

**Evaluación de la vulnerabilidad ambiental en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt**  
**Evaluation of the environmental vulnerability at the National Park Alejandro of Humboldt**

**Autores:** Ing. Maryori Assef-Rodríguez<sup>1</sup>, MSc. Javier Pérez-Perera<sup>1</sup>, Dr.C José Sánchez-Fonseca<sup>2</sup>, Dr.C. Alberto Pérez-Díaz<sup>2</sup>

**Organismo:** <sup>1</sup>Agencia Geocuba Guantánamo, Cuba. <sup>2</sup>Universidad de Guantánamo, Ciudad Guantánamo, Cuba.

**E-mail:** [maryori@gtmo.geocuba.cu](mailto:maryori@gtmo.geocuba.cu), [javier@gtmo.geocuba.cu](mailto:javier@gtmo.geocuba.cu), [jsanchezf@cug.co.cu](mailto:jsanchezf@cug.co.cu), [perez@cug.co.cu](mailto:perez@cug.co.cu)

**Resumen**

La investigación se realizó en bosques pluvisilva de baja altitud sobre ofiolitas, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, localizada entre las coordenadas geográficas X:721 293,45; Y: 201 469,35. Provincia Guantánamo, en octubre de 2019, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad ambiental, estructura y composición florística del bosque. Se establecieron 21 parcelas de 500m<sup>2</sup> aleatoriamente, determinándose número de especies, individuos por especies y estrato, también el diámetro y altura, se caracterizó la estructura según la riqueza, abundancia, dominancia proporcional y el índice de valor de importancia ecológica, se procedió a evaluar la vulnerabilidad ambiental. Las especies de mayor índices de importancia fueron *Calophyllum utili* . Britton y *Jambosa vulgaris*. DC. *Ehretia tinifolia*. L, las parcelas más vulnerables ambientalmente fueron de la uno a la seis, por lo que requieren de medidas para reducir los niveles de vulnerabilidad encaminados a lograr una gestión forestal integral mediante la evaluación con un enfoque proactivo.

**Palabras clave:** vulnerabilidad ambiental; diversidad florística; bosques; especies

**Abstract**

The investigation was carried out in forests pluvisilva, in ofiolitas, of low altitude, National Park Alejandro of Humboldt, located among the X:721 293,45; AND: 201 469,35 coordinates. Guantánamo, in October of 2019, with the objective of evaluating the environmental vulnerability, structures and the forest floristic composition. 21 parcels of 500m<sup>2</sup> settled down aleatorily, being determined species number, individuals for species and stratum, also the diameter and height. The structure was characterized according to the wealth, abundance, proportional dominancia and the index of value of ecological importance, you proceeded to evaluate the environmental vulnerability. The species of more indexes of importance were *Calophyllum utili*. Britton and *Jambosa vulgaris*. AD. *Ehretia tinifolia*. L, the most vulnerable parcels environmentally were from one to six , which demands some actions directed to reduce the vulnerability levels guided to achieve an integral forest administration by means of a proactive focus evaluation.

**Keywords:** environmental vulnerability; diversity florística; fores; species

## **Introducción**

Los bosques aportan contribuciones decisivas, tanto a las personas como al planeta, al fortalecer los medios de vida, suministrar aire y agua limpia, conservar la biodiversidad y responder al cambio climático. También representan una fuente de alimentos, medicinas y combustible, protegen los suelos y el agua, albergan más de las tres cuartas partes de la biodiversidad terrestre mundial y proporcionan numerosos productos y servicios que contribuyen al desarrollo socioeconómico y son particularmente importantes para ciento de millones de personas que viven en zonas rurales (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 2018).

Existen datos cuantitativos que demuestran que los bosques se están gestionando de manera más razonable, lo que contribuyen al logro de los objetivos de desarrollo sostenible, relacionados con los medios de vida, seguridad alimentaria, acceso a energía asequible, crecimiento económico, el consumo y la producción, la mitigación al cambio climático y la gestión forestal sostenible (FAO, 2018).

