

**Caracterización pos perturbación del bosque seco semideciduo del Cabo San Antonio, Parque Nacional Península de Guanahacabibes**

***Post-disturbance characterization of the semi-deciduous dry forest of Cabo San Antonio, Peninsula de Guanahacabibes National Park***

**Freddy Delgado Fernández**

Doctor en Ciencias Forestales, investigador Auxiliar, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba, [fdelgadofern@gmail.com](mailto:fdelgadofern@gmail.com);

ID: <https://0000-0001-9348-2878>

**Alejandro Javier Barreto González**

Ingeniero Forestal, reserva científica, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba, [alejandro@ecovida.cu](mailto:alejandro@ecovida.cu); ID: <https://orcid.org/0000-0002-3346-7630>

**Alina Pérez Hernández**

Doctor en Ciencias Forestales investigador Auxiliar, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales Ecovida, Pinar del Río, Cuba, [alina@ecovida.cu](mailto:alina@ecovida.cu); ID: <https://orcid.org/0000-0002-0220-4918>

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

Delgado Fernández, F., Barreto González, A. J. & Pérez Hernández, A. (2022). Caracterización pos perturbación del bosque seco semideciduo del Cabo San Antonio, Parque Nacional Península de Guanahacabibes. *Avances*, 24(1), 2-19, <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/667/1900>

**Recibido:** 23 de junio de 2021

**Aceptado:** 18 de noviembre de 2021

**RESUMEN**

El estudio se realizó en un bosque seco semideciduo en Cabo San Antonio, extremo más occidental de la península de Guanahacabibes. El objetivo del estudio fue caracterizar su estructura y diversidad después de perturbaciones antrópicas y naturales por más de 15

años. Se marcaron 12 parcelas de 625 m<sup>2</sup> distribuidas a ambos lados de la vereda principal, a intervalos de 200 m. Se midieron todos los individuos  $\geq 2$  cm de diámetro a 1.30 m de altura del suelo y  $\geq 2$  m de altura del árbol. Se determinaron las variables estructurales: riqueza, densidad, altura media,

diámetro medio, área basal, volumen, índice de valor de importancia ecológica de las especies y del ecosistema en general. Se identificaron 62 especies forestales, agrupadas en 53 géneros y 37 familias, valores superiores a los obtenidos en estudios anteriores en la misma localidad. Se demuestra la alta degradación en que se encuentra el bosque debido a los efectos de los ciclones tropicales y el aprovechamiento forestal, al compararlo con estudio similares, realizados con más de 15 años de antelación en la localidad. Se demuestra disminución significativa de la altura, diámetro, área basal y volumen de los estratos arbóreos y a la vez, un incremento considerable de la densidad, riqueza del estrato arbustivo y regeneración natural. Se demuestra la ruptura del proceso de resiliencia de estos ecosistemas por los efectos de las perturbaciones a que han estado sometidos a través del tiempo.

**Palabras clave:** estructura; diversidad forestal; resiliencia.

#### **ABSTRACT**

The study was carry out in a semi-deciduous dry forest in Cabo San Antonio, the most western part of Península de Guanahacabibes. The objective of this study was to characterize the structure and diversity

after anthropic and natural disturbances for more than 15 years. Twelve plots were marked of 625 m<sup>2</sup>, distributed on both sides of the main road, at 200 m intervals. All individuals  $\geq 2$  cm in diameter were measured at 1.30 m high from the ground and  $\geq 2$  m in tree height. The structural variables were determined: richness, density, average height, average diameter, basal area, volume, index of value of ecological importance of the species and of the ecosystem in general. A total of 62 forest species were identified, grouped into 53 generous and 37 families, values higher than those obtained in previous studies in the same locality. The high degradation of the forest due to the effects of tropical cyclones and the use of the forest is demonstrated, if is compared with similar studies, carried out more than 15 years in advance in the locality. There is a significant decrease in the height, diameter, basal area and volume of the arboreal strata and at the same time, a considerable increase in the density, richness of the shrub stratum and natural regeneration. It's demonstrate the breakdown of the resilience process of these ecosystems by the effects of the disturbances that they was been subjected over time.

**Key words:** structure; forest diversity; resilience.

#### **INTRODUCCION**

Desde la perspectiva del manejo de recursos naturales y teniendo en cuenta

integralmente los aspectos de producción, conservación y restauración,

es importante entender la respuesta de los ecosistemas a las perturbaciones. Así mismo, es importante detectar el cambio en el estado de los sistemas ecológicos, por tratarse de procesos que ocurren a escalas temporales y espaciales extensas.

En las regiones tropicales, los bosques secos son los más vulnerables a las perturbaciones (Dryflor *et al.*, 2016). La presión que se ejerce sobre ellos provoca transformaciones que llevan a la fragmentación, la degradación y la deforestación (Chazdon, 2014), por tanto son los bosques que se encuentran entre los ecosistemas más amenazados en el mundo. El 97% están sometidos a disturbios que pueden provocar su deterioro o eliminación (Mooney, 2011; Banda *et al.*, 2016).

Los ecosistemas poseen una propiedad frente a los disturbios que les permite sobreponerse a la modificación de su estructura denominada resiliencia ecológica. Este fenómeno presenta dos componentes principales: la resistencia y la recuperación (Lloret, Keeling & Sala, 2011). La resistencia le otorga a un ecosistema la capacidad de soportar el

impacto inmediato de una perturbación, mientras que la recuperación consiste en el restablecimiento de sus características afectadas después de un disturbio, como su estructura y diversidad (Hodgson *et al.*, 2015).

En Cuba se han establecido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 211 áreas aprobadas, de ellas 77 de significación nacional y 134 de significación local, así se garantiza la conservación de muchos valores esenciales de la biodiversidad cubana, en especial el Parque Nacional Península de Guanahacabibes (González *et al.*, 2016)

Los objetivos del estudio es: caracterizar la estructura y diversidad del bosque seco semideciduo en el extremo más occidental del Parque Nacional Guanahacabibes, demostrar la ruptura del proceso de resiliencia de estos ecosistemas por los efectos de las perturbaciones a que han estado sometidos a través del tiempo para sentar bases en los manejos de recursos forestales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el sector más occidental del área protegida de recursos manejados Península de

Guanahacabibes que también ostenta reconocimiento internacional como Reserva de la Biosfera homónima.

