

Estructura de los bosques explotados en la cuenca hidrográfica del Toa y su relación con variables ambientales.

Structure of the forests exploited in the Toa river basin and its relationship with environmental variables.

Autores: MSc. Manuel García-Serret, Dr. C. José Sánchez-Fonseca, Ing. Yanara Gomez-Matos, MSc. Lazaro Telo-Crespo, Dr. C. Iván Jiraudis-Chedeviaux

Organismo: Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo. Cuba.

E-mail: mgarciast@cug.co.cu, jsanchezf@cug.co.cu

Resumen.

El trabajo se desarrolló en bosques explotados, cuenca hidrográfica del Toa, en suelo aluvial, de color pardo pasando a pardo amarillento. El objetivo: caracterizar la estructura y su relación con variables ambientales. Los datos se tomaron en 60 ha, levantándose 36 parcelas de 500 m², distribuidas aleatoriamente, se validó el muestreo con curva área/especies con el software PCord. La biodiversidad se determinó a partir del estudio de riqueza, dominancia, abundancia proporcional de especies. Se identificaron 24 familias, 49 géneros y 52 especies. Las familias de mayor riqueza: *Moraceae*, *Lauraceae*, *Fabaceae*, *Meliaceae*, y *Rutaceae*. Las especies de mayor abundancia: *Hibiscus elatus*, *Calophyllum antillanum*, *Jambosa vulgaris*, *Guarea guara*, *Castilla elastica*, *Terminalia catappa*, y las de mayor IVIE: *H. elatus*, *C. guianensis*, *C. antillanum*, *B. capitata*, *C. elástica*, *Cedrela odorata*. La distancia a caminos y distancia a viviendas entre otros, resultan los principales factores que explican cambios en la estructura del bosque.

Palabras clave: Biodiversidad; riqueza de especies; importancia ecológica; variables ambientales.

Abstract.

This research work was carried out in exploited forests, of the Toa river basin, in brown- to –yellowish- brown alluvial soil. Its objective is to characterize the structure and its relationship with environmental variables. The sampling data taken in 60 ha, out of 36 plots of 500 m², randomly distributed, was valued with an area/species curve using PCord software. Biodiversity was determined from the study of abundance, dominance, and proportional abundance of species. 24 families, 49 genus and 52 species were identified: the biggest families: *Moraceae*, *Lauraceae*, *Fabaceae*, *Meliaceae*, and *Rutaceae*; The species of greater abundance: *Hibiscus elatus*, *Calophyllum antillanum*, *Jambosa vulgaris*, *Guarea guara*, *Castillea elastica*, *Terminalia catappa*, and those of greater IVIE: *H. elatus*, *C. guianensis*, *C. antillanum*, *B. capitata*, *Cedrela odorata*. The distance to roads and distance to dwellings among others, are the main factors that explain changes in the structure of the forest.

Keywords: Biodiversity; species variety; ecological importance; environmental variables.

Introducción.

Para medir los efectos de los cambios en el ambiente es necesario contar con informaciones de la biodiversidad en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa), y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), y poder diseñar estrategia de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Moreno, 2001). Los diferentes tipos de bosques, según Matteucci y Colma (1982), son resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto de interacción de las especies que lo cohabitan en un espacio continuo.

El conocimiento de la estructura de la vegetación proporciona información sobre aquellas especies más susceptibles a los disturbios en una región determinada (Ramírez-Marcial et al.; 2001) y nos ayuda a predecir patrones sucesionales (Jones et al.; 2004).

El trabajo se desarrolló en bosques explotados, cuenca hidrográfica del Toa, en suelo aluvial, de color pardo pasando a pardo amarillento, se plantea el objetivo: caracterizar la estructura y su relación con variables ambientales.

Desarrollo.

Materiales y Métodos

El área se encuentra ubicada en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, en la cuenca del Toa al norte de la provincia Guantánamo y al noroeste se encuentra el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (Figura 1). La investigación se realizó en 60 ha de los bosques explotados, municipio Baracoa, entre enero del 2014 a mayo del 2016.

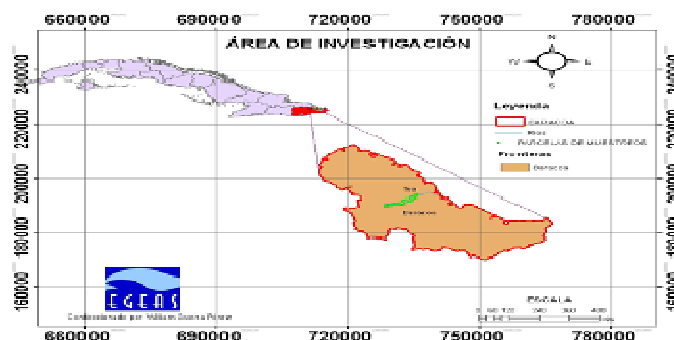


Figura 1. Área de investigación

Metodología utilizada

Para el trabajo se utilizó la metodología de Finol (1971) utilizadas por Morri (1983); Vargas (1994); Reyes y Acosta (2005); Rodríguez y Sánchez (2012).