De nada vale conocer las vulnerabilidades si no se asume una postura responsable para su control. Vulnerabilidad, es sinónimo de debilidad, susceptibilidad a sufrir daño, fragilidad del escenario, inseguridad, inestabilidad, por lo tanto, condición potencial de desastres. No controlar la vulnerabilidad, es exacerbar el riesgo, condicionar el desastre (Guasch, 2013).

El huracán Mathew, dejó al descubierto los niveles de vulnerabilidad que aún presenta el país y en especial la región oriental ante este tipo de fenómeno, y principalmente, estableció la susceptibilidad de las áreas boscosas y la interrelación existente, entre el manejo de éstas y los efectos en la pérdida de biodiversidad.

Los fuertes vientos asociados a fenómenos meteorológicos, están relacionados con los ciclones tropicales, que son catalogados como el evento más destructivo por la intensidad que alcanzan sus vientos, debido a esto, la magnitud del desastre es mayor o menor Estado Mayor Nacional Defensa Civil (EMNDC) (2017). Es por eso, que los fenómenos meteorológicos, generan por naturaleza, daños irreversibles y los bosques, como uno de los componentes del medio ambiente, no se encuentran exceptos.

En Cuba, la evaluación de la vulnerabilidad se realiza mediante lo estipulado en la Guía Metodológica emitida por el EMNDC (2017), con el objetivo de establecer un procedimiento que garantice el desarrollo homogéneo del proceso de Evaluación de Riesgos de Desastres, en todo el territorio nacional y su control. Su contenido carece de un procedimiento que oriente la evaluación hacia otras esferas de la economía, como la forestal.

Se puede afirmar, que los estudios de vulnerabilidad ambiental en ecosistemas boscosos, son insuficientemente analizados, en especial ante la influencia de fuertes vientos asociados a fenómenos meteorológicos. Debido a ello, es de vital importancia conocer, evaluar y zonificar la vulnerabilidad ambiental en estos ecosistemas, para planificar un manejo adecuado de los mismos, razón por la cual, esta investigación tuvo como objetivo: evaluar la vulnerabilidad ambiental mediante el estudio de la diversidad florística y el empleo de indicadores específicos, en un área afectada por fuertes vientos del departamento de conservación Baracoa del Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH).

## **Materiales y métodos**

El área de estudio se localiza entre las coordenadas geográficas X:721 293,45; Y: 201 469,35, perteneciente al departamento de conservación Baracoa del PNAH, municipio Baracoa, provincia Guantánamo.

La investigación se realizó en un bosque pluvisilva de baja altitud, presente en el departamento de conservación Baracoa del PNAH; se caracteriza por presentar rocas ofiolíticas, con suelos ferrítico rojo oscuro, muy pobres y ácidos, poco profundo a muy profundos. El drenaje es bueno (Reyes y Acosta, 2005).

### **Metodología empleada**

Los datos fueron tomados en un bosque con una superficie total de 2 065,06 ha, se levantaron un total de 21 parcelas de 20 x 25 (500m<sup>2</sup>), distribuidas por toda el área, contabilizando las especies leñosas presentes en los diferentes estratos, según los criterios de muestreo definidos por Sánchez (2015).

El inventario fue realizado mediante un muestreo aleatorio simple. La estructura horizontal se evaluó mediante la determinación de los valores de abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie.

El Índice Valor de Importancia Ecológica (IVIE) de las especies, Lamprecht (1990); Keels *et al.* (1997), fue obtenido mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal:

$$IVIE = AR + DR + FR$$

Donde: AR = Abundancia relativa; DR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa

### **Análisis de la vulnerabilidad ambiental**

La evaluación de la vulnerabilidad ambiental, se realizó a partir del análisis de tres indicadores: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. La relación matemática entre ellos, reflejan el comportamiento ambiental del bosque, según los criterios emitidos por Delgado y Finegan (2016).