*Desglose metodológico por componente de la vegetación.*

Unidad muestral: Parcela de 625 (25 m X 25 m) Se sitúan a 5 m dentro del bosque, evitando el efecto de borde de las veredas forestales.

Tamaño de muestra: 12 parcelas (0.75 ha)

Mediciones de árboles y arbustos: Todos los individuos de cada parcela que reúnan los requisitos de tener:  $\geq 2$  cm de diámetro a 1.30 m de altura del suelo y  $\geq 2$  m de altura del árbol. Para la regeneración natural se midieron 2 subparcelas de 1 m<sup>2</sup> distribuidas al azar en cada parcela de 625 m<sup>2</sup>, midiéndose todos los individuos < de 2 m.

Variables independientes:

- o Formación vegetal,
- o Estado de conservación del bosque (según clasificación de Delgado, 2014)

Variables dependientes de vegetación.

- o Riqueza de especies (Número de especies por parcelas y ecosistema).
- o Estructura: (Den) Densidad por especie, parcelas y del ecosistema (árboles/hectárea), (Alt) Altura media de cada estrato y de las parcelas, (DAP) Diámetro medio a 1.30 m de altura del suelo por

árbol, parcelas y ecosistema, (AB) Área Basal por especies, parcelas y ecosistema ( $\Pi \cdot r^2$  m<sup>2</sup>/ha) y (V) Volumen por especies, parcelas y ecosistema ( $AB \cdot Alt \cdot 0.5$  (m<sup>3</sup>/ha).

Estratificación del bosque: (Rn) Regeneración natural (< de 2 m de alto), (Ea) Estrato arbustivo (2 a 4.4 m de alto), (Eai) Estrato arbóreo inferior (4.5 a 9.9 m de alto), (Eas) Estrato arbóreo superior ( $\geq 10$  m de alto).

IVIE: (Índice de valor de importancia

ecológica de las especies forestales)

$IVIE = FreR + DenR + DomR$

Donde:

Densidad relativa

$DenR = \frac{\# \text{ individuos de una especie}}{\text{Total \# individuos de todas las especies}} \times 100$

Dominancia relativa  $DomR = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Total área basal de todas las especies}} \times 100$

Frecuencia relativa  $FreR = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Suma de todas las frecuencias}} \times 100$

Cobertura del dosel: Porcentaje de área foliar en proyección horizontal del suelo

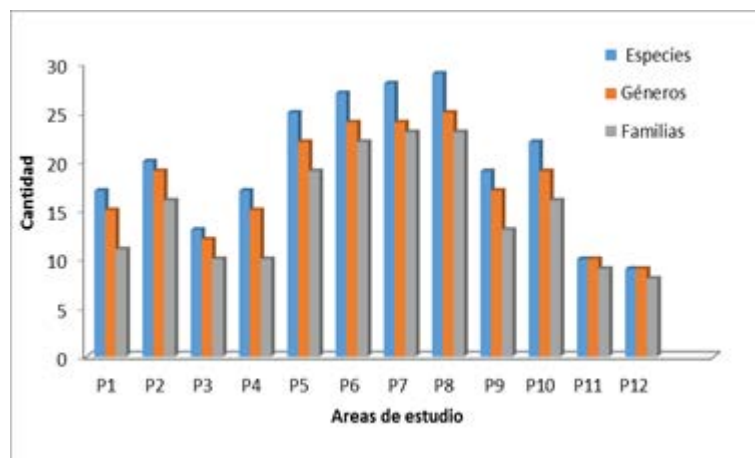
Cobertura del suelo: Porcentaje de afloramiento rocoso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Diversidad forestal*

Se identificaron 62 especies forestales en todo el ecosistema, agrupadas en 53 géneros y 37 familias. Las familias más representadas corresponden a: *Rubiaceae* (5) y *Sapindaceae* (4), otras tres familias: *Meliaceae*, *Boraginaceae* y *Lamiaceae* contienen tres especies respectivamente (Tabla 1).

El Comportamiento de la diversidad del bosque en las diferentes áreas de estudio se muestra en la Figura 2. Las especies más representativa en todas las áreas son: *Cordia gerascanthus*, *Erythroxylum havanense*, *Erythroxylum areolatum*, *Picramnia pentandra*, *Gymnanthes lucida*, *Eugenia montícúla*, *Savia sessiliflora*, *Chiococca alba* y *Sideroxylon foetidissimum*.



**Figura 2.** Comportamiento de la diversidad del bosque en las diferentes áreas de estudio.

El bosque ubicado en la porción más occidental de la península de Guanahacabibes, presenta los estratos arbóreos con muy baja densidad y en él, predominan los individuos deciduos (58.3 %), por lo que se clasifica como Bosque semidecuido, según Herrera y Rodríguez (1988), Delgado (2014) y Herrera-Peraza *et al.* (2016), Esta formación está representada por un número reducido de especies, que constituyen el 14 % del total del

ecosistema y el 40.3 % de las especies que conforman el estrato arbóreo superior, donde se destacan: *Cordia gerascanthus*, *Cedrela odorata*, *Catalpa macrocarpa*, *Ficus aurea*, *Bursera simaruba*, *Celtis trinervia*, *Tabebuia angustata* y *Tabebuia myrtifolia*. Las especies siempreverdes son las más numerosas pero con muy baja densidad, resaltando: *Sideroxylon foetidissimum*, *Dendropanax arboreus*, *Andira inermis* y *Erythroxylum areolatum*.

**Tabla 1.** Lista florística del bosque seco semideciduo del Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes. **Fuente:** Elaboración propia.

