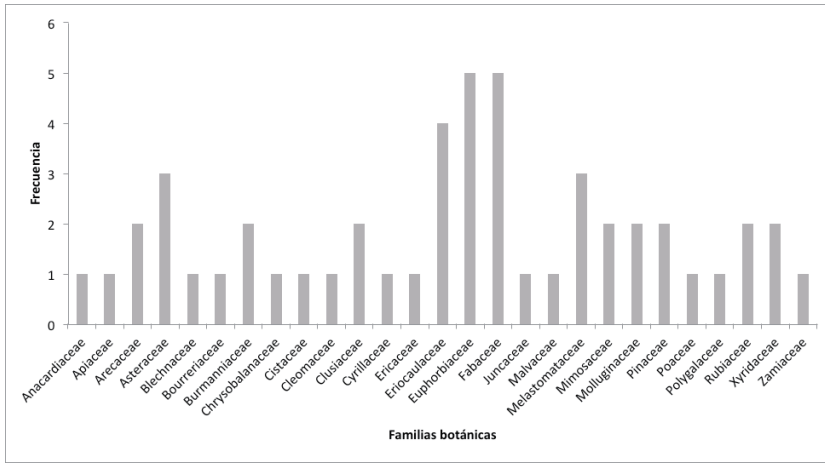


Figura 3 - Composición florística por familias botánicas en el sitio San Ubaldo.

Los parámetros fitosociológicos y el índice de valor de importancia ecológica de las especies que resultaron con $d_{1,30} > 2,5$ cm del sitio de Sabanalamar resultó con valores diferentes para cada especie ya que en la mayoría de los casos las especies más abundantes se tornaron menos frecuentes y viceversa (Cuadro 1). Entre las especies de mayor peso ecológico (11,54 % de la flora) *Acoelorrhaphes wrightii*, *Pinus caribaea* var. *caribaea* y *Chrysobalanus icaco* ocuparon las tres primeras posiciones ecológicas, fundamentalmente, por su abundancia relativa, acumulan-

do de conjunto el 50 % del total de valor de importancia, aunque es notorio resaltar que *Pinus caribaea* var. *caribaea* ocupó una posición alta por su dominancia dado el mayor área basal pero resultó poco abundante. El resto de las especies que marcaron hasta la sexta posición ecológica presentaron valores de importancia muy similares, indicador de que las especies están determinadas, mayoritariamente, por su distribución en el ecosistema de pinar.

Las especies menos representadas en la comunidad de pinos según

Moreno (2001), pueden ser más sensibles a las perturbaciones ambientales, y alerta acerca de procesos empobrecedores. Estos resultados revelan que las especies que dominan la comunidad, en estos momentos, son típicas de bosques secundarios degradados

debido al impacto de las talas fundamentalmente. Este proceso ha favorecido la proliferación de especies de poco valor forestal con capacidad de tolerar las condiciones ecológicas de las arenas blancas.

Cuadro 1. Parámetros fitosociológicos de las especies de mayor importancia ecológica de Sabanalamar

Especies	AR	FR	DR	IVI
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	2,99	3,75	0,04	6,78
<i>Pinus caribaea var. caribaea</i>	1,15	3,51	0,09	4,75
<i>Chrysobalanus icaco</i>	1,30	3,18	0,03	4,51
<i>Colpothrinax wrightii.</i>	1,66	2,76	0,01	4,37
<i>Anacardium occidentale</i>	0,97	2,13	0,01	3,11
<i>Cocothrinax miraguama</i>	1,03	2,38	0,01	3,41

Los resultados del índice de valor de importancia ecológica para el sitio San Ubaldo indicó que las especies *Colpothrinax wrightii*, *Anacardium occidentale* y *Chrysobalanus icaco* ocuparon el mayor peso ecológico (13,64 % de la flora), fundamentalmente, por su abundancia relativa, acumulando de conjunto el 50 % del total de valor de importancia (Cuadro 2). Es apreciable que las posiciones ecológicas de las especies varían con respecto al sitio anterior y de manera particular se observó que *Pinus caribaea var. caribaea* aunque es una de las especies de mayor importancia económica y ecológica en un ecosiste-

ma de pinar no ocupó las primeras posiciones, lo cual obedece a la intensidad de las prácticas de extracción de arena sílice en San Ubaldo por parte de la Empresa Constructora del Ministerio de la Construcción de Pinar del Río y consecuentemente el mayor volumen de tala, lo cual altera la estructura del bosque manifestando cambios en las posiciones ecológicas de las especies.

En relación a la abundancia y frecuencia de las especies se observó que estas no se presentan bien distribuidas en el área inventariada sino que se agrupan en manchas o conglo-

merados, frecuentes en la naturaleza debido a pequeñas variaciones ambientales pero importantes para los individuos que integran la población.