Por otra parte, en la investigación se consideró la utilización de indicadores principales de vulnerabilidad establecidos por la metodología para la evaluación de los Estudios de Riesgos de Desastres (2017), emitida por el Estado Mayor General de la Defensa Civil. El propósito del empleo del método de índices y su sistema de indicadores es dimensionar y determinar en valores cuantitativos la vulnerabilidad a partir de valores cualitativos, para facilitar la información relevante que permita identificar y proponer acciones efectivas de gestión del riesgo, mediante aspectos ambientales, ecológicos, económicos y técnicos.

La sensibilidad fue evaluada a través del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), como resultado de la suma de los parámetros de la estructura horizontal (abundancia, dominancia y frecuencia relativa); este índice, permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Además, se tuvo en cuenta, la biodiversidad taxonómica y funcional del bosque, las especies arbóreas dominantes, así como la composición, estructura, extensión y distribución de las especies (Finol, 1971).

En función del IVIE, se establecieron rangos de evaluación para su clasificación, mediante el empleo de criterios cuantitativos ponderados (tabla 1) y se propone la siguiente escala de valoración cualitativa, como punto de partida lo establecido en la metodología (2017), para la evaluación de los Estudios de Riesgos de Desastres.

*Poco Sensibles (baja vulnerabilidad):* lo constituyen aquellas especies que presentan un alto valor de IVIE ( $\geq 90$ ), las de mayor peso ecológico, por ser las especies más importantes por su dominancia, abundancia y frecuencia relativa; las que poseen una mayor representatividad, amplia distribución en el rodal y a su vez mayor tamaño. Se esperan que existan relativamente pocos cambios en las poblaciones de las especies dominantes ante los efectos del fenómeno perturbador.

*Medianamente Sensibles:* lo constituyen aquellas especies que presentan un valor medio ( $>50$  IVIE  $<90$ ), son las especies que presentan valores medios de dominancia, abundancia y frecuencia relativa; las que poseen una moderada representatividad, distribución y mediano tamaño, tienen una resistencia moderada a sufrir cambios.

*Sensibles:* lo constituyen aquellas especies que presentan un bajo valor de IVIE  $\leq 50$ , por ser las especies menos importantes por su dominancia, abundancia y frecuencia relativa; las que poseen una menor representatividad, son propensa a tener menos supervivencia.

**Tabla 1.** Rangos de clasificación de la sensibilidad.

IVIE	Sensibilidad	Valor ponderado
$\geq 90$	Poco sensibles (Baja)	1
$>50$ y $<90$	Moderadamente Sensibles (Media)	3
$\leq 50$	Sensibles (Alta)	5

La exposición fue determinada mediante el IVIE, en este caso, se estableció que la exposición de una especie es directamente proporcional al índice, es decir, mientras mayores sean los valores de IVIE, mayor será su exposición ante cualquier fenómeno perturbador, para su evaluación se utilizó un criterio cuantitativo ponderado (tabla 2) y se propone la siguiente escala de valoración cualitativa, como punto de partida lo establecido en la metodología (2017), para la evaluación de los Estudios de Riesgos de Desastres.

*Exposición Alta:* lo constituyen aquellas especies que se encuentran en un rango del IVIE  $\geq 90$ , porque son las indicadoras del área, las más representativas, con altos valores de abundancia, frecuencia y dominancia relativa.

*Exposición Media:* especies que presentan en el rango  $> 50$  IVIE  $< 90$ , presentan pocos cambios en la estructura original, los que no han alterado significativamente sus indicadores de diversidad florística, además presentan valores medios de abundancia, frecuencia y dominancia relativa.

*Exposición Baja:* las especies que se encuentran en un rango del IVIE  $\leq 50$ , estas son las menos representativas e indicadoras del área, presentan valores bajos de abundancia, frecuencia y dominancia relativa.