N	Especies	N	Especies
1	<i>Adelia ricinella</i> L.	32	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.
2	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	33	<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.
3	<i>Alvaradoa psilophylla</i> Urb.	34	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC. <i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Schu.
4	<i>Amyris balsamifera</i> L.	35	<i>Ficus aurea</i> Nutt.
5	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC.	36	<i>Forestiera rhamnifolia</i> Griseb.
6	<i>Bourreria succulenta</i> Jacq	37	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.
7	<i>Bucida buceras</i> L.	38	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
8	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	39	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.
9	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) J. Presl	40	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.
10	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	41	<i>Hamelia patens</i> Jacq.
11	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. subsp. <i>Catalpa macrocarpa</i> (A. Rich.) Ekm. & Urb.	42	<i>Lantana aculeata</i> L
12	<i>Cedrela odorata</i> L.	43	<i>Morinda citrifolia</i> L.
13	<i>Celtis trinervia</i> Lam	44	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Gris.
14	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	45	<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill.
15	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Brit. & Rose	46	<i>Picramnia pentandra</i> Sw.
16	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. sub. <i>oliviforme</i> .	47	<i>Pisonia aculeata</i> L.
17	<i>Citharexylum spinosum</i> L.	48	<i>Plumeria obtusa</i> sub. <i>sericifolia</i> (Gr.) Borhidi
18	<i>Coccoloba diversifolia</i> Jack.	49	<i>Savia sessiliflora</i> (Sw.) willd.
19	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	50	<i>Schaefferia frutescens</i> Jacq.
20	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	51	<i>Seco</i>
21	<i>Cupania glabra</i> Sw.	52	<i>Serjania diversifolia</i> (Jacq.) Radlk
22	<i>Curatella americana</i> L.	53	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.
23	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Dec. et Planch.	54	<i>Stenostomum lucidum</i> (Sw.) C. F. Gaertn
24	<i>Diospyros anisandra</i> . S.F. Blake	55	<i>Tabebuia angustata</i> Britton.
25	<i>Diospyros crassinervis</i> (Krug. & Urb.) Stan.	56	<i>Tabebuia myrtifolia</i> (Griseb.) Britton <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.
26	<i>Drypetes alba</i> Poir	57	<i>Trichilia havanensis</i>
27	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	58	<i>Trichilia hirta</i> L.
28	<i>Erythroxylum alaternifolium</i> A. Rich.*	59	<i>Trichostigma octandrum</i> (L.) H. W. in H.G.A.
29	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	60	<i>Vitex divaricata</i> Sw.
30	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	61	
31		62	

### Estructura de la vegetación

Altura del bosque y su estratificación: La Figura 3 representa la estratificación del bosque, donde se definen cuatro estratos con sus alturas medias: Rn (1.20 m ±0.14), Ea (3.06 m ±0.38), EAi (5.88 ±0.82) y EAs (12.49 ±0.87); en los tres primeros, no hay

diferencias significativas en las alturas medias para todas las áreas de estudio; en caso del EAs, si se obtuvo diferencias significativas (F =15,22; p<0.0001), al igual que en las parcelas 1,2 y 10. En las parcelas 11 y 12 no están representados los estratos arbóreos por lo que la

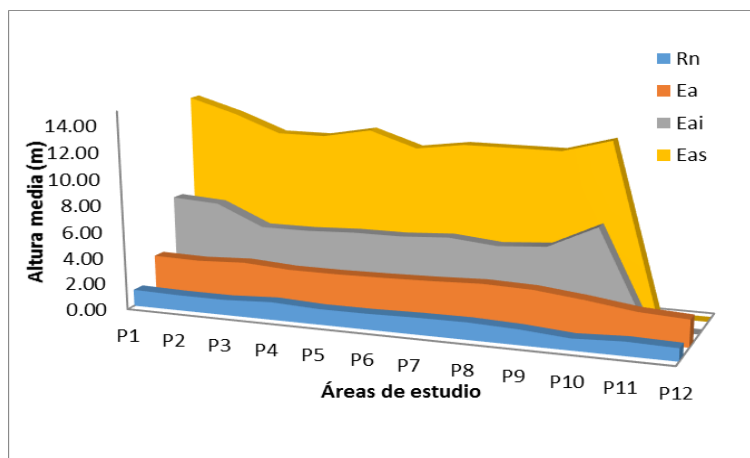
cobertura vegetal es representativa de un Matorral secundario.

#### Altura del bosque

La altura de los árboles representa el resultado más visible del funcionamiento del bosque, la cual está determinada, principalmente, por la disponibilidad de nutrientes y el agua en el ecosistema (Herrera *et al.* 2016). En ella también influye la composición florística y los grupos funcionales que predominan en el EAs. En la Figura 3 se observa la estratificación del bosque, dado por la altura de los árboles donde las parcelas 1 y 10 se registran las alturas mayores por lo que se clasifican como bosques medios según Herrera *et al.* (1988); al superar los 14 m de alto, las demás parcelas están en los rangos de bosques

bajos, esta característica también es un reflejo de la degradación del bosque.

Las alturas más bajas del EAs, se registraron, en las parcelas 3, 4, 6, 7, y 9 todas por debajo e igual a los 12 m  $\pm$  1,8, por lo que podemos considerarlos como Bosques bajos, en el resto de las localidades las alturas medias de este estrato, está en el rango de 12,5 a 14 m.  $\pm$  2,95 las que clasifican en la categoría de Bosque medio.

