

**PERTURBACIONES HUMANAS SOBRE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE
SEMIDECIDUO MESÓFILO, RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DEL ROSARIO, CUBA****HUMAN DISTURBANCES ON THE COMPOSITION AND STRUCTURE SEMI-DECIDUOUS FOREST
MESOPHYLL BIOSPHERE RESERVE SIERRA DEL ROSARIO, CUBA**

(Entregado 15/09/2015 – Revisado 06/11/2015)

ALFREDO JIMÉNEZ GONZÁLEZ PhD.

Ingeniero Agrónomo, Master en Agroecología y Agricultura Sostenible y Doctor en Ciencias Forestales, por la Universidad de Pinar del Río, Cuba. Docente contratado en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en la Carrera de Ingeniería Forestal desde noviembre de 2014.

MSC. GINGER ARACELY PIONCE ANDRADE

Ingeniera Forestal, por la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa, por la Universidad Nacional de Loja. Docente contratado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en la carrera de Ingeniería en Ecoturismo desde 2003 – 2013, y Docente contratada en la carrera de Ingeniería Forestal desde 2014.

**ROGELIO SOTOLONGO SOSPEDRA
PhD.**

Ingeniero Forestal, Máster en Ecología y Sistemática y Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad de Pinar del Río, Cuba. Profesor Titular de la Universidad de Pinar del Río, Cuba en la Carrera de Ingeniería Forestal.

MARCOS PEDRO RAMOS RODRÍGUEZ PhD.

Ingeniero Forestal y Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad de Pinar del Río, Cuba. Docente contratado en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en la Carrera de Ingeniería Forestal desde noviembre de 2014.

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador

alfredo.jimenez@unesum.edu.ec

ajimenez2015@hotmail.com

RESUMEN

Los disturbios antropogénicos pueden contribuir a regular la dinámica de la regeneración, la estructura y composición de los bosques tropicales. La identificación de dichos disturbios permite establecer directrices para la conservación de estos bosques. Esta investigación fue desarrollada entre los años 2008 y 2013. El objetivo fue identificar los efectos de las perturbaciones humanas sobre la composición y estructura del bosque semideciduo mesófilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Cuba. La información fue obtenida utilizando un muestreo aleatorio estratificado. Se establecieron 30 parcelas de 0,1 hectáreas (50 m x 20 m) siguiendo la "Metodología de Inventario Rápido" descrita por Gentry (1985; 1988) y por Keels et al. (1997). Fueron utilizados análisis de componentes principales y se identificaron especies indicadoras por el método propuesto

**Doctor Alfredo Jiménez, Magíster Ginger Pionce, Doctor Rogelio Sotolongo y Marcos Pedro Ramos
(Universidad Estatal del Sur de Manabí - Ecuador)**

SATHIRI N° 10, pp: 196 – 206. ISSN 1390-6925. LATINDEX 21955. Enero – junio 2016

por Dufrene y Legendre (1997). Entre las perturbaciones identificadas pueden mencionarse la tala selectiva, extracción de productos forestales no maderables y la construcción de caminos. Igualmente pudo comprobarse que dichas perturbaciones han modificado la composición de especies, la dominancia, la abundancia y el área basal del bosque.

Palabras clave: conservación de bosques, especies indicadoras, actividades antrópicas

ABSTRACT

Anthropogenic disturbances can contribute to regulating the dynamics of regeneration, the structure and composition of tropical forests. The identification of such disturbances allows establishing guidelines for the conservation of these forests. This research was conducted between 2008 and 2013. The main objective was to identify the effects of human disturbance on compositions and structure of mesophyll semideciduous forest in the western part of the Biosphere Reserve Sierra del Rosario, Cuba. The information was obtained using a stratified random sampling. Were established 30 plots of 0.1 ha (50 m x 20 m) according to the "Quick Inventory Methodology" described by Gentry (1985; 1988) and Keels et al. (1997). They were used principal component analysis and indicator species were identified the method by Dufrene and Legendre (1997). May be mentioned selective logging, extraction of non-timber forest products and building roads between the identified disturbances. Also it was found that such disturbances have altered species composition, dominance, abundance and basal area of the forest.

Keywords: forest conservation, indicator species, human activities

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de perturbación, existen varias hipótesis para demostrar su significado. A decir de Pickett & White (1985), es un suceso discreto en el tiempo (puntual, no habitual) que altera la estructura de los ecosistemas, de las comunidades o de las poblaciones y cambia los recursos, la disponibilidad de hábitats aptos y el medio físico.

