

**Impacto ambiental en la estructura del bosque pluvisilva sobre complejo metamórfico
Impact environmental in the structure of the rainforest on metamorphic complex**

Autores: Ing. Gertrudis Romero-Méndez¹, Dr. C. José Sánchez-Fonseca², Dr. C. Alberto Pérez-Díaz²

Organismo: ¹Agencia GEOCUBA Guantánamo, Cuba. ²Universidad de Guantánamo, Cuba.

E-mail: gertrudis@gtmo.geocuba.cu, jsanchezf@cug.co.cu, perez@cug.co.cu

Resumen

La investigación se desarrolló en noviembre de 2018 a junio 2020, en bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico, desde Quiviján hasta Naranjal del Toa, con el objetivo de evaluar el impacto ambiental en la estructura del bosque pluvisilva sobre complejo metamórfico. Se estableció 36 parcelas de muestreo de 20 x 25 m, midiendo las especies arbóreas \geq a 5 cm de d_{1,3}. Se Identificaron 56 especies, 26 familias, 52 géneros y 3456 individuos, reflejando la aparición de 3 especies, 3 familias, 3 géneros y 1949 individuos. Se determinaron las especies con mayor índice de valor de importancia ecológica. Las familias con mayor representatividad en cuanto a especies y géneros son: Magnoliaceae, Melastomataceae y Rubiaceae. Las especies más importantes: *Talauma minor*, *Ravenia shferi*, *Spermacoce Borreira*, las cuales se destacan como las más abundantes.

Palabras clave: impacto ambiental; bosque pluvisilva; evento meteorológico; huracán

Abstract

The investigation was developed in November from 2018 to June 2020, in rainforest of low altitude on complex metamorphic, from Quiviján to Naranjal del Toa, with the objective to evaluate environmental impact in the structure of the rainforest on complex metamorphic. 36 parcels of sampling of 20 x 25 m, measuring the arboreal species to 5 d_{1,3}, 3 cm were settled down. 56 species, 26 families, 52 genera and 3456 individuals were identified, showing the appearance of 3 species, 3 families, 3 genres and 1 949 individuals. The species were determined with more ecological importance value index. The families with more representativeness in species and genera were: Magnoliaceae, Melastomataceae and Rubiaceae. The most important species: *Talauma minor*, *Ravenia shferi*, *Spermacoce Borreira*, which stand out as the most abundant.

Keywords: impact environmental; rainforest; meteorological event; hurricane

Introducción

En el mundo, se han reportado impactos significativos, que en promedio no han alcanzado las proporciones de eventos. Con la información de alerta temprana sobre la inminencia del fenómeno de *El Niño*, lo que se traduce en precipitaciones extremas, ciclones tropicales e inundaciones, varios países formularon estrategias y planes orientados a reducir, responder y recuperarse frente a los posibles impactos ambientales (Vargas, 2016). El impacto ambiental puede ser causado o inducido por una acción o conjunto de acciones que resulte alteraciones al medio ambiente.

El impacto ambiental se ocasiona cuando una acción o actividad produce alteración, favorable o desfavorable del entorno o en alguno de los componentes del medio ambiente, la alteración de la línea base ambiental. Por lo tanto; su impacto sobre el medio ambiente puede definirse como la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado y como resultaría después de la realización del proyecto y la situación del medio ambiente futuro, como habría evolucionado normalmente sin actuación (Bolea, 1984).

En los bosques, varias actividades o acciones pueden tener efectos negativos, directos e indirectos de alta intensidad, extenso, sinérgico, permanente, acumulativo, irrecuperable, irreversible, de periodicidad continua, se manifiesta a corto, largo o mediano plazo y por su importancia se clasifica en moderado, severo o crítico, justificada por la matriz empleada (FAO, 1996).

La provincia y el municipio Baracoa, son zonas vulnerables a la afectación de eventos meteorológicos, lo cual exige estar preparado ante su azote. Para ello se cuenta con una estrecha vinculación entre el Instituto de Meteorología y la Defensa Civil, en función de proteger las vidas humanas y los recursos del estado (INSMET, 2010).

El bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico después del pasado del huracán Mathew mereció especial atención, por la gran biodiversidad que lo constituyen, formación boscosa caracterizada por una vegetación exuberante de altas temperaturas y precipitaciones, espacio ambiental para ser analizada en sus componentes naturales como: suelo, fauna, vegetación, hidrología y paisaje. Identificar los impactos ambientales sobre el bosque pluvisilva no es una excepción en esta situación, por lo que, a partir de la identificación de los impactos ambientales, se podrá tomar decisiones para aplicar las medidas de prevención y mitigación de los mismos. El objetivo de la investigación es evaluar el impacto ambiental en la estructura del bosque pluvisilva sobre complejo metamórfico.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el período comprendido de noviembre 2018 a junio 2020 en bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico. Departamento de Conservación Baracoa, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, (PNAH) en un área de 60 ha, municipio de Baracoa, provincia Guantánamo. (Figura 1).

Características del área

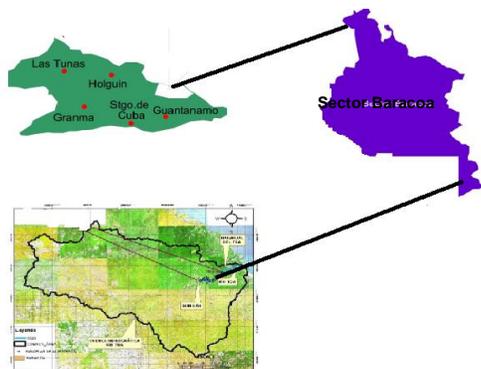


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

Clima

El clima según Reyes y Acosta (2005) se clasifica como Tropical lluvioso típico.

Temperatura

La temperatura media es de 25,8 °C humedad relativa promedio de 86,5 %.

Tipos de suelo

Según la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba de Hernández *et al.* (2003). son: Ferralíticos Rojo Lixiviados o Ferralíticos Amarillentos Lixiviados.

Metodología a emplear

Para el procesamiento de los datos se tomó de referencia los resultados de la investigación de Sánchez (2015) antes el paso del Huracán Mathew. Para este estudio se contó con una superficie total de 90 ha, empleando un muestreo sistemático estratificado, estableciendo 36 parcelas de 0,05 ha en el bosque a una distancia entre parcelas de 400 m y se registraron los individuos con más de 2 m de altura y mayores o iguales a 5 cm de d 1, 3 m. de acuerdo con los criterios de muestreo utilizados por Dutra (2011) y Aguirre (2013).

Diversidad florística

Diversidad alfa (α)

La diversidad (alfa) de especies forestales por tipo de cobertura vegetal, fue estimada mediante la riqueza de especies (Magurran, 1989).

Índice de riqueza

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles) existentes en un área determinada, Sánchez (2015). Según fórmula:

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde: S= Número de especies

N= Número de individuos

Estructura horizontal

Se evaluó la estructura horizontal a través de los cálculos de: Abundancia relativa (Ar), Frecuencia relativa (Fr) y Dominancia relativa (Dr), de cada especie (Moreno, 2001).

Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)

Se evaluó el índice de valor de importancia ecológica de las especies (Lamprecht, 1990 y

Keels *et al.*, 1997), el cual fue obtenido mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal, conforme a la fórmula:

$$IVIE = AR + DR + FR$$

Estructura vertical

La caracterización de la estructura vertical se describió tomando en consideración las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos del bosque de acuerdo a los criterios de Finol (1971). Los datos de altura de los árboles se agruparon en tres estratos:

Estrato inferior: de 0 a 10 m

Estrato medio: de 10,5 a 20, m de altura total

Estrato superior: mayor o igual a 20,5 m de altura total.

La identificación de los factores antrópicos se efectuó a través de la observación en cada una de las parcelas. Para ello se tomaron en cuenta los factores limitantes de suelo: erosión por cárcavas (Ec), la pendiente, la profundidad efectiva.