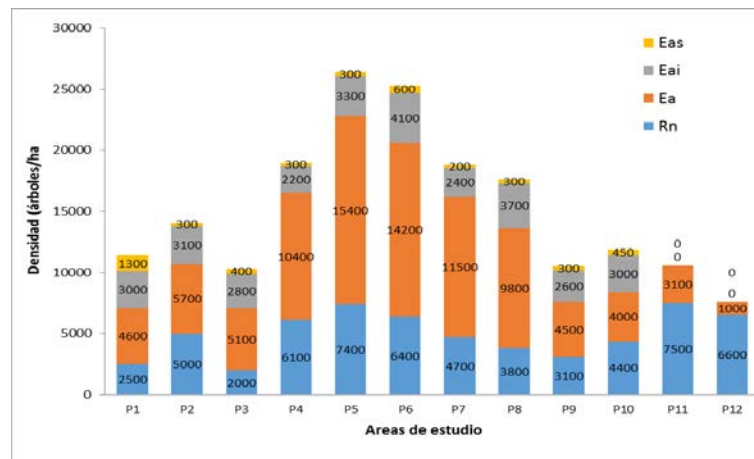


**Figura 3.** Estratificación del bosque semidecídulo en las diferentes áreas de estudio.

#### Densidad.

Los valores obtenidos en densidad de árboles por área se representa en la Figura 4. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $F = 121,61$ ;  $p < 0.0001$ ) entre las parcelas para todos los estratos del bosque, donde los

valores medios del ecosistema en general son: Rn,  $4540 \pm 1870.08$ ; Ea,  $8520 \pm 4643.95$ ; EAI,  $3020 \pm 576.97$  y EAs,  $445 \pm 320.11$ . y para un promedio del ecosistema en general de  $16550 \pm 6128.84$ .



**Figura 4.** Comportamiento de la densidad en la estratificación del bosque en las áreas de estudio.

**Leyenda:** Eas- Estrato arbóreo superior; Eai- Estrato arbóreo inferior; Ea- Estrato arbustivo; Rn- Regeneración natural.

La alta densidad encontrada en los estratos de Rn y Ea, en todas las áreas de estudio, que representan entre el 90 y 92% respectivamente del total de la densidad del ecosistema (Figura 4), está determinada porque todavía este bosque se encuentra en fase de transición de la fase fiera, a homeostasis inicio (Herrera *et al.*, 1988 y Delgado, 2014). Se cuenta con una alta densidad de individuos jóvenes, procedentes en su mayoría, de los renuevos de los tocones cortados y de la regeneración natural por semilla, de numerosas especies Pioneras y Oportunistas (Delgado *et al.*, 2015 y Herrera *et al.*, 2016) que entraron en las primeras fases de la sucesión, aunque en ellas ocurrió una alta mortalidad. Las especies más representativas con los mayores valores de Densidad relativa (Tabla 2) son: *C. gerascanthus*, *E. havanense*, *E. monticola*, *E. areolatum*, *S. sessiliflora* y los arbolitos muertos,

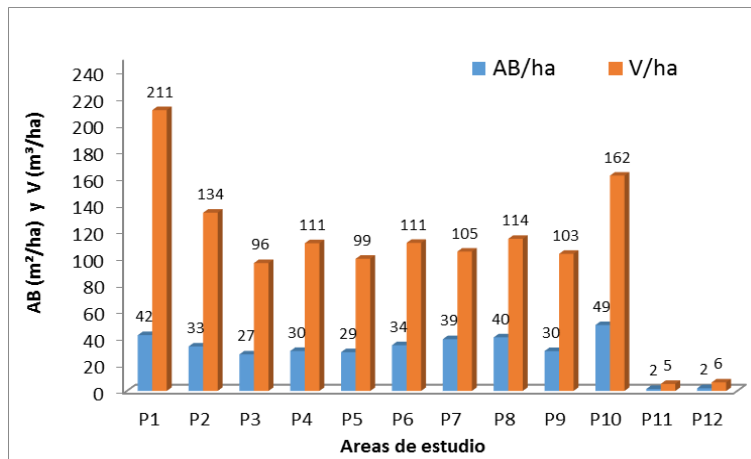
coincidiendo exactamente con lo reportado por los autores anteriores.

Es significativa la baja densidad de los estratos arbóreos con un 13.2 %, principalmente, el EAs que solo alcanza el 4.7 %. Resultados similares fueron reportados por Perez (2019), donde plantea la alta degradación del ecosistema, por los efectos del aprovechamiento forestal.

#### *Áreas Basal (AB) y Volumen (V)*

El análisis de ANOVA para el AB arrojó diferencias significativas ( $F=12.2$   $p<0001$ ), entre las localidades, para esta variable (Figura 5). El valor medio para el ecosistema fue de  $35.45 \text{ m}^2 \pm 7.01$  resaltan las parcelas 1 y 10 por encima de los  $40 \text{ m}^2$  y de forma negativa las parcelas 11 y 12 que sus valores fueron 1.6 y 2.1 respectivamente, ya que en ellas, no están presente los estratos arbóreos.





**Figura 5.** Comparación del Área Basal total y el Volumen de las áreas de estudio.

**Leyenda:** AB- Área Basal total; V- Volumen.

En la Variable volumen presentó un comportamiento muy semejante a lo obtenido en *ÁB*, existiendo una diferencia altamente significativa inter grupo. ( $F=31.64$   $p= 0001$ ). Con una media de  $124.49 \text{ m}^3 \pm 58.38$ . Las variables de *ÁB* y *V* constituyen buenos indicadores para evaluar los bosques por su estado de conservación (Delgado, 2014), en tal sentido, los resultados obtenidos (Figura 5) nos aportan elementos para afirmar que este bosque se encuentra altamente degradado

obteniéndose valores por debajo de lo expuesto por este autor.

*Estado de conservación del bosque*

Se obtiene una clasificación de las áreas de estudio según su estado de degradación o perturbación utilizándose los Indicadores de evaluación desarrollados por Delgado (2014) (Tabla 2) y se propone una nueva categoría con su criterio de evaluación (Altamente Perturbado), además, modificaciones en los criterios de evaluación de la categoría Bosque perturbado (Tabla 3).