Los diferentes tipos de bosque son resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto de interacción de las especies que lo cohabitan en un espacio continuo Matteucci y Colma (1982). Por otra parte Scatena (2002) planteó que el dinamismo ambiental en la formación del paisaje tropical y la estructura del bosque son procesos dependientes de la escala de observación.

Las actividades humanas han sido motivo de estudios recientes (Jimenez, 2012 & González *et al.*, 2015) relacionados con la composición y distribución de las comunidades vegetales. En este sentido las perturbaciones humanas contribuyen a la regulación de dinámicas de regeneración natural, y la estructura y composición de los bosques. Asimismo otros autores (Kaufmann *et al.*, 1994), aseguran que existen diferencias entre las perturbaciones naturales y las inducidas por el hombre, a lo que añaden Begon, Harper & Townsend (1990), que éstas eliminan organismos y abren espacios que pueden ser colonizados por individuos de la misma especie u otras diferentes.

Existen varias maneras y herramientas para evaluar los impactos que afectan a los ecosistemas. En estudios ecológicos se utiliza la presencia de especies llamadas indicadores, para expresar el estado de deterioro y/o conservación del ambiente o hábitat que las rodea. Estos resultados se pueden combinar con herramientas de evaluación, con vistas a optimizar la eficiencia en la forma de percibir y cuantificar permutaciones en la diversidad biológica.

Los bosques objeto de estudio en esta investigación, han sido sometidos a presiones antropogénicas desde que comenzó la etapa de la colonia española en Cuba, a una explotación irracional de maderas preciosas, lo que trajo como consecuencia que se perdieran individuos con fustes de alto valor comercial.

El objetivo de este estudio fue identificar los efectos de las perturbaciones humanas sobre la estructura y composición del bosque semideciduo mesófilo del sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Cuba.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

En el área predomina el bosque semideciduo mesófilo y limita en su parte Oeste con la comunidad rural Soroa, donde se ubica la Villa Turística y el Orquideario de Soroa, en la provincia de Artemisa, Cuba. El área específica donde se desarrolló la investigación está situada entre las coordenadas 21° 45' y 23° 01' de latitud norte y 82° 51' y 84° 57' de longitud oeste. La precipitación media anual es de 1 860,53 mm, la temperatura media de 24,53 °C y la humedad relativa media anual de 81% según reportaron (Jiménez, 2012; González *et al.*, 2015).

Proceso metodológico

Se establecieron 30 parcelas de muestreo de 0,1 hectáreas (50 m x 20 m), con la aplicación de un diseño aleatorio estratificado, siguiendo la “Metodología de Inventario Rápido” (Jiménez, 2012 y González *et al.*, 2015).

Relación de los disturbios con la estructura y composición del bosque

Las variables independientes fueron establecidas a partir de un diagnóstico inicial, realizado en la zona por los autores. Entre otras acciones se hicieron recorridos de campo, arrojando como variables, el tipo de disturbio, la tala selectiva, la extracción de leña y productos forestales no maderables del bosque; claros por efecto del viento y caída de árboles; afectación total por caminos; y distancia (distancia en metros desde el centro de la unidad de muestreo a las actividades humanas (viviendas, instalaciones turísticas). Las primeras cuatro variables fueron evaluadas de forma ordinal, considerando 1 sin disturbio, 2 disturbio leve, 3 disturbio moderado y 4 disturbio alto (Jiménez, 2012).

Las variables de respuesta o dependientes fueron: riqueza de especies (número de especies presente por unidad de muestreo; dominancia (D) (valor del índice de Simpson); área basal; número máximo de individuos (por unidad de muestreo); y número de individuos total (por unidad de muestreo). Para

describir las relaciones entre las variables se empleó el ACP mediante combinaciones lineales de las variables originales (Jimenez, 2012; González *et al.*, 2015).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación de los disturbios con la estructura del bosque

En la tabla 1 se presenta la categorización de las perturbaciones por sitio de muestreo en las cinco localidades, se comprobó que predominan las alteraciones antropogénicas, las más intensas están relacionadas con la tala selectiva, que es uno de los factores que más alteran la dinámica de la regeneración, la estructura y composición del bosque.

Las perturbaciones por la extracción de leña y otros productos forestales no maderables en general no resultó ser tan intensa, pero son disturbios frecuentes que pueden modificar varios factores ecológicos del bosque.