**Tabla 2.** Rangos de clasificación de la exposición.

(IVIE)	Exposición	Valor ponderado
$\geq 90$	Alta	5
$>50$ y $<90$	Media	3
$\leq 50$	Baja	1

En el caso de la capacidad de adaptación, fue determinada a través del índice de valor de importancia ecológica (IVIE). Se establecieron rangos de evaluación para la clasificación de estos índices, mediante el empleo de un criterio cualitativo ponderado (tabla 3) y se propone la siguiente escala de valoración cualitativa para el análisis de la sensibilidad, como punto de partida lo establecido en la metodología (2017), para la evaluación de los Estudios de Riesgos de Desastres.

*Capacidad de adaptación alta:* conformadas por las especies que presentan un IVIE  $\geq 90\%$ , por ser las indicadoras, las que mejores se van a adaptar a las condiciones edafoclimáticas del área después del evento, la regeneración natural de la mayoría de las especies es alta.

*Capacidad de adaptación media:* cuando el índice se encuentra en el rango  $> 50$  IVIE  $< 90$ , muestran pocos cambios en la estructura original, que no han alterado significativamente sus

indicadores de diversidad florística después del evento, la regeneración natural de la mayoría de las especies es media.

*Capacidad de adaptación baja:* son las especies que presentan un IVIE  $\leq 50\%$ , poseen menos posibilidades de adaptación a las condiciones edafoclimáticas del área, así como a los problemas ambientales que conducen a una degradación y pérdida de la capacidad productiva de las mismas; después del fenómeno perturbador, la regeneración natural de la mayoría de las especies es baja.

**Tabla 3.** Rangos de clasificación de la capacidad de adaptación

(IVIE)	Exposición	Valor ponderado
$\geq 90$	Alta	5
$> 50$ y $< 90$	Media	3
$\leq 50$	Baja	1

### **Evaluación de la vulnerabilidad ambiental**

Consiste en aplicar una ecuación matemática general para el cálculo de la vulnerabilidad ambiental ( $V_a$ ), basada en la propuesta conceptual realizada por Delgado (2016). Se ha considerado utilizarla como una función directamente proporcional a los indicadores propuestos y viene representada en función del valor asignado a los atributos considerados. Se asume como ecuación general:

$$V_a = (S + \text{Exp}) - C_a \quad \text{Donde:}$$

$V_a$ : vulnerabilidad ambiental

S: sensibilidad

Ex: exposición

$C_a$ : capacidad de adaptación

La investigación presenta una valoración cuantitativa de cada elemento y una calificación del nivel de vulnerabilidad observado. Se propone la siguiente escala de valoración de los niveles de vulnerabilidad ambiental, como se exhibe en la tabla 4.

**Tabla 4.** Rangos de clasificación de la capacidad de adaptación

Rangos de evaluación	Nivel de vulnerabilidad
$< 2$	Vulnerabilidad baja
$2 - 4$	Vulnerabilidad media
$> 4$	Vulnerabilidad alta

*Vulnerabilidad ambiental baja:* constituidas por especies pocos sensibles, donde el nivel de exposición y la capacidad de adaptación son catalogados de alta.

*Vulnerabilidad ambiental media:* conformado por especies moderadamente sensibles, el nivel de exposición y la capacidad de adaptación tienen valores medios.

*Vulnerabilidad ambiental alta:* constituidas por especies sensibles, donde el nivel de exposición y la capacidad de adaptación son catalogados de baja.

## **Resultados y discusión**

### **Inventario florístico**

De acuerdo con la curva área - especie (figura 2) el muestreo es representativo de la diversidad de especies del área estudiada, pues a partir de la parcela 17 se

logra la asíntota, indicando que la mayoría de las especies fueron identificadas.