**Tabla 2.** Clasificación del bosque según Estado de conservación.

Áreas de estudio	Indicadores de evaluación (Según Delgado, 2014)								Clasificación	
	Den (árb/hà)	EAs	AB (m² /ha).	EAs	AB T (m² /ha)	V (m³/há)	EAs	VT (m³/há)		
P1	1300	Pp	26.5	Mp	41.9	Mp	166.5	Mp	210.7	Mp
P2	300	Bp	11.6	Bp	33.4	Mp	75.1	Bp	133.8	Mp
P3	400	Mp	7.2	Bp	27.4	Mp	45.9	Bp	96.0	Bp
P4	300	Bp	11.6	Mp	30.0	Mp	69.5	Bp	10.9	Bp
P5	300	Bp	5.5	Bp	29.1	Mp	37.6	Bp	99.2	Bp
P6	600	Mp	8.2	Bp	34.3	Mp	49.1	Bp	111.1	Bp
P7	200	Bp	1.1	Ap	19.0	Ap	6.9	Ap	75.0	Bp
P8	300	Bp	3.0	Bp	40.2	Mp	16.8	Ap	114.1	Bp
P9	300	Bp	7.3	Bp	29.9	Mp	51.0	Bp	102.9	Bp
P10	450	Mp	15.7	Bp	45.0	Mp	97.6	Bp	118.0	Bp
P11	0	Ap	0	Ap	1.5	Ap	0	Ap	5.3	Ap
P12	0	Ap	0	Ap	2.8	Ap	0	Ap	6.4	Ap

**Leyenda:** Pp- Poco perturbado; Mp- Medianamente perturbado; Bp- Bosque perturbado, Ap- Altamente perturbado. Indicadores: Den- Densidad; AB- Area Basal; ABT- Area Basal Total; V- Volumen; VT- Volumen Total; EAs- Estrato Arboreo superior.

**Tabla 3.** Nuevos criterios de los rangos de valores para clasificar el bosque semideciduo de Guanahacabibes en: Estado de conservación del ecosistema.

(Indicadores)	Categorías subordinadas			Nueva categoría
	Poco perturbado	Medianamente perturbado	Bosque perturbado	Bosque Altamente Perturbado
Den EAs (arb/hà)	≥ de 800	799 a 400	399 a 100	< de 100
AB EAs (m <sup>2</sup> /ha).	>de 40	12 a 40	11 a 2	< 2
AB T (m <sup>2</sup> /ha)	> 45	20 a 45	19 a 5	< 5
V Eas (m <sup>3</sup> /há)	> de 300	100 a 300	99 a 20	< 20
(VT (m <sup>3</sup> /há)	> de 320	120 a 320	119 a 50	< 50

**Leyenda:** Den EAs, Densidad del estrato arbóreo superior; AB EAs, área basal del estrato arbóreo superior; AB T, área basal total; V EAs, volumen del estrato arbóreo superior y V T, volumen total.

Para lograr la clasificación se hace una ponderación de los valores, dándole más peso a aquellos criterios que, a nuestra consideración, determinan más en el estado de degradación del ecosistema, como son: la densidad y volumen del EAs. En tal sentido, solo se clasifica un área como bosque medianamente conservado (P1), pero los valores obtenidos en las variables, están en los límites inferiores del rango asumido. Las demás áreas clasificaron como Perturbadas con valores bajos, excepto P7 que sus indicadores de AB y V del EAs están muy bajos. Resaltan P11 y P12 que, al no tener estratos arbóreos, sus valores son cero, y se consideran estas dos parcelas más P7 como Altamente Perturbadas, propuesta de nueva categoría, no contemplada en el estudio anterior, además, teniendo en cuenta los valores dasométricos obtenidos en este estudio, se modifican

los criterios de evaluación de la categoría Perturbado (Tabla 3).

El bosque semideciduo presenta un alto grado de degradación, por los efectos de los ciclones tropicales que azotaron la península en los últimos 16 años, destacándose: Iván (2004), Wilma (2005), Gustav (2008) y más recientemente Michael (2018), los cuales, por sus fuertes vientos de categoría 4 y 5, provocaron derribos de árboles, principalmente del EAs, generalmente a 50 m a ambos lados de las veredas.

La posterior aplicación de talas sanitarias y selectivas por parte de la Empresa Forestal Guanahacabibes, con autorización del Ministerio de la Agricultura, para aplicar el aprovechamiento forestal, en bosques con categorías de protectores de la flora y la fauna, actividad prohibida por la

Ordenación Forestal (MINAGRI, 2008) también contribuyeron a esa degradación. El método selectivo de extracción empleado, de talar los individuos mejores de las especies forestales con vocación forestal para todos los surtidos, desde cujes hasta la madera en bolo, provocaron cambios considerables en la estructura y diversidad del ecosistema.

Los procesos y perturbaciones que ocurren en los ecosistemas forestales, impactan en su estructura y dinámica, cambiando los patrones de funcionamiento del paisaje, debido a ello, llaman la atención de los que manejan recursos forestales, para estar vigilantes de cómo sus prácticas afectan los patrones y procesos del paisaje que conforman los bosques, en todas las escalas espaciales y temporales. Si bien un adecuado manejo forestal sustentable es fundamental para el mantenimiento de la resiliencia, la respuesta al cambio climático requiere la realización de planes e intervenciones suplementarios para no llevar a su límite de tolerancia al bosque y sobrepasar sus umbrales (Weigandt *et al.*, 2019).

Queda demostrada la degradación actual del bosque semideciduo del Cabo San Antonio, por los efectos de las perturbaciones al comparar los resultados obtenidos, con los de Delgado

(2014), al realizar un estudio del funcionamiento de este ecosistema, en las mismas áreas de estudio y aplicándose la misma metodología de tomas de datos en el campo. En dicho trabajo se clasifica este bosque como Perturbado; en esa ocasión, predominan los individuos de tres especies que representan más del 50 % del IVIE en todo el ecosistema: *G. lucidus* (IVIE 68) y *Drypetes alba* (IVIE 35), típicas del EAi y *C. gerascanthus* (IVIE 22) del estrato EAs. En la actualidad esta situación cambió totalmente (Tabla 4); *C. gerascanthus* es la especie dominante, tanto en su densidad como en la dominancia y frecuencia, con un valor del IVIE de 46. Este resultado demuestra lo planteado por Herrera *et al.* (2016) al clasificar esta especie arbórea como restauradora-estabilizadora, por sus capacidades competitivas, capaz de comportarse a la vez, cuando ocurren perturbaciones severas en el bosque, como: pionera, colonizadora, restauradora y estabilizadora del ecosistema.