Existen sitios en la Reserva donde los disturbios antropogénicos y/o de origen natural han ayudado a que aparezcan especies como *Syzygium jambos* y *Dichrotachys cinerea*, las cuales han transformado las propiedades del dosel. Este proceso es aplicable a bosques de ribera o cercanos a los senderos y caminos, respectivamente. Este tipo de especies son capaces de destruir la estructura, equilibrio, dinámica y salud de las formaciones vegetales. En los sitios Brazo Fuerte, San Ramón y El Mogote, la acción de los vientos producidos por los huracanes Ike y Gustav, favoreció la apertura de claros en el dosel y en consecuencia un aumento en la diversidad de árboles pioneros, los cuales demandan gran cantidad de luz.

En relación con los disturbios de origen natural. Estos eventos, se constituyen en ocasiones como un componente de los ecosistemas, correlacionados con la resistencia, que junto a la resiliencia, integran su estabilidad.

**PERTURBACIONES HUMANAS SOBRE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE SEMIDECIDUO MESÓFILO,
RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DEL ROSARIO, CUBA**

Tabla 1: Disturbios y su categoría en las parcelas de muestreo en el bosque objeto de estudio.

Parcela	1 tala selectiva	2 total por camino	3 claros y caída de árboles debido a los vientos	4 entresaca moderada de leña y otros PFSM
sr 1	3	1	2	2
sr 2	3	1	2	2
sr 3	3	1	2	2
sr 4	3	1	2	2
sr 5	3	1	2	2
sr 6	3	1	3	2
mg 1	3	4	3	3
mg 2	3	4	3	3
mg 3	1	3	2	2
mg 4	2	3	2	2
mg 5	1	3	1	1
mg 6	1	3	1	1
bf 1	2	1	3	2
bf 2	2	1	3	2
bf 3	2	1	4	2
bf 4	2	1	4	2
bf 5	2	1	3	2
bf 6	2	1	3	2
lh 1	4	1	2	3
lh 2	4	1	2	3
lh 3	4	1	2	3
lh 4	4	1	2	2
lh 5	4	1	2	2
lh 6	4	1	2	3
mulo 1	2	2	3	3
mulo 2	2	1	3	2
mulo 3	2	1	3	2
mulo 4	2	1	2	2
mulo 5	2	1	2	2
mulo 6	2	1	2	2

Tomado de Jimenez (2012) 1 = sin disturbio 2= leve 3= moderado 4 = alto

**Doctor Alfredo Jiménez, Magíster Ginger Pionce, Doctor Rogelio Sotolongo y Marcos Pedro Ramos
(Universidad Estatal del Sur de Manabí - Ecuador)**

SATHIRI N° 10, pp: 196 – 206. ISSN 1390-6925. LATINDEX 21955. Enero – junio 2016

~ 200 ~

Todo lo anteriormente descrito corrobora la hipótesis de que cualquier cambio, por ínfimo que parezca a mediano y largo plazos, puede modificar la composición de especies al disminuir el valor ecológico de las especies nativas, lo que brinda facilidades de ingreso de especies exóticas.

Para la Reserva Natural El Mulo los niveles del factor cambian a moderado y leve, lo que demuestra que es un área menos perturbada. Estos resultados, pueden ser alentadores, ya que, con intensidades medias de disturbio, se alcanza la mayor expresión de la diversidad biológica en una comunidad.

Estructura diamétrica de las especies forestales con altovalor comercial en la Reserva

En la tabla 2 se presentan las especies menos representadas, con demanda en los mercados locales, pero con pocos individuos en los sitios de muestreo.

Tabla 2:

Especies de interés comercial con potencialidades de desarrollo en el sector estudiado en la Reserva.

Especie	No. de árboles por clase diamétrica (cm)								
	D (1,30)								
	Total	2,5 - 9	10 a 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69	> 70
<i>Gerascanthus gerascanthoides</i>	89	38	30	20				1	
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	58	21	20	7	7	2	1		
<i>Cedrela odorata</i>	45	25	12	2	4	2			
<i>Swietenia mahagoni</i>	28	10			1	5	4	1	7
<i>Terminalia chicharronia*</i>	3		3						
<i>Chione cubensis *</i>	3		3						
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	3	1					1	1	
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	6	2	1	3					

Tomado de Jimenez (2012) * Endémicas de la Sierra del Rosario

Estas especies, en su mayoría presentan potencialidades de producir madera para construir viviendas, carpintería-eganistería, varas, horcones, postes y tablas (Jiménez, 2008; Jiménez, García, Sotolongo, González & Martínez, 2010), que podrían considerarse dentro de una estrategia de restauración en el futuro.