Inventario florístico

Se empleó un diseño sistemático, con 36 parcelas de muestreo de 0,05 hectáreas (20 m x 25 m). Para validar el muestreo se utilizó la curva de riqueza de área/ especies. Se utilizó el software PC-ORD, Versión 4.17 (McCune y Mefford, 1999).

En cada parcela se identificaron todos los individuos arbóreos con $d_{1,3} \geq 5$ cm.

Como fuente de disturbio o variable independiente se consideró:

Extracción de leña, claros por efecto de agricultura de subsistencia, claros por efecto de agricultura estatal, afectación total por caminos y carreteras, distancia en metros desde el centro de las parcelas a las actividades humanas: viviendas, caminos, río, carreteras, frontera agropecuaria, calveros.

La similitud en la composición de especies de las parcelas se determinó por el análisis de conglomerados jerárquico mediante la similitud de Bray-Curtis (Magurran, 1989), mediante el software PC-ORD, Versión 4.17 (McCune y Mefford, 1999).

Influencia de las variables ambientales

Para describir las relaciones entre las variables ambientales que podrían estar asociadas con la distribución y abundancia de especies por cada unidad de muestreo, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), con el empleo de programa CANOCO para Windows (Ter Braak y Smilauer, 1998).

Estructura horizontal y vertical

La estructura horizontal se evaluó mediante la determinación de los valores de abundancia relativa, dominancia relativa, y la frecuencia relativa de cada especie.

Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)

Se evaluó el índice de valor de importancia ecológica de las especies (Keels *et al.*, 1997), se obtuvo mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal, con la determinación de los valores de abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa de cada especie.

Estructura vertical

Para evaluar la posición sociológica absoluta y relativa de cada especie se siguió la metodología propuesta por Finol (1971).

Resultados y Discusión

La Figura 2 muestra la curva área - especies y la de distancia indicando que las unidades de muestreo o parcelas que se levantaron son representativas de la diversidad florística de los bosques nativos explotados, donde a partir de la parcela 36 se logra la asíntota.

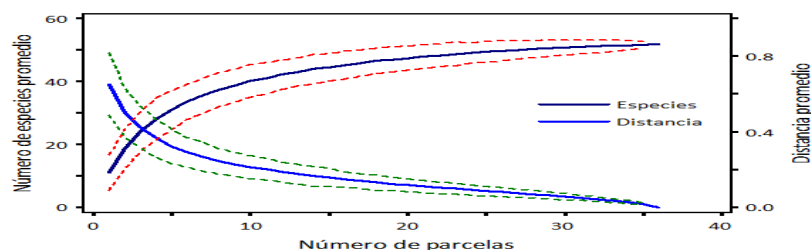


Figura 2. Curva área/especies.

Diversidad alfa (α)

Los resultados obtenidos del inventario florístico identificaron 52 especies, 24 familias, 49 géneros y 1507 individuos, destacando la presencia de especies de valor económico y ecológico. Resultados similares obtuvo Sánchez *et al.* (2012), en la faja forestal hidrorreguladora en el nacimiento del río Toa, que reconocen 32 especies, 29 géneros y 23 familias.

Estos resultados coinciden con Osorio (2013) en bosques Pluvisilvas Submontano, identificando 24 familias, 30 géneros y 35 especies.

La Figura 3 muestra la riqueza de especies por familias. Las familias más ricas *Moraceae* (6), *Fabaceae* (5), *Meliaceae* (4), *Lauraceae* (4), *Arecaceae*, *Myrtaceae*, *Anacardiaceae* *Rutaceae*, con tres respectivamente.

Resultados similares fueron obtenidos por Osorio (2013), en bosque pluvisilva submontano donde la familia *Rutaceae* estaba presente con tres especies.

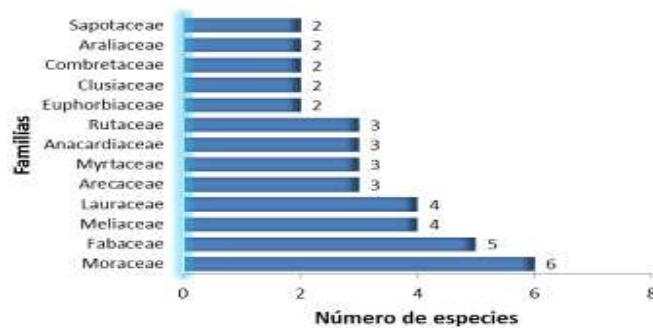


Figura 3. Familias más representadas en cuanto a la riqueza de especies

Estos datos concuerdan con trabajos que señalan a *Moraceae* y *Fabaceae* como las familias más ricas en especies en otros ecosistemas. Los géneros más abundantes fueron *Zanthoxylum* (52), *Ficus* (26) *Nectandra* (22), *Artocarpus* (16), resultados que coincidieron con González (1983).