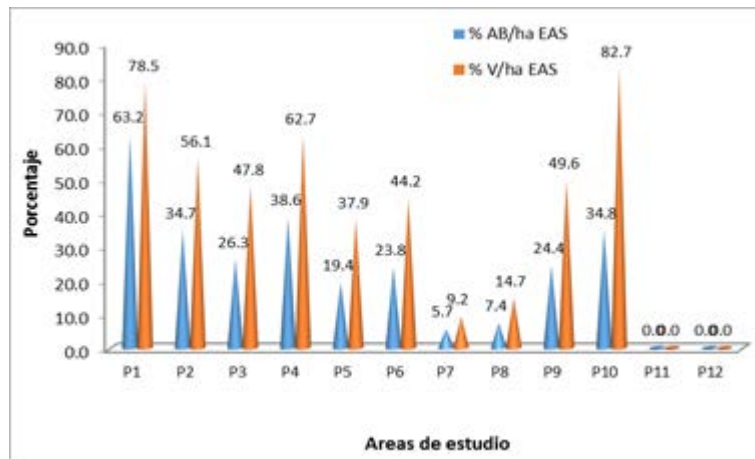
Predominan también en el bosque actual: *E. havanense* (IVIE 17) y *E. areolatum* (IVIE 17); la primera, típica del Ea y la segunda del EAi, además, están presente con alto IVIE, especies pioneras, características de ecosistemas perturbados que no estaban presente en la primera evaluación, tales como: *Alvaradoa psilophylla*, *Gouania lupuloides* y *Allophylus cominia*.

Otro elemento a considerar en las variaciones del ecosistema en este periodo, es la riqueza de especie, donde Delgado (2014), encontró un total de 38 especies y en este estudio, casi se duplica esa cantidad al identificarse 62 (Tabla 1), Es notable en ese incremento, la aparición de lianas con ocho especie, así como sus dominancias y distribución por todo el interior del bosque, característico de ecosistemas perturbados. ((Jiménez, 2016; Pérez, 2019).

Desde el punto de vista de conservación, solo se identificó una especie endémica pancubana *Erythroxylum alaternifolium*, la cual, González-Torres *et al.* (2016) la declara en Peligro de Extinción.

El estado de conservación en que se encuentre el EAs, es el criterio más importante y decisivo para determinar el grado de degradación del ecosistema.

En la Figura 6 se muestra este comportamiento mediante el porcentaje de las variables AB y V. En el área clasificada como medianamente perturbada (P1), la representación de estas variables sobrepasan el 75 y 60 % respectivamente, más de 10 unidades porcentuales a las demás, y en el caso de P7, sus porcentajes reafirman el criterio de ubicarla en la categoría de altamente perturbado. Las parcelas P11 y P12, están en cero al no existir estratos arbóreos, clasificándose también en esta categoría de conservación.



**Figura 6.** Comportamiento del porcentaje del Área Basal y Volumen del Estrato Arbóreo superior en las áreas de estudio.

**Leyenda:** AB- Área Basal total; V- Volumen; EAs- Estrato Arbóreo superior

### Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

El valor de importancia de las especies forestales dentro del ecosistema es un indicador muy valioso para determinar el estado de degradación del bosque y el funcionamiento del mismo (La Torre-Cuadros e Islebe, 2003). En la Tabla 4 se exponen los valores del IVIE las especies

de mayor valor de importancia en el ecosistema de estudio. Se evidencia que las especies forestales de gran valor comercial, y que son representativas de este tipo de formación vegetal, presentan muy bajo valor o están ausentes. Solo *C. gerascanthus* encabeza el listado y en menor medida *S. foetidissimum* y *Cedrela odorata*.

**Tabla 4.** Especies con el mayor índice de valor de importancia ecológica de especies forestales en las áreas de estudio.

Especies	Código	IVIE	DenR	DomR	FreR
<i>Cordia gerascanthus</i>	Cg	45.80	13.23	28.20	4.42
<i>Erythroxylum havanense</i>	Eha	16.46	10.10	2.75	3.61
<i>Erythroxylum areolatum</i>	Ear	16.26	5.05	7.19	4.02
<i>Seco</i>	S	12.02	4.62	3.38	4.02
<i>Picramnia pentandra</i>	Pp	11.67	3.56	4.09	4.02
<i>Gymnanthes lucida</i>	Glu	9.78	2.71	4.26	2.81
<i>Eugenia monticola</i>	Em	9.53	5.10	2.83	1.61
<i>Savia sessiliflora</i>	Ss	9.27	4.57	2.29	2.41
<i>Chiococca alba</i>	Cal	9.09	2.98	2.90	3.21
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sfo	8.96	1.91	4.23	2.81
<i>Adelia ricinella</i>	Ar	7.85	3.14	1.90	2.81
<i>Forestiera rhamnifolia</i>	Fr	7.82	3.51	1.91	2.41
<i>Alvaradoa psilophylla</i>	Ap	7.17	4.36	0.41	2.41
<i>Eugenia axillaris</i>	Eax	7.01	2.44	1.75	2.81
<i>Allophylus cominia</i>	Ac	6.69	2.23	2.05	2.41
<i>Gouania lupuloides</i>	Gl	6.43	1.81	1.41	3.21
<i>Bourreria succulenta</i>	Bsu	5.73	1.91	2.21	1.61
<i>Serjania diversifolia</i>	Sd	5.39	1.43	1.95	2.01
<i>Catalpa macrocarpa</i>	Cm	5.32	2.50	1.22	1.61
<i>Schaefferia frutescens</i>	Sf	5.18	0.80	1.17	3.21
<i>Cedrela odorata</i>	Co	4.89	0.80	1.69	2.41
<i>Ficus aurea</i>	Fa	4.72	0.32	2.40	2.01
<i>Andira inermis</i>	Ai	4.68	0.48	3.80	0.40