Se afirma que en la región sólo unos pocos individuos poseen diámetros comerciales, a lo que se suman los accidentes topográficos y también se deben a la profundidad de los suelos.

Aunque la diversidad de árboles es alta, en el bosque semideciduo mesófilo estudiado, la abundancia de la regeneración de especies maderables con valor comercial es baja (primera clase diamétrica tabla 2), debido al impacto del exceso de extracción de madera y otros productos no maderables del bosque, sobre la dinámica de la regeneración de especies comerciales.

De acuerdo con términos usados recientemente esta situación tiende a mermar la calidad de las formaciones vegetales, tanto en lo referente al volumen de madera para fines comerciales, como para aumentar las capacidades de las especies de trascender en el tiempo y el espacio.

En la Sierra del Rosario existen especies de los géneros *Talipariti*; *Bursera*; *Calophyllum*; *Laurocerasus* y *Guarea*, que son tolerantes a los disturbios, con una estructura diamétrica que

favorece su presencia en el bosque a largo plazo y con posibilidades de que sean propuestas para planes de reforestación en la región.

Al respecto Jimenez (2012), reportó que, especies como *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* de alto valor comercial están solo representadas por 28 y 45 individuos respectivamente y la estructura por clases diamétricas (Figura 1) revela muy pocos individuos en la categoría de regeneración. Este autor asegura que dicha situación pone en peligro la presencia de estas especies en el futuro, siendo la tala selectiva el principal factor que ha influido en la situación actual de estas dos especies.

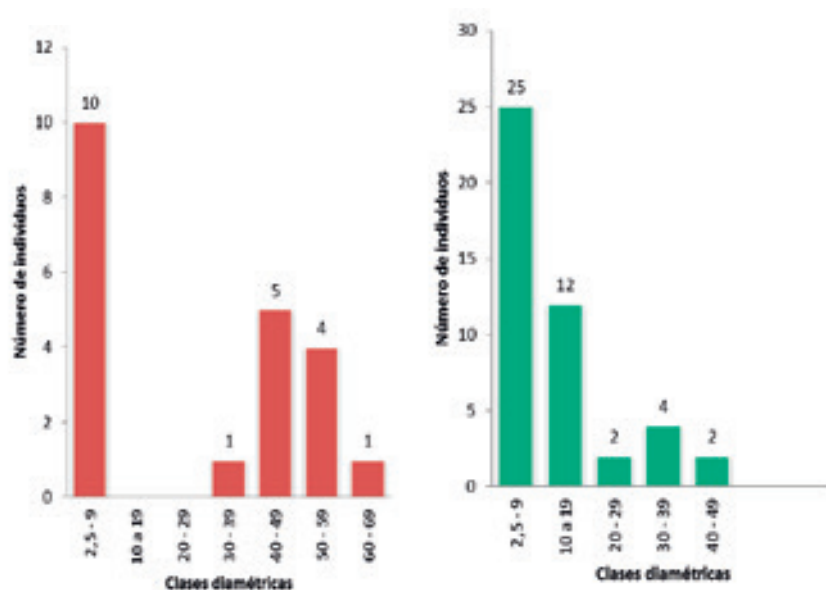


Figura 1: Representación de clases diamétricas de *Swietenia mahagoni* (izquierda) y *Cedrela odorata* (derecha). Tomado de Jimenez (2012).

Otras especies, a saber: *Calophyllum antillanun* y *Talipariti elatum*, presentan distinta distribución diamétrica, ya que se acercan a la normalidad (Figura 2). Una distribución diamétrica que muestre forma de “J” invertida, es característico de bosques nativos. Asimismo, todos los individuos muestreados de estas dos especies mencionadas, se incluyen en la primera clase diamétrica (2,5 - 9 cm), lo que demostró una alta abundancia de individuos jóvenes, con la consiguiente baja presencia de ejemplares en las clases diamétricas superiores.