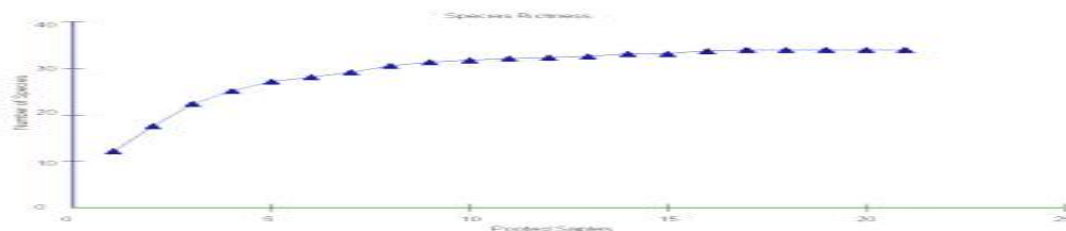


Figura 2. Curva área especie obtenida a partir del muestreo

### Diversidad beta ( $\beta$ )

En la figura 3 se presentan los resultados de la clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición y abundancia de cada especie.

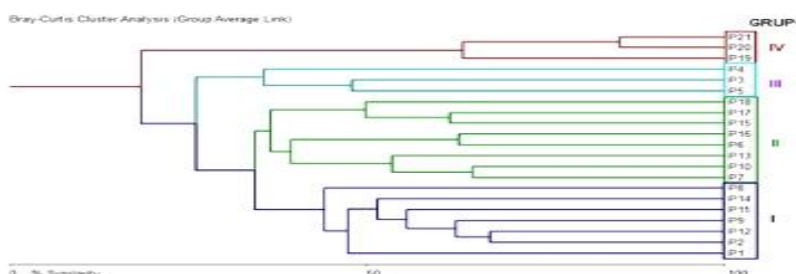


Figura 3. Dendrograma de similaridad florística obtenido por el análisis de conglomerados mediante la medida de similitud de Bray Curtis.

El análisis del conglomerado permitió distinguir cuatro agrupaciones de acuerdo a la composición y abundancia de las especies en cada una de las parcelas. El grupo I y II está formado por 7 y 8 parcelas respectivamente, el grupo III y IV por 3 parcelas en cada caso; donde se destaca la presencia de *C. utili*, *J. arborea*, *E. tinifolia*, *C. rosea*, *S. curatelifolia*, *C. minor* y *G. moralesi*, *M. lata*, *Guarano de costa*, *L. bakeri*, *F. occidentalis* y *C. arbórea*, en su conjunto forman parte de la flora protectora de afluentes, condiciones que son favorables para la conservación y fomento de dichas especies.

El grupo III y IV presentan características bien diferentes con los dos primeros en cuanto a las especies que abundan, aunque coinciden *C. utili*, *J. arborea*, *C. rosea*, *L. bakeri* y *G. moralesi*, el número de individuos es menor y la aparición de nuevas especies como *M. polita*, *G. moralesi*, *P. cubensis*, *V. heptaphylla* y *C. oliviforme*.

### Similitud entre grupos

En la tabla 5, se presenta los valores del índice cuantitativo de *Morisita – Horn* (valores encima de la diagonal) y cualitativo de *Jaccard* (debajo de la diagonal), determinado entre grupos del bosque en estudio.

Tabla 5. Valores de los índices cuantitativo de *Morisita – Horn* (valores encima de la diagonal) y cualitativo de *Jaccard* (debajo de la diagonal) determinado entre grupos.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Grupo I		0,73	0,44	0,17
Grupo II	0,70		0,43	0,38
Grupo III	0,31	0,40		0,12
Grupo IV	0,20	0,24	0,30	