La estructura de estos bosques se asemeja a la distribución descrita por Alvis (2009).

Cuadro 2. Parámetros fitosociológicos de las especies de mayor importancia ecológica de San Ubaldo

Especies	AR	FR	DR	IVI
<i>Colpothrinax wrightii</i> .	2,35	4,17	0,01	6,53
<i>Anacardium occidentale</i>	1,62	4,11	0,01	5,74
<i>Chrysobalanus icaco</i>	1,34	4,10	0,01	5,45
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	0,32	3,85	0,01	4,18
<i>Cyrilla racemiflora</i>	0,77	3,23	0,01	4,01
<i>Pinus caribaea var. caribaea</i>	0,66	2,27	0,08	3,01

Los resultados del índice de valor de importancia ecológica para los sitios de estudio son un reflejo de la antropización a la cual están sometidas con mayor énfasis en San Ubaldo. Esto coincide con Fernández *et al.*, (2010) en bosques de pinares naturales de la localidad de Viñales, Pinar del Río.

En Sabanalamar la distribución por clases diamétricas indicó que el 64,21 % del total de individuos se concentró en la primera clase (2,5 - 5,5 cm), el 28,05 % en la segunda clase (5,6 - 8,5 cm), mientras que solo un 7,61 % de los individuos ocuparon las clases superiores (8,9 - 11,5 cm) (Figura 4). En San Ubaldo la distribución por clases diamétricas resultó

inferior a Sabanalamar en todas las clases diamétricas con una estructura más irregular. Se obtuvo que el 33,42 % del total de individuos se concentró en la primera clase (2,5 - 5,5 cm), el 57,19 % en la segunda clase (5,6 - 8,5 cm), mientras que solo un 3,19 % de los individuos ocuparon las clases diamétricas superiores (8,9 - 11,5 cm).

Según Lamprecht (1990) la mayoría de las áreas naturales existentes presentan una estructura disetánea caracterizada por diferentes edades y ritmos de crecimiento, de ahí que las diferencias existentes entre sitios obligan a establecer una tipificación para el manejo adecuado de los bosques. De acuerdo a estos resultados, se puede afirmar que ambos sitios han

sido perturbado por la tala intensiva de los individuos de mayor diámetro con mayor énfasis en San Ubaldo donde se extraen altos volúmenes de arena sílice, lo cual ha alterado la estructura diamétrica de este bosque con predominio de árboles con diámetros más pequeños y una estructura irregular.

La forma de una distribución gráfica similar a una “J” invertida, predominante en el sitio Sabanalamar, es característico de los bosques tropicales heterogéneos y disetáneos con

tendencia a disminuir en número de individuos a medida que va aumentando el diámetro. Estos resultados coinciden con Bascopé y Jorgensen (2005) y Cascante y Estrada (2001). El mayor predominio de individuos en las clases diamétricas intermedias, sitio San Ubaldo, ofreció una distribución diamétrica en forma de campana de gauss indicando un bosque heterogéneo secundario, el cual se encuentra en un estado avanzado de sucesión ecológica. Este comportamiento coincide con lo descrito por Alvis (2009).

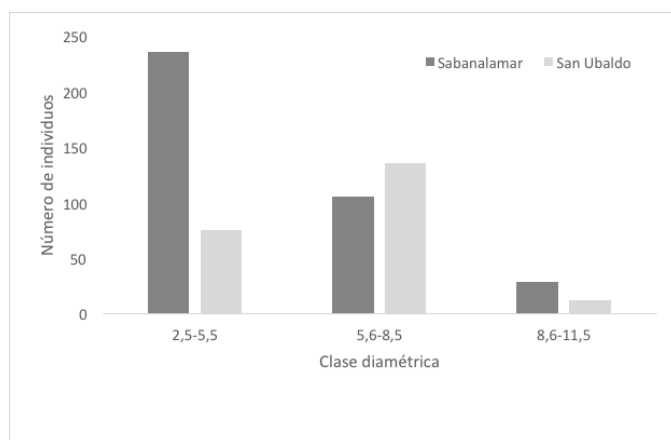


Figura 4. Distribución de individuos por clases diamétricas en el sitio de Sabanalamar y San Ubaldo.

La diversidad florística resultó baja para ambos sitios de estudio (Cuadro 3), significativamente inferior en San Ubaldo ($p \leq 0,05$), debido al volumen de extracción de arena sílice. El sitio de Sabanalamar se presentó como el

área más diversa, expresado a través del índice de Shannon, con mayor equitatividad (Equidad) y menor dominancia (Simpson). Estos resultados se corresponden con lo reportado por Valdés *et al.*, (2014) para los

bosques de pinos, atribuyendo la baja diversidad a la influencia de la antropización y al tipo de ecosistema.