Estos resultados no coinciden con Reyes y Acosta (2005), al plantear que las familias más representadas en este tipo de formación son: *Clusiaceae*, *Bignoniaceae*, destacando que estas son localmente abundantes. En este caso la familia *Fabaceae* es una de la más diversa, según Chan (2010) debe su abundancia a que muchas de sus especies presentan una gran capacidad de regenerarse a partir de rebrotes así como de fijar nitrógeno (González, Olmsted y Tun, 2002).

La Figura 4 muestra las familias más representadas en cuanto al número de individuos, encontrando a *Meliaceae*, *Clusiaceae*, *Malvaceae*, *Moraceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae*, entre otras que se representan.

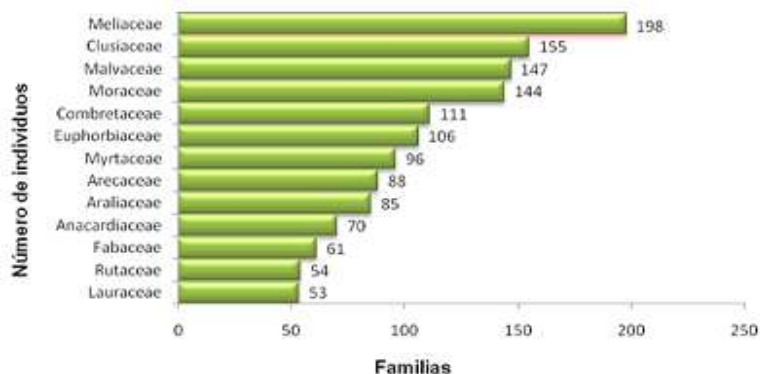


Figura 4. Número de individuos por familias de los bosques nativos explotados

Estos resultados muestran que la familia *Meliaceae* es la más abundante en número de individuos seguido de *Clusiaceae*, *Malvaceae*, *Moraceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae*, *Fabaceae*, *Combretaceae*, *Rutaceae*, *Myrtaceae*, evidenciando alta fragilidad en cuanto al número de individuos presente en el área de investigación.

Diversidad beta (β)

En la Figura 5 se presenta los resultados de la clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición y abundancia de cada parcela y cortando el dendrograma con una distancia de aglomeración reescalada inferior a 25 se conforman cuatro conglomerados o grupos de parcelas.

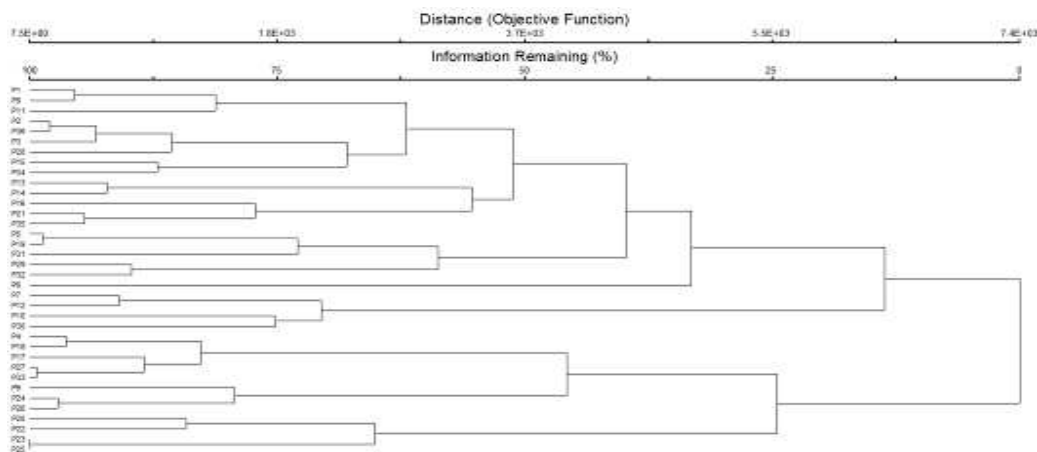


Figura 5. Dendrograma de agrupamiento de las parcelas muestreadas.

En el grupo I se destaca la presencia de especies de alto valor económico y ecológico como *Buchenavia capitata* Vahl, *Calophyllum antillanum* Britton, *Hiscus elatus* L. El grupo II destaca una gran cantidad de especies de las cuales muchas coinciden con las del grupo I, y que son además de alto valor económico y ecológico como. *Guarea guara* Jacq, *Cedrela odorata* L, *Carapa guianensis* Aubl.