Regeneración natural

La regeneración natural (RN) se evaluó mediante un muestreo con diseño anidado de sub-parcelas de 5 mx5 m (25 m²), estableciéndose en cada una de las unidades de muestreo de 500 m² que se establecieron en el área de investigación, siguiendo la metodología propuesta por Aldana *et al.* (2006); designándolo como:

- Diseminado (Clase I) plantas nacientes hasta la terminación de las repoblaciones.
- Brinzal bajo (Clase I) $h \geq 1,5$ hasta el comienzo del cierre de las copas.
- Brinzal alto (Clase II) $d(1,3) = 5$ cm.

Impactos ambientales en la estructura y composición florística

Para evaluar los impactos ambientales en la estructura del bosque, se utilizó como referencia la guía metodológica general emitida por el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA, 2009), amparado legalmente por la resolución 132/2009.

Cálculo de la importancia del impacto en el bosque

Para el análisis de los impactos ambientales, se tomó los criterios emitidos por IPCC (2012) y Delgado *et al.* (2016). Se realizó a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia } IM = \pm(SC + FR + RN + NP + pH)$$

Donde: IM= Importancia del impacto; SC= susceptibilidad; FR= frecuencia relativa; RN= regeneración natural; NP= numero de parcela afectada; pH= precepción humana.

El procedimiento de análisis conlleva una valoración cuantitativa de cada indicador y una calificación de los impactos ambientales. Se propone la siguiente escala de valoración de los niveles de impacto ambiental:

- Impacto ambiental > 12 = Crítico
- Impacto ambiental ≥ 5 y ≤ 8 = Severo
- Impacto ambiental < 5 = Moderado
- Impacto ambiental 1- 3= Compatible

Según Ivonne (2007), se utilizan los criterios propuestos por la fórmula anterior los siguientes rangos:

Crítico: aquel, cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras ($IM > 12$).

Severo: aquel, en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con estas medidas, aquella recuperación precisa de un tiempo dilatado (IM se encuentra entre ≥ 5 y ≤ 8).

Moderado: aquel, cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales requiere cierto tiempo (IM se encuentra entre < 5).

Compatible: aquel, cuya recuperación es inmediata y tras el cese de la actividad, y no precisa de prácticas protectoras o correctoras (IM se encuentra entre 1- 3).

Análisis de la Susceptibilidad

El análisis de la susceptibilidad fue determinada a través del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE). Se tuvo en cuenta la convivencia y supervivencia de las especies vegetales en el bosque, se asocia a dos estrategias ecológicas contrastantes: la adquisitiva y la conservativa, que definen las dos grandes categorías de tipos funcionales Delgado.

En función del IVIE, se establecieron rangos de evaluación para su clasificación, mediante el empleo de criterio cualitativo ponderado (tabla 1) y se propone la siguiente escala de valoración cualitativa para el análisis de la susceptibilidad. Metodología (2017) para la Evaluación De Estudio De Riesgos De Desastres.

Tabla 1. Rangos de clasificación de la susceptibilidad en función del IVIE.

IVIE	susceptibilidad	Valor ponderado
Alto (≥ 90)	Poco susceptibles	Baja
Medio (>50 y <90)	Moderadamente susceptibles	Media
Bajo (≤ 50)	susceptibles	Alta

Poco susceptibles: son aquellas especies que presentan un alto valor de IVIE (≥ 90), poseen mayor peso ecológico, por ser las especies más importantes en su dominancia, abundancia y frecuencia relativa; la de mayor representatividad, amplia distribución en el rodal y a su vez mayor tamaño.

Moderadamente susceptibles: especies que presentan un valor medio de IVIE (>50 y <90), las que presentan valores medios de dominancia, abundancia y frecuencia relativa y poseen una moderada representatividad, distribución y tamaño mediano.

Susceptibles: especies que presentan un bajo valor de IVIE (≤ 50), las menos importantes por su dominancia, abundancia y frecuencia relativa; las que poseen menor representatividad, distribución en el rodal y menor tamaño, con reducción en su crecimiento y/o reproducción.