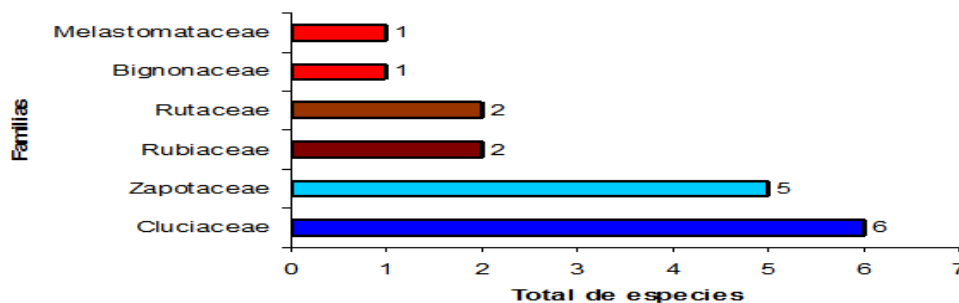
De acuerdo a los resultados por ambos índices, los grupos I y II pueden considerarse como representativos de un mismo hábitat con una alta similitud de especies. Los grupos III y IV pueden considerarse como unidades florísticas independientes ya que los valores de similitud entre ellos son inferiores al 50%, fundamentalmente el grupo IV, debido a que la similitud de especies es baja con respecto a la identificada durante el estudio, siendo *E. tinifolia*, *B. opticola*, *D. morototonii*, *F. occidentalis*, *P. sabamicuminatum*, *G. moralesi* y *P. cubensis* las especies presentes con baja cantidad de individuos.

**Riqueza de especies**

En el estudio se identificaron un total de 24 familias, 30 géneros y 35 especies leñosas correspondientes a los estratos herbáceo, arbóreo y arbustivo. En total se registraron 1 417 individuos en las 21 parcelas, destacando la presencia de especies de alto valor económico y ecológico (Sánchez, 2015).

Según Zhofre y Yaguana (2012), la composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación. Según Berazaín (2011), la antropización del territorio es fuerte y es necesario interpretar su impacto en la flora, por lo que, conocer las características de la flora sinantrópica, tanto el comportamiento de las apófitas (plantas autóctonas) que pueden o no modificar su distribución, como las antropófitas (plantas introducidas, accidentalmente o intencionalmente) cuyo impacto puede ser muy fuerte y llegar a desplazar la flora nativa, es de vital importancia.

Las familias más abundantes en relación con la riqueza de especies (figura 4) agrupan a la mayoría de los individuos enumerados, como es el caso de la familia *Clusiaceae* con seis especies y 390 individuos *Bignonaceae* y *Melastomataceae* con una especie 157 y 124 individuos respectivamente.



**Figura 4.** Familias con mayor riqueza de especies leñosas.

Por otra parte, se encontraron familias representadas por una o dos especies con poca presencia de individuos, como *Sapotaceae* con 5 especies y 21 individuos, *Verbenaceae* con una especie y 4 individuos.

La tabla 6 representa el total de individuos por estrato, donde se puede apreciar que el estrato herbáceo presenta mayor cantidad de individuos con un total de 770, el arbóreo con 610 y el arbustivo con 37 individuos.

**Tabla 6.** Total de individuos presentes en cada uno de los estratos vegetales estudiados.

Estratos	Total de Individuos
Herbáceo	770
Arbustivo	37
Arbóreo	610

Según los valores de riqueza, abundancia y diversidad de especies por cada unidad de muestreo, la cantidad de especies por parcelas es bastante uniforme, el valor que más difiere es la abundancia con parcelas con más de 100 individuos. El índice de Margaleff se comporta con bastante uniformidad, así como el índice de Shannon que muestra diferencias pequeñas con respecto al valor máximo esperado si todas las especies tuvieran igual abundancia. La equitatividad, excepto las parcelas tres y ocho, sobrepasa el valor de 0,80 por lo que a nivel de la comunidad es alto.

### **Estructura horizontal**

La tabla 7 se resumen las especies más abundantes: *C. utili*, *J. arbórea*, *M. lata*, *E. tinifolia*, *F. occidentalis*, *B. palustri*, *T. minor*, *L. bakeri* y *C. rosea*. Los valores de abundancia de estas especies indican el aumento del número de individuos, factor que es favorable para la conservación de dichas especies y la integridad del bosque. Así mismo, las dominantes, con individuos que su diámetro ( $d_{1,30} \geq 10$  cm), se encuentran *C. utili* con un área basal de 22,21 m<sup>2</sup>/ha, *J. arbórea* con 15,6 m<sup>2</sup>/ha. Por otra parte, las especies de mayor frecuencia son *E. tinifolia*, *C. utili* presentan los valores más altos, seguida de *J. arborea*, y *M. lata* de *C. rosea* y *B. palustri*.