**Leyenda:** DenR- Densidad Relativa; DomR- Dominancia Relativa y FreR- Frecuencia Relativa.

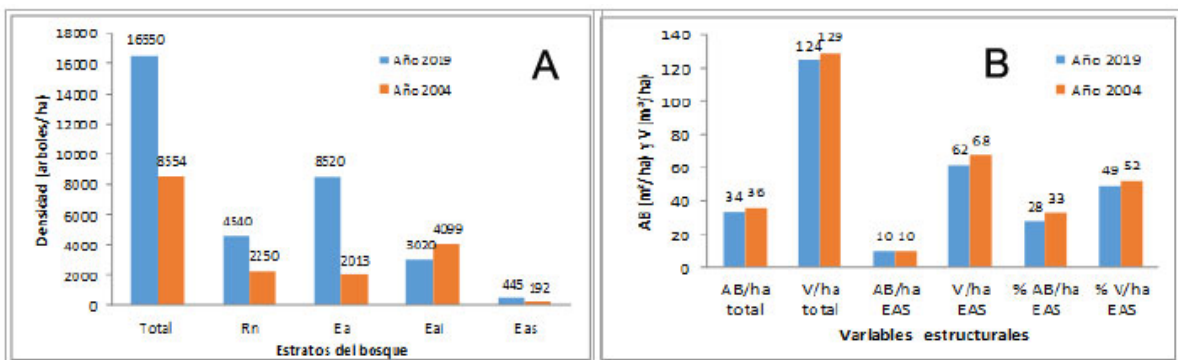
*Resiliencia del ecosistema.*

Los principales indicadores del ecosistema para evaluar la resiliencia ecológica de los bosque secos tropicales son: la estructura, la diversidad y el funcionamiento ecológico, (Wortley, Hero & Howes, 2013). Para evaluar la recuperación desde una perspectiva a escala local que implique el análisis de las variables ecológicas más relevantes, que permiten evaluar la resiliencia ecológica de un ecosistema y las causas que la promueven a diferentes escalas espaciales y temporales (Guerra-Martínez *et al.*, 2020).

Este análisis se hizo en la comparación de los resultados obtenidos en este trabajo, (mediciones de las parcelas efectuadas al final del año 2019), con las realizadas por Delgado

(2014), en el año 2004, en las mismas áreas de estudio, o sea, 15 años después.

El comportamiento de las variables Riqueza de especies, diámetro y altura media se exponen en la Figura 7A. Se produjo un incremento del doble de las especies, dado por la incorporación al ecosistema de numerosas especies pioneras y oportunistas, generalmente heliófilas, que aprovechan la abertura del dosel, por los efectos destructivos de los huracanes y el posterior aprovechamiento forestal. Esta condición está relacionada con la presencia de una combinación de especies de sucesión intermedia y tardía que proporcionan estabilidad al ecosistema, enriquecen sus funciones y aumentan la resiliencia ecológica ante nuevos disturbios (Weigandt *et al.*, 2019).



**Figura 7.** Comparación de la densidad de los estratos del bosque (A) y las variable Área Basal y Volumen en el Estrato arbóreo superior del bosque semidecídúo de Cabo San Antonio, en periodos de medición 2004 y 2019.

Sin embargo, en el diámetro medio y la altura, hubo una disminución de los valores, reflejo de una alta densidad en

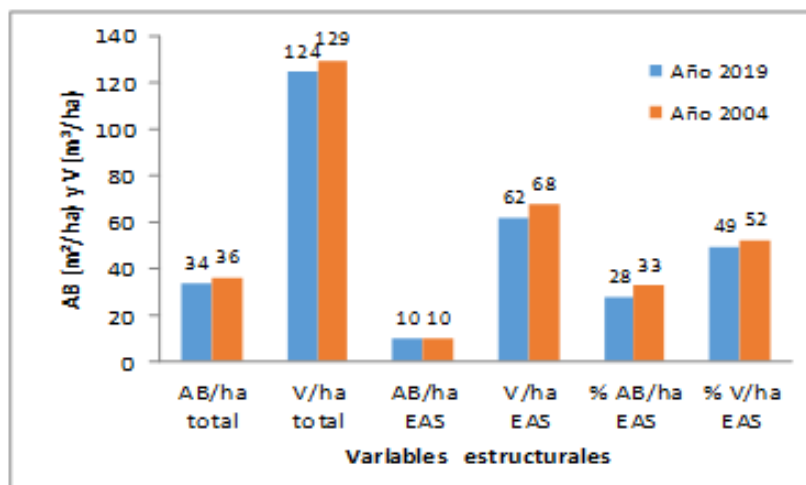
la Rn y en el Ea (Figura 7B), que provoca la competencia de los individuos. De este modo, disminuye así, el crecimiento en

altura y en diámetro; otro efecto es el alto porcentaje de individuos muertos en estado juvenil. Además, un gran porcentaje de los arbolitos son producto del renuevo de los tocones dejados por la tala, con menor grado de desarrollo, a los logrados por semillas, con efecto similar al que reporta Delgado *et al.* (2016).

Al hacer la comparación con las variables estructurales AB y V, el comportamiento fue a la inversa con relación a la densidad, para todos los casos, se produjo una disminución de los valores del año 2019 (Figura 8).

Delgado (2014) planteó, que el ecosistema

se encontraba en una fase fiera final de la sucesión, según lo descrito por Herrera *et al.* (1988). Se infiere, por los resultados obtenidos en este estudio de la estructura y diversidad del ecosistema, que se produjo una ruptura del proceso natural de sucesión, provocando un retroceso de desarrollo en el bosque no cumpliéndose el concepto de "resiliencia" descrito por Weigandt *et al.* (2019), y que definen como la capacidad de un sistema o individuo de absorber perturbaciones, sin alterar sus características de estructura y función, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado.