Ponderación de los impactos

Criterios de clasificación de los impactos ambientales.

- Naturaleza: beneficioso (+) o perjudicial (-)
- Susceptibilidad: baja (4), medio (8), alto (12)
- Frecuencia relativa: puntual (1), parcial (4), extenso (8)
- Regeneración natural: fugaz (inferior a un año), temporal (dura entre 1 y 3 años), pertinaz (dura entre 4 y 10 años), (superior a 10 años).
- Numero de parcela afectada: baja menor del (25%), media (del 25 al 50%), alta (mayor de 75%).
- Percepción humana: cantidad de vivienda presente en área de estudio.

Resultados y discusión

Diversidad alfa

En el inventario se identificaron 55 especies, 27 familias, 52 géneros y 3456 individuos. Reflejando la aparición de 3 especies, 3 familias, 3 géneros y 1949 individuos. Entre las especies encontradas, se registraron *Talauma minor*. L.; *Ravenia shferi*. var.; *Spermacoce Borreria*. Lam. Además, se encuentra *Jambosa vulgaris*, DC. y *Terminalia catappa* L. las cuales están categorizadas como invasoras, según Oviedo (2005).

Sánchez (2015) en este mismo bosque identificó 52 especies, 24 familias, 49 géneros y 1507 individuos.

También se incluyeron las familias Magnoliaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, y los géneros *Talauma*, *Ravenia* y *Spermacoce*, donde se muestra un incremento en cuanto a familias, especies y géneros, por lo que se actualiza la lista florística del Departamento Baracoa (Quiviján- Naranjal del Toa).

Cantidad de individuos en los diferentes estratos del bosque

La figura 2 (B), muestra la cantidad de individuos por estratos después del Huracán Mathew, representando al estrato herbáceo con mayor cantidad de individuos, seguido el estrato arbustivo y por último el arbóreo. Cuando se compara con los resultados de Sánchez (2015) en la figura 2 (A) se identifica que existe semejanza en cuanto la distribución por estratos. Esto demuestra el grado de antropización del bosque, según los resultados de Sánchez (2015), el bosque en su estado climácico debió tener pocos individuos en el estrato herbáceo.

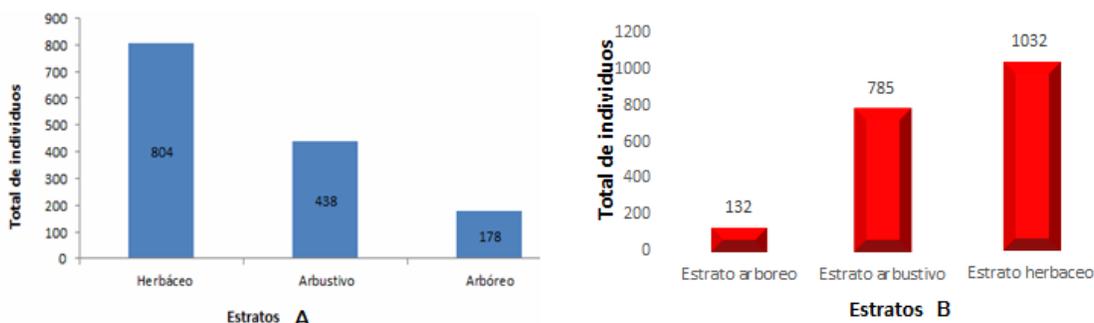


Figura 2. Total de individuos presentes en cada uno de los estratos vegetales estudiados.

Estructura horizontal y vertical

El estudio de la estructura horizontal permitió evaluar en el bosque el comportamiento de los árboles y las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia, frecuencia, dominancia relativa y los impactos ambientales en la estructura ante evento meteorológico.