Según Albis (2009), los bosques naturales tropicales son heterogéneos y están conformados por una alta diversidad de especies, con diferentes edades, diferenciados en tres estados

sucesionales: brinzal, latizal y fustal. En las áreas de estudio esto no se corresponde, primero, por la naturaleza propia del pinar donde abundan pocas especies y, segundo, por las perturbaciones que limitan e interrumpen los estados sucesionales del bosque.

Cuadro 3. Valores de diversidad florística en los sitios de Sabanalamar y San Ubaldo

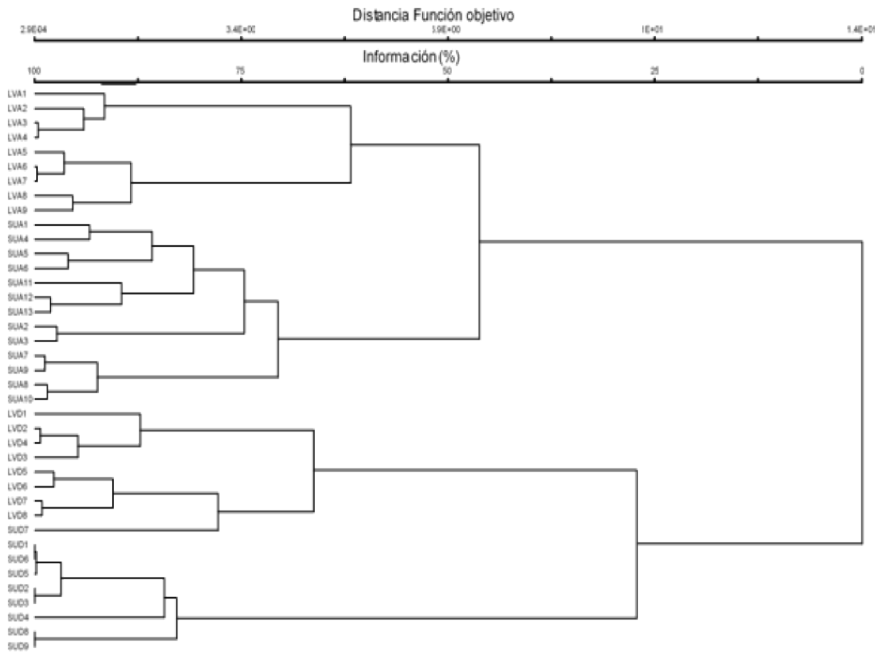
Índice	Sabalamar	San Ubaldo
Shannon (H')	1,85a	1,02b
Shannon (HMax)	1,97a	1,04b
Equidad (J')	0,99a	0,45a
Simpson (D)	2,33a	4,55b

El análisis de conglomerados jerárquicos basado en la similitud de Sorensen, entre las parcelas, permitió la identificación de dos grupos dentro del bosque de pinar (Figura 5), que corresponden a una vegetación diferenciable por su abundancia y distribución. Un grupo estuvo conformado por las áreas donde no se realizaron prácticas de extracción de arena sílice, en mejor estado de conservación y el otro donde se extrajo arena sílice, lo que generó un mayor grado de perturbación y ocasionó cambios y alteraciones en la estructura y composición de especies. La divergencia significativa entre ambos grupos indicó dife-

rencias florísticas, atribuido a la intensidad de las prácticas de extracción y a la localización geográfica de las unidades de muestreo, encontrándose en el primer grupo, en su mayoría, las áreas más cercanas al coto minero con altos volúmenes de extracción de arena donde las especies *Xyris ambigua*, *Juncus repens* y *Xyris ekmanii* resultaron más dominantes con un carácter de colonización acelerado después de la extracción de arena sílice y favorecidas en los edátomos de mayor humedad. Es notorio resaltar que en San Ubaldo donde se realizan prácticas de extracción de arena sílice existe poca representación de las

especies de pinos en todos los estratos, al menos durante el período evaluado, lo cual indica su carácter temporal de vulnerabilidad ante este

fenómeno, de igual manera se pudo comprobar una disminución gradual del número de endémicos.



Cuadro 4. Dendrograma de clasificación de las unidades de muestreo en relación a la composición florística de Sabanalamar y San Ubaldo

El análisis de correspondencia mostró una correlación significativa ($p \leq 0,05$) entre los sitios de estudio y el grado de intervención (Cuadro 4) con valores de inercia total de 0,829. La solución indicó que solo es significati-

vo el primer eje, proporción de inercia que explicó el 83,5 %. Esto demuestra el grado de deterioro de las áreas donde se realizan extracciones de arena sílice.