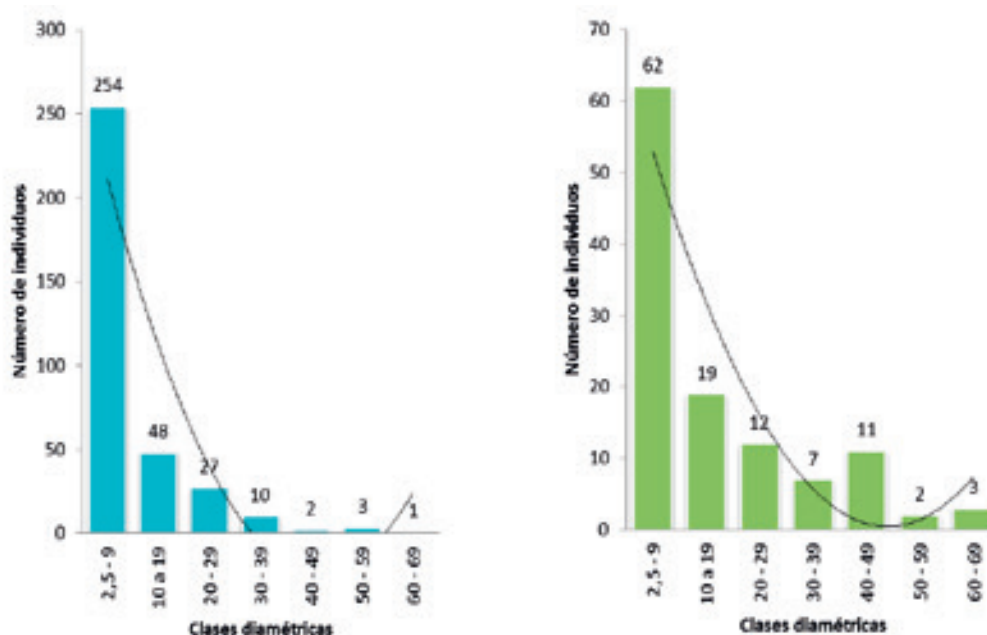


Figura 2: Representación de clases diamétricas de *Calophyllum antillanum* (izquierda) y *Talipariti elatum* (derecha). Tomado de Jimenez (2012).

En otras áreas de la Reserva, se han descrito estos taxa como bien representados en los bancos de plántulas de los bosques donde crecen. Otros postulados afirman que, cuanto más regular sea la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de un bosque, mayor será su valor en la posición fitosociológica, lo que corrobora la presencia de la especie *Matayba apetala* en los sitios objeto de este estudio.

Los resultados del análisis de componentes principales realizado (Tabla 3) demostraron que los tres primeros ejes explican 67 % de la variabilidad presente en la caracterización realizada, siendo el número máximo de individuos, la tala selectiva, el número total de individuos y la dominancia, las variables que más contribuyeron a la segregación de los componentes.

El primer componente revela la relación inversa entre las variables número de especies y área basal con variables de tipo ambiental como la distancia de los sitios de muestreo a las zonas pobladas y los claros en el bosque por efecto del viento y la caída de árboles. El segundo y tercer componente confirman la relación directa entre el nivel de perturbación por tala selectiva, extracción de productos forestales no maderables y la construcción de caminos con la cantidad de individuos. (Jimenez, 2012; González *et al.*, 2015). Estos autores afirman que, la alta densidad de individuos, en los sitios más perturbados, está relacionada con la apertura del dosel y la elevada regeneración de especies heliófilas con diámetros pequeños que determinan valores bajos de área basal y alta densidad.

Tabla 3.

Análisis de componentes principales realizado sobre la matriz de correlación de las variables descriptoras de perturbación y descriptoras de la estructura de especies.

Variables descriptoras	Comunalidad	Componente		
		1	2	3
Riqueza de especies	0,725	-0,773	0,306	-0,183
Claros por efecto del viento y caída de árboles	0,617	0,766		-0,157
Diversidad (1/D)	0,776	0,624		0,620
Distancia	0,609	0,607		-0,489
Área basal	0,414	-0,601	-0,231	
Tala selectiva	0,860		0,919	
Extracción de leña y PFNM	0,638	0,236	0,753	0,121
Número de individuos total	0,777	-0,295	0,635	0,535
Número máximo de individuos	0,877		0,338	0,869
Afectación total por caminos	0,408	-0,158	-0,355	0,507
Autovalor		2,486	2,211	2,003
% de varianza		24,862	22,105	20,031
$\Sigma\sigma^2$		24,862	46,967	66,998

Tomado de Jiménez (2012) & González *et al.*, (2015).

En un dosel la composición florística puede cambiar posteriormente de que ocurran perturbaciones; asimismo si su apertura ocurre como consecuencia de las actividades antrópicas, y/o naturales incrementan la iluminación, disminuye la humedad del suelo y el ambiente del sitio y expone a la regeneración natural a temperaturas más extremas a nivel de sotobosque, lo que provoca que una gran cantidad de especies generalistas de amplia distribución se tornen dominantes en el sotobosque.