De acuerdo al índice de valor de importancia ecológico a nivel de especies, la vegetación se caracterizó en sentido general heterogénea puesto que el peso ecológico de las especies con diámetros mayores o iguales a 5 cm resultó con valores diferentes, reflejando que las especies que presentan mayor dominancia son las menos abundantes y frecuentes (**Figura 3**). Según Melo y Vargas (2003) esto ocurre siempre que el mayor peso ecológico favorece las especies raras en su conjunto. Estos resultados coinciden con Sánchez (2015) y Lampret

(1990) al afirmar que los bosques tropicales son heterogéneos.

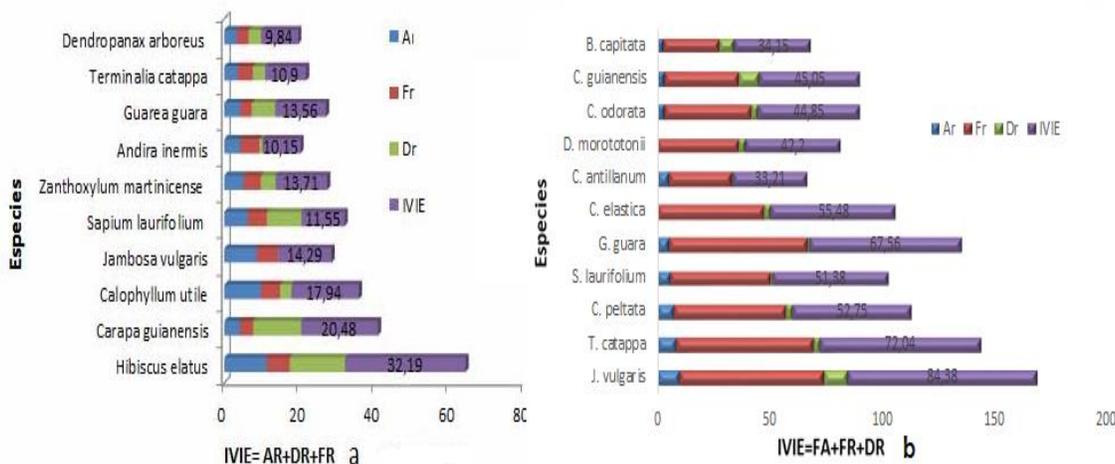


Figura 3. Índice de valor de importancia ecológica para las 11 especies más importantes en la vegetación estudiada del bosque.

Sánchez (2015), reporta que las especies de la (figura 3a) presentan mayor dominancia son las más abundantes y frecuentes, no siendo así en el estudio de la (figura 3b) que se caracteriza por presentar mayor dominancia las especies menos abundantes y frecuentes. Estos resultados muestran como la estructura horizontal ha cambiado producto a los impactos ambientales.

Estas especies presentan baja participación de acuerdo a los parámetros fitosociológicos, las cuales las convierten vulnerables ante el agente antrópico y eventos naturales tales como: la acción de ciclones tropicales, incendios forestales, tala de los árboles para la obtención de horcones, entre otros.

Ponderación de los impactos generados

Para el análisis de la ponderación se tuvo en cuenta los criterios que a continuación se sigue: La naturaleza de los impactos generados, después del paso del huracán obtuvieron un carácter perjudicial (-), producto a los efectos de la acción del ciclón tropical que actuó sobre la estructura del bosque.

Las especies más susceptibles de acuerdo al índice de valor de importancia ecológico son: *Calyptrogyne occidentalis*. Sw. (2,86), *Solanum mammosum*. L (2,86), *Simaruba laevis*.Griseb (2,95), *Brya ebenus*. L. (3,03), *Psidium guajava*. L. (3,48), *Nectandra coriaceae*. Sw. (4,83), *Lonchocarpus domingensis*. Pers. (4,83), *Lonchocarpus domingensis*. Pers. (5,77), *Ehretia tinifolia*. L (6,06), *Ficus americana*. Aubl (6,23), *Artocarpus altilis*. Parkinson (6,29), *Artocarpus communis*. Forster (6,53), *Citrus aurantium*. L. (7,27), *Gliricidia sepium*. (Jacq.) (9), *Eucaliptus*.sp (9, 22), *Swietenia macrophylla*. King (9, 98) porque son las menos importantes por su dominancia, abundancia y frecuencia relativa; las que poseen menor representatividad, y menor distribución en el rodal con reducción en su crecimiento y reproducción.