**Figura 8.** Comparación de las variable Área Basal y Volumen en el Estrato arbóreo superior del bosque semideciduo de Cabo San Antonio, en períodos de medición 2004 y 2019.

**Leyenda:** AB- Área Basal total; V- Volumen; EAS- Estrato Arbóreo superior.

Si la perturbación es intensa, ésta da origen a una cascada de efectos que generan cambios marcados en el

ecosistema forestal, los cuales determinan finalmente el paso del bosque a un nuevo estado de desarrollo

sucesional, encontrándose actualmente en una fase fiera media para las parcelas P2, P3, P4, P5, P6, P8 y en fase fiera inicio a P7, P11 Y P12. Por las características estructurales del estado de la vegetación de estas tres últimas parcelas, las definimos como matorrales secundarios. Por su estado actual de

## CONCLUSIONES

Los bosques secos semideciduos que se desarrollan en el Cabo San Antonio, extremo más occidental del Parque Nacional Guanahacabibes han estado sometidos por muchos años a afectaciones naturales y antrópicas, las que han afectado considerablemente su estructura y diversidad, convirtiéndose

conservación, la P1 se desarrolla en una fase inicio de homeostasis final de la sucesión, según criterios de Herrera *et al.* (1988), única área donde se ha realizado el proceso sucesional a su estado original, lo cual ha tenido la capacidad de resistir y absorber las perturbaciones.

en bosques Perturbados y muy perturbados.

La resiliencia puede considerarse un indicador para medir el estado de conservación en que se encuentran los ecosistemas forestales y la posibilidad de aplicación para conservar áreas sensibles a perturbaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banda, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K.G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. et al. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *SCIENCE*, 353(6306), 1383-1387.

Chazdon, R. L. (2014). *Second Growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. Yokohama, Japan: University of Chicago Press. <https://books.google.com.mx/books?id=buJcngEACAAJ>

Delgado Fernández, F. (2014). Determinación de indicadores ecológicos y ambientales para la evaluación y clasificación funcional del bosque seco semideciduo de la Reserva de la

Biosfera Península de Guanahacabibes (Cuba). En: Fernández Reyes, L., A. Volpedo, M. Salgot. (2014). *Evaluación ambiental integral de ecosistemas degradados de Iberoamérica: experiencias positivas y buenas prácticas*. Barcelona, España: Red CYTED. pp. 133-156. ISBN: 978-959-7167-46-4,

Delgado Fernández, F., Ferro Díaz, J. & Capote López, R. P. (2015). Propuesta para una nueva clasificación de las especies forestales del bosque tropical seco de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. ISSN. 2076-281X *Revista ECOVIDA*, 5(1), 53-88. <https://revistaecovida.upr.edu.cu>



- [/index.php/ecovida/article/view/68/133](https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/68/133)
- Delgado Fernández, F., Pando Delgado, A. M., & Cruz Ramírez, C. (2016). Ecotecnología para el manejo de los bosques semidecuidos degradados de la Península de Guanahacabibes, Cuba. *Revista ECOVIDA*, 6(2), 192-209. <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/90/171>
- González-Tores, L.R., Palmarola, A., Barrios, D., González-Oliva, L., Testé, E., & Bécquer, E.R. (2016). Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea*, 10(NE 1), 1-352.
- Guerra-Martínez, F., García-Romero, A., & Martínez-Morales, M. A. (2020). Evaluación de la resiliencia ecológica de los bosques tropicales secos: una aproximación multiescalar. *Madera y Bosques*, 26(3), 1-19. ISSN 2448-7597 <https://doi.org/10.21829/myb.20.2631983>
- Jiménez, A. (2016). Caracterización florística del bosque semidecuido mesófilo de la reserva natural «El Mulo», Artemisa, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 4(1). <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/139/313>
- Herrera-Peraza, R. A., Bever, J. D., de Miguel, J. M., Gómez-Sal, A., Herrera, P. García, E. E., Oviedo, R., Torres-Arias, Y., Delgado Fernández, F., Valdés-Lafont, O., Muñoz, B. C., & Sánchez, J.A. (2016). A new hypothesis on humid and dry tropical forests succession. *Acta Botánica Cubana*, 215(2), 232-280.
- Herrera-Peraza, R. A., Menéndez, L., Rodríguez, M. E., García, E. E. (eds.). 1988. *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB No. 1, 1974-1987*. Montevideo, Uruguay: UNESCO; ROSTLAC. 760 p.
- Hodgson, D., McDonald, J. L., & Hosken, D. J. (2015). What do you mean, "resilient"? *Trends in Ecology and Evolution*, 30(9), 503-506. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.010>
- La Torre-Cuadros, M., & Islebe, G. (2003). *Traditional ecological knowledge and use of vegetation in southeastern Mexico: a case study from solferino, Quintana Roo Biodiversity and Conservat*. Netherlands: Kluwer academic publishers.
- Lloret, F., Keeling, E. G., & Sala, A. (2011). Components of tree resilience: effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos*, 120(12), 1909-1920. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19372.x>

- MINAGRI. (2008). Proyecto de Ordenación Forestal de la Empresa Forestal Integral Guanahacabibes, Pinar del Río: Ministerio de la Agricultura. 310 pp.
- Mooney, H. A. (2011). Synthesis and promising lines of research on seasonally dry tropical forests. In Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H. A., & Ceballos, G. (Eds.), *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation*. Washington, USA: Island Press/Center for Resource Economics. pp. 301–306. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7\\_17](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7_17)
- Pérez, E. (2019). Efecto del aprovechamiento forestal en bosques semideciduals en la península de Guanahacabibes, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(1), 40-55.
- Wortley, L., Hero, J.M., & Howes, M. (2013). Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. *Restoration Ecology*, 21(5), 537–543. <https://doi.org/10.1111/rec.12028>
- Weigandt, M., Varela, S., Diez, J., Fernández, M.E., & Gyenge, J. (2019). Resiliencia y resistencia forestal en tiempos de cambio climático. *Presencia* (72), 42-46.

*Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license*