La reducción en la cantidad de árboles, los cambios microclimáticos bruscos que alteran la composición florística, dentro de las que se incluyen especies de interés maderable, son variables que han sido modificadas por, la extracción de productos forestales maderables y no maderables del bosque, la apertura de caminos y la tala del bosque con fines comerciales.

Las especies secundarias inventariadas en este estudio, son características del bosque semideciduo mesófilo, no obstante a su bajo valor comercial, presentaron mayor abundancia, por ejemplo, en los sitios donde el grado de perturbación es moderada y alta, predominan las especies *Matayba apetala* y *Trophis racemosa*, que a la vez coinciden con las unidades de muestreo correspondientes a Brazo

Fuerte, Los Hondones y San Ramón. Estos sitios, donde existen claros en el bosque favorecen la habilidad de ciertas especies de prosperar en ellos y poseer mayor diversidad (a escala local y regional) que el que se presentaría si faltaran esas perturbaciones. Niveles medios de disturbios indican que casi siempre habrán: a) sitios recién perturbados (apertura drástica de claros), b) con especies pioneras típicamente, c) de edad intermedia, y d) zonas de dosel cerrados (ocupados típicamente por especies no pioneras). Este aspecto favorece que más especies puedan coexistir en lugar de que hubiesen, o muchos claros o mucho dosel cerrado. La variable distancia a las actividades humanas, también incidió en los resultados antes mencionados, fundamentado por la presencia de viviendas y animales domésticos en las áreas muestreadas.

4. CONCLUSIONES

- Los efectos de las perturbaciones humanas sobre la composición y estructura del bosque semideciduo mesófilo, están validados por la estructura y composición, las características en la distribución diamétrica, así como la regeneración de las especies dominantes y con valor comercial.
- Con excepción de la loma de El Mulo, en las áreas de estudio predominan las alteraciones antropogénicas con intensidades de disturbio moderado y alto.
- Las especies *Matayba apetala*, *Guarea guidonia*, *Swietenia mahagoni* y *Terminalia chicharronia* se identifican como especies claves sobre la base de su representatividad, vulnerabilidad a los cambios ambientales, singularidad y posibilidad de monitoreo.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de otras variables ambientales sobre la estructura del bosque semideciduo mesófilo del sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario.
- Incentivar a las comunidades locales para que realicen acciones de autogestión encaminadas a restaurar y conservar los valores naturales de la zona objeto de estudio.
- Extender estos análisis de datos ecológicos a otros sectores de la Reserva.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begon, M.; Harper, L. & Townsend, R. (1990). Ecology. Individuals, populations and communities. Blackwell. Oxford.
- González, E., Blanco, J. A., Geada, G., Sotolongo, R., González, M., Mitjans, B., Jimenez, A. & Sánchez, J. (2015). Actions for the Restoration of the Biodiversity of Forest Ecosystems in Cuba. En J. A. Blanco. (Ed.), Biodiversity in Ecosystems - Linking Structure and Function (pp.529-579). Croacia: Editorial Intech.
- Guariguata, M. y Kattan, G. (eds.) (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro universitario regional. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Jiménez, G. A. (2008). Productos Forestales no Maderables en la Comunidad Soroa, Sierra del Rosario, Candelaria, Pinar del Río. 86 h. Tesis (en opción al título de Master en Ciencias. Mención Agroecología). Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca" (Inédito).

- Jiménez, G. A., García, L. M., Sotolongo, S. R., González, G. M. & Martínez, O. M. (2010). Productos Forestales no Maderables en la Comunidad Soroa, Sierra del Rosario. Centro Universitario Municipal San Cristóbal. Pinar del Río. Cuba. Revista Forestal Baracoa. Vol. 29 (2), julio – diciembre 2010. ISSN: 0138-6441.
- Jimenez, A. (2012). Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesófilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario”, orientada a su conservación. 111 p. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca.
- Kaufmann, R., Graham, T., Boyce Jr., A., Moir, H., Perry, L., Reynolds, T., Bassett, L., Mehlhop, P., Edminster, B., Block, M. & Corn, S. (1994). An Ecological Basis for Ecosystem Management. Gen. Tech. Rep. Rm-246. Fort Collins, Co: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Matteucci, D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington D.C., USA.
- Pickett, S. T. A. & White, P. S. (1985). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics .Academic Press, EE.UU.
- Scatena, F. (2002). El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica. En: Guariguata, M y Kattan, G. (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR, Cartago, Costa Rica.