Las especies moderadamente susceptibles de acuerdo al índice de valor de importancia ecológico son: *Hibiscus elatus*. Sw (84,38), *Calophyllum antillanum*. Britton (72,04), *Sapium laurifolium*. Griseb (64,78), *Guarea guara*. (Jacq) (58,93), *Terminalia catappa*. L. (55,48), *Jambosa vulgaris*. DC. (51,38), son las especies de un valor medio de IVIE, las más importantes por su dominancia, abundancia y frecuencia relativa y poseen una moderada

representatividad, distribución y tamaño mediano. Estos resultados sobre las especies y su importancia (figura 3 a) no se corresponden con lo reportado por Sánchez (2015) en su estudio antes del paso de Huracán.

La regeneración natural se determinó según la metodología de Aldana *et al.*, (2006).

La **tabla 2** muestra las especies más abundantes en los estratos inferiores del bosque, representada principalmente por: *Jambosa vulgaris*, *Terminalia catappa* y *Guarea guara* en el diseminado, brinjal bajo y brinjal alto, las cuales predominan en la regeneración, vale destacar el predominio de especies en bosques secundarios y la posición que ocupa *Cecropia peltata* y *Sapium laurifolium* en el bosque área objeto de estudio.

En el bosque pluvial de baja altitud sobre complejo metamórfico, es analizado con una altura – h; diámetro a la altura de 1,30 m del suelo – (d 1, 3). (AR – Abundancia relativa).

Tabla 2. Especies más abundantes en los estratos inferiores del bosque.

Diseminado		Brinjal bajo		Brinjal alto	
Clase I plantas nacientes hasta la terminación de las repoblaciones	AR	Clase I h ≥ 1,5 hasta el comienzo del cierre de las copas	AR	Clase II d(1.3) = 5 cm	AR
<i>C. utile</i>	14,74	<i>G. guara</i>	28,06	<i>C. utile</i>	6,69
<i>J. vulgaris</i>	10,31	<i>C. utile</i>	13,15	<i>T. catappa</i>	5,87
<i>G. guara</i>	19,17	<i>C. peltata</i>	3,85	<i>J. vulgaris</i>	6,14
<i>T. catappa</i>	5,49	<i>T. catappa</i>	8,18	<i>C. peltata</i>	6,27
<i>C. elastica</i>	7,22	<i>J. vulgaris</i>	8,10	<i>C. guianensis</i>	2,79
<i>T. catappa</i>	6,30	<i>C. elastica</i>	4,17	<i>C. antillanum.</i>	8,11
<i>D. morototonii</i>	3,05	<i>D. morototonii</i>	3,93	<i>C. odorata. L</i>	2,79
		<i>S. laurifolium</i>	5,19	<i>B. capitata</i>	2,10

Los resultados muestran las especies más abundantes en la categoría de diseminado, brinjal bajo y brinjal alto, típicas del bosque pluvial de baja altitud sobre complejo metamórfico que permiten mantener la estructura del bosque, aunque en la regeneración natural se encuentran especies categorizadas como exóticas e invasoras que pueden llegar a transformar la estructura de la vegetación del bosque. *Carapa guianensis* presenta baja abundancia en la regeneración natural, pues según Reyes (2012) es una especie del primer estrato arbóreo. La regeneración es uno de los pasos más importantes hacia el logro de la susceptibilidad a largo plazo del bosque.

Conclusiones

La estructura y composición del bosque sigue siendo irregular, heterogénea, con alto grado de antropización y con cambio estructural cuando se compara con investigaciones realizadas antes del paso del Huracán.

Se destacan como especies más importantes y abundantes *Jambosa vulgaris*, *Terminalia catappa* y *Cecropia peltata*.