Se presentan además las especies más importantes de acuerdo al Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE): *C. utili* y *J. arborea* son las especies más importantes por su dominancia, abundancia y frecuencia relativa, además de *E. tinifolia* y *M. lata* que también constituyen especies importantes dentro de este ecosistema. Existen otras especies como *C. rosea*, *B. palustri*, *C. minor*, *L. bakeri*, que también se destacan por su valor de importancia dentro de este tipo de formación.

**Tabla 7.** Valores de abundancia, dominancia, frecuencia y IVIE

Especies	Abundancia	Dominancia	Frecuencia	IVIE
<i>C. utili</i>	186	99,33	81,0	116,5
<i>J. arborea</i>	157	69,08	71,4	98,10
<i>E. tinifolia</i>	109	20,45	85,7	98,02
<i>M. lata</i>	124	18,64	71,4	82,49
<i>C. rosea</i>	62	25,82	61,9	72,11
<i>B. palustri</i>	85	47,52	61,9	71,59
<i>T. minor</i>	84	32,64	57,10	63,39
<i>L. bakeri</i>	73	32,34	54,23	59,05

### **Especies detectadas con cierto grado de amenaza o incluidas en la lista roja de la flora vascular cubana**

Para realizar el análisis se tuvo en cuenta los criterios planteados por Berazaín (2005), y la presencia de algunas especies en la lista roja de la flora vascular cubana. De las 35 identificadas, en la tabla 8 se muestran las que se encuentran con cierto criterio de amenaza.

**Tabla 8.** Especies que se incluyen en la Lista roja de la flora vascular cubana.

Especies	Familia	Criterio de amenaza	Total de Individuos
<i>B. ophitcola</i>	Combretaceae	VU	12
<i>T. minor</i>	Magnoliaceae	EN	22
<i>P. cubensis</i>	Pinaceae	VU	22
<i>M. jaimiqui</i>	Sapotaceae	VU	9



<i>M. polita</i>	Sapotaceae	VU	2
<i>J. arborea</i>	Bignonaceae	LC	157

Simbología: Vulnerable (VU), En peligro (EN), Preocupación menor (LC)

### Evaluación de la Vulnerabilidad Ambiental Sensibilidad ambiental

Una vez realizada la distribución horizontal y vertical de la vegetación, se identificaron 22 individuos de la especie *T. minor* en peligro, pertenecientes a la lista roja de las especies cubanas en peligro crítico de amenaza, según Berazaín (2005), las especies *B. ophiticola*, *M. polita* son vulnerables, dicha condición les infiere un alto nivel de sensibilidad.

Mediante la determinación del IVIE, se obtuvo que las especies *L. bakeri*, *C. minor*, *S. curatelifolia*, presentan alta sensibilidad debido al bajo valor de importancia ecológica. Las medidas de conservación y manejo deben estar encaminadas a su protección. Análogamente, las poco sensibles son las especies de mayor IVIE, y las de menor preocupación según el criterio de amenaza.

### Exposición

Las especies *C. utili*, *J. arborea*, y *E. tinifolia*, son catalogadas con alta exposición por presentar los valores más altos del IVIE, las parcelas de la uno a la seis son las que tienen mayores criterios de exposición. Las de menor exposición serán las que presenten valores bajos de IVIE, de igual forma las parcelas catalogadas como las menos expuestas ante el evento perturbador son 15,16, 18 y 19.

### Capacidad de adaptación

AL aplicar los rangos de clasificación expuestos en la tabla 3 se obtienen que las especies: *C. utili*, *J. arborea*, *E. tinifolia* presentan alta capacidad de adaptación por mostrar alto valores de IVIE, de igual forma, las parcelas 15, 16,18 y 19 son las que presentan alta capacidad de adaptación.