Cuadro 5. Resumen del análisis de correspondencia del grado de intervención y sitios de estudio

Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi cuadrado	Sig.	Proporción de inercia	
					Explicada	Acumulada
1	0,89	0,69			0,89	0,89
2	0,37	0,14			0,16	1,00
Total		0,89	24,95	0,00a	1,00	1,00

El Cuadro 5 muestra el análisis de correspondencia permutada donde se aprecian dos grupos, resultando la mayoría de las áreas del Sabanalamar en categoría medianamente intervenido mientras que el

resto estuvo evaluado de muy intervenido, lo cual demuestra el efecto de las perturbaciones asociadas a las talas de aprovechamiento sin criterios de manejo y la extracción de arena sílice en los sitios de estudio.

Cuadro 5. Resultados del análisis de correspondencia permutada

Sitio	Grado de perturbación			
	Muy intervenido	Medianamente intervenido	Poco intervenido	Margen activo
San Ubaldo CE	7	0	0	6
San Ubaldo T	5	4	0	9
Sabalamar T	3	6	0	6
Sabalamar SE	0	8	2	9
Margen activo	15	18	2	30

Leyenda: CE (Con extracción); SE (Sin extracción); T (Talas)

Conclusiones

El estado actual de los pinares naturales de Sabanalamar y San Ubaldo es desfavorable con un efecto significativo en este último determinado por el mayor grado de perturbaciones asociado a la intensidad de las prácticas de extracción de arena sílice

y las talas de aprovechamiento sin criterios de manejo, lo cual incidió en la baja diversidad florística.

Se constató cambios y alteraciones en la estructura vertical y horizontal del bosque de pinar con predominio de las familias botánicas Euphorbiaceae, Asteraceae, Eriocaulaceae, Xyridaceae y baja representatividad de las

pinaceae, lo que provocó consecuentemente escaso valor ecológico en las especies de pino.

La estructura del bosque resultó heterogénea con alteraciones en las clases diamétricas, predominio de individuos en las clases inferiores y una distribución en forma de J invertida para Sabanalamar y de campana de gauss para San Ubaldo como indicador del estado de sucesión ecológica.

Literatura Citada

- Alvis, G.J. (2009). Structural analysis of a natural forest area located in the rural municipality of Popayán. *Revista de Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. 7 (1): 116-122.
- Araujo, N. Mora, A., Moraes, M. (2009). Estado de conservación de los bosques nativos andinos de Bolivia: La relación con factores socio-demográficos de densidad poblacional y pobreza. PROBONA, Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia.
- Bascope, S.F y Jorgensen, P.M. (2005). Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Revista Ecológica*. Vol. 40 (3): 365-379. Bolivia.
- Cascante, M. A. y Estrada, Ch., E. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 49 (1): 213-225.
- Cejas, F. y P. Herrera. (1995). El endemismo de las sabanas de las arenas blancas (Cuba Occidental). *Fontqueria* 42:229-242.
- Fernández, J.A.; García, Q.Y.; Arteaga, C.Y. y Geada, L.G. (2010). Lineamientos para las buenas prácticas de manejo y conservación de *Pinus tropicalis* Morelet en Alturas de Pizarras, Viñales. Número Especial *Revista Forestal Baracoa*. Vol.30 (1). Publicaciones seriadas. Disponible en: <http://www.fao.cu>.
- García, Q.Y. (2006). Estrategia para la conservación intraespecífica de *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea*, Barret y Golfari. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Proyecto de cooperación de formación doctoral Universidad de Pinar del Río / Universidad de Alicante. Cuba/España. Pinar del Río, Cuba.
- Hernández J., J.A. Bastart, E. Medero y P, P, Herrera. (1995). Flora y vegetación de las sabanas de arenas blancas, Isla de la Juventud (Cuba). Estado de conservación. *Fontqueria* 42: 219-228.
- Lamprecht, H. (1990). Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. *Cooperación técnica*. Eschborn, Alemania. 335 p.

López, A., E. Pouyú y L. Catafús. (1989). El endemismo de la familia Poaceae en Cuba. *Acta Botánica. Cub.* 82:1-8.

Matos, J. y Ballate, D. (2006). ABC de la Restauración Ecológica. Santa Clara. Editorial Feijóo. 92 p.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis. SEA. Volumen 1. Zaragoza, España. 84 p.

Ruíz, J.M., y Aide, M. (2005). Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management*, 218, 159-173.

Urquiola, A.; González, L. y Novo, R. (2007). Libro rojo para la flora vascular. Provincia Pinar del Río, Cuba. Jardín Botánico de Pinar del Río. 32 p.

Valdés, S.M.; García, Q.Y; Escarré, E.A., Flores, J.; Geada, L.G.; Arteaga, C.Y.; Valdés, S.C. (2014). Estructura de un bosque natural perturbado de *Pinus tropicalis* Morelet en Galalòn, Cuba. *Revista Botanical Science.* 92 (3): 417-423.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Department of Biological Sciences Northern Illinois University. Editorial Pearson. Upper Saddle River, New Jersey. 931 p.