La estructura de este bosque con respecto al variable disturbio es una de la que afecta la dinámica de la regeneración, la estructura y composición florística del bosque.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, M. Z. (2009), Composición florística y estructura del bosque estacionalmente seco en el sur occidente del Ecuador, provincia de Loja, municipio de Macara y Zapotillo. Universidad Nacional de Loja, Herbario Loja. *Arnaldao* 16 (2): 87-99.
- Aguirre, Z. (2013). Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus productos forestales no maderables: Caso de estudio Macará. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 97 p.
- Aldana, E.; Barrero, H. y García. I. (2006). Los bosques de galería en la EFI Macurije. Estructura, composición y propuesta de manejo. Trabajo presentado en el IV SIMFOR 2006, Pinar del Río, Cuba. 13 p.
- Borhen, A. (2014), Indicadores de impacto ambiental de plantaciones forestales - componente vegetal. Argentina.
- Bolea, (1984), La legislación de Evaluación de Impacto Ambiental en España.
- CENBIO. (1997), Estudio de la Diversidad Biológica de Cuba; Centro Nacional de Biodiversidad del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- CICA. (2009), Guía para la realización de solicitudes de licencia ambiental y los estudios de impacto ambiental. CITMA. La Habana.
- Conesa, V. & Fernández, V. (1993), "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental".
- Corrales, H. & Morejón, I. (2007), El bosque como fuente de productos naturales Agricultura Orgánica. *Revista Forestal Baracoa*. Consultado
- Cutanda, B. (2012), "Evaluaciones de impacto ambiental y autorización ambiental integrada".
- De la Maza, L., C. (2007), En manejo y conservación de recursos forestales. Evaluación de Impactos Ambientales.
- Delgado, D. Finegan, B. & Martin, M. (2016), Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de bosques de montaña en Latinoamérica.
- Duque, J. A. (2010), El cambio climático y sus impactos en el desarrollo sostenible de la república de cuba.
- Dutra, D. S. (2011). Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. *Biotemas*. 24 (4): 49-58.
- Espinosa, G. (2002), Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. BID, CED. Chile.
- Espinoza, G. (2007). Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago-Chile: Banco Interamericano de Desarrollo-BID y Centro de Estudios para el Desarrollo-CED.
- 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. (1996), Proyecto regional. Planificación forestal y asistencia en las políticas en Asia y el Pacífico.
- Fernández, R. A. (2014). Indicadores de impacto ambiental de plantaciones forestales - componente vegetal.

- Finol, V. H. (1971). Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*. 14(21): 29- 42.
- González, A. Sospedra, R. López, R. & Batista, N. (2012), Evaluación de la composición y estructura del bosque semidecíduo en la región montañosa de Soroa. Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Consultado.
- INSMET, (2010). Informe del Instituto de Meteorología. La Habana.
- IPCC. (2012). Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático.
- Ivonne, B. H. (1998): Metodología de las Investigaciones Ambientales. Diplomado de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- 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.
- Keller, H. & Ivonnet, B. H. (2014), Indicadores de impacto ambiental de plantaciones forestales - componente vegetal.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. por Antonio Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) 335 p.
- Ley 81. (1997), Del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la Republica de Cuba. La Habana.
- López, G. R. (2003), impacto ambiental por las actividades extractivas en bosques tropicales.
- Magurran, A. E. (1989). Diversidad ecológica y su medición. Ediciones España, Vedral. 200 p.
- Melo, O. y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos. Ibagué. Universidad Del Tolima. 183 p.
- Mijiangos- Ricardo F., & López – Luna, J. (2014), Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, Vol. I. Zaragoza, España. 84 p.
- Oviedo, R. 2005. Especies Invasoras en Cuba, consideraciones básicas. Disponible en: <http://www.ama.gov.co> Consultado 18 de mayo 2014.
- Pérez, P. & Merino, M. (2013), Definición de impacto ambiental.
- Reyes, O. J. (2012). Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 32-33: 59-71.
- Sánchez, J. (2015), Acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quiviján -Naranjal del Toa. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 101 p.

Fecha de recibido: 6 jul. 2020
Fecha de aprobado: 19 sept. 2020