### Vulnerabilidad ambiental

Las especies *L. bakeri*, *T. minor*, *S. curatelifolia* presentan alta vulnerabilidad ambiental, por ser evaluadas como sensibles, con bajo nivel de exposición y capacidad de adaptación. De igual forma *C. utili*, *J. arborea*, *E. tinifolia* poseen baja vulnerabilidad ambiental, por ser poco sensibles, tener alta exposición y capacidad de adaptación. A su vez, las parcelas de 1 a 6 exhiben una vulnerabilidad ambiental alta, como se muestra en la figura 12.

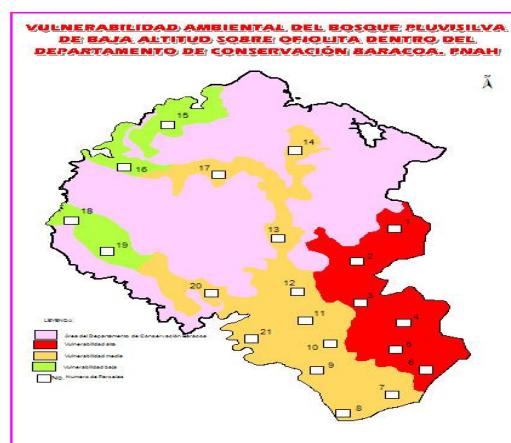


Figura 12. Vulnerabilidad ambiental

### **Conclusiones**

La estructura del bosque es heterogénea por presentar árboles con diferentes clases dimétricas y grandes dimensiones.

Las especies más importantes desde el punto de vista económico, ecológico y ambiental son abundantes y están bien estructuradas, lo que garantiza la estabilidad del bosque.

Las especies *L. bakeri*, *T. minor*, *S. curatelifolia* presentan alta vulnerabilidad ambiental ante un evento perturbador.

### **Referencias bibliográficas**

- Aguirre M. Z. y Celso Yaguana P. 2012 Documento guía de métodos para la medición de la Biodiversidad. Loja, Ecuador, 72pp.
- Álvarez, P. y Varona, J. 2006. Silvicultura, Editorial Félix Varela, La Habana, segunda reimpresión. 354 pp.
- Álvarez, A. y Mercadet, A. 2011. El sector forestal cubano y el cambio climático, Inst. Investig. Agro-Forestales, Ministerio de Agricultura, La Habana, Cuba. 248 pp
- Berazaín, R.; Areces, F., Lazcano, J. C.; González, L. R. 2005. Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) ISBN 849704198. 4:1- 86.
- Delgado, D. y Finegan, B. 2016. Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de bosques de montaña en Latinoamérica: un punto de partida para su gestión adaptativa. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, ISBN 978-9977-57-668-8.
- EMNDC. 2017. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Consejo de Defensa Nacional: Guía Metodológica para la evaluación de los Estudios de Riesgo de Desastres. Ciudad de la Habana, Cuba.
- FAO. 2018. El estado de los bosques del mundo. Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Roma.
- Guash, H. F. 2013. "La Gestión Estratégica de los Riesgos de Desastres en Centroamérica, como proceso de la sociedad civil organizada, para incrementar su Capacidad de Respuesta y fortalecer las bases del desarrollo Resiliente de la región".
- IPCC. 2012. Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático.
- Keels. S.; Gentry, A. and Spinzi, L. 1997. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. (Biodiversity measuring and monitoring certification training, Volume 2). Washington: SI/MAB.
- Noguera. T.A. 2017. Metodologías para evaluar la vulnerabilidad del bosque frente al cambio climático. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Reyes, O. J. y Acosta, F, 2005. Vegetación en Cuba. Parque Nacional Alejandro de Humboldt: Rapid biological inventories, 14: 54-69.
- Sánchez. F. J. 2015. Acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 101p.

**Fecha de recibido: 6 jul. 2020**

**Fecha de aprobado: 19 sept. 2020**