Una proporción importante de las especies presentes en el estudio son heliófitas durables, grupo ecológico en el que se ubican muchas especies comerciales tal como se ha señalado en otros estudios en bosques neotropicales (Moraes *et al.*, 2002); por ejemplo, *C. antillanum*, *C. utile*, *B. Capitata*.

El grupo III y IV presentan semejanza florísticas en cuanto a las especies que abundan en dicho sitio, como es el caso de *C. antillanum*, *Cecropia peltata* L., *H. elatus*, *Andira inermis* W., *Jambosa vulgaris* DC.

Estructura horizontal y vertical de los bosques explotados

Estructura horizontal

La tabla 2 muestra las 13 especies más abundantes del bosque explotado. Se aprecia *H. elatus*, *C. antillanum*, *S. laurifolium*, *G. guara*, *J. vulgaris*, *T. catappa*, igual sucede con la frecuencia, el índice de valor de importancia ecológico. Las que presentan mayor dominancia se presentan *H. elatus*, *C. guianensis*, *G. guara*, y *Z. Martinicense*.

Tabla 2. Abundancia, Frecuencia, Dominancia, IVIE

Especies	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVIE (%)
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	9,54	63,9	11,0	84,38
<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	8,11	61,10	2,81	72,04
<i>Sapium laurifolium</i> Griseb	5,19	61,10	1,26	64,78
<i>Guarea guara</i> (Jacq) P.	7,01	50,00	4,70	58,93
<i>Terminalia catappa</i> L.	5,00	47,20	3,26	55,48
<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	5,65	44,40	1,29	51,38
<i>Cecropia peltata</i> L.	2,66	47,20	2,87	49,98
<i>Spondias mombin</i> L.	3,11	4,44	3,29	48,07
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	2,79	33,30	8,92	45,05
<i>Zanthoxylum martinicense</i> Lam.	2,99	38,90	4,04	43,14
<i>Andira inermis</i> W.	2,00	41,70	0,92	42,40
<i>Didymopanax morototonii</i> Aubl	3,05	36,10	3,04	42,20
<i>Cedrela odorata</i> L.	2,79	38,90	3,17	42,07

De acuerdo con los resultados de la tabla 1 la especie *J. vulgaris* se encuentra entre las más abundante, esto manifiesta la capacidad de migrar y reproducirse de manera más efectiva, confirmando su condición de invasora descrita por Oviedo (2005). Esta especie puede llegar a transformar la estructura y composición florística del bosque.

Según Garibaldi (2008), el Índice de Valor de Importancia ecológica representa las intrincadas relaciones que las especies mantienen con otras especies de plantas y organismos que ayudan a mantener el equilibrio dinámico y funcional de los ecosistemas.

Estructura vertical de las principales especies mejor representadas

La Tabla 3 muestra las principales especies con mejor posición sociológica en el biogrupo, destacándose en el estrato inferior; *J. vulgaris*, *G. guara*, *T. catappa*, en el estrato medio se destaca: *C. antillanum* *G. guara*, *H. elatus*. En el estrato superior se destaca: *H. elatus*, *S. laurifolium*, y *Z. Martinicense*.

Tabla 3. Estructura vertical de las principales especies.

Especies	Estrato inferior		Estrato medio		Estrato superior	
	No. árboles	PS	No. árboles	PS	No. árboles	PS
<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	60	13,69	24	2,98	0	0
<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	34	7,76	58	7,21	3	3,44
<i>Terminalia catappa</i> L	98	7,9	11	5,09	0	0
<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	38	6,30	61	11,21	1	1,14
<i>Miconia robusta</i> Sw	28	5,93	49	6,09	25	28,7
<i>Dendropanax arboreus</i> L.	20	5,56	16	1,99	0	0
<i>Sapium laurifolium</i> Griseb	24	5,47	47	5,84	8	9,19
<i>Conoclinium cataphyllum</i> A. Rich	6	1,14	6	0,62	0	0
<i>Manquitera indica</i> L.	6	1,36	13	1,61	0	0
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	7	1,59	18	2,23	1	1,14
<i>Andira inermis</i> (W Wright) DC	9	2,03	28	3,48	1	1,14
<i>Zanthoxylum martinicense</i> L	10	2,28	30	3,73	5	5,74
<i>Ucotea leucoxydon</i> Sw	12	2,73	3	0,37	0	0
<i>Rovsteneia regia</i> HBK	17	3,88	32	3,98	0	0

Se refleja que existen especies que predominan en un estrato y en otro no, coincidiendo con Finol (1971), citado por Rodríguez y Sánchez (2005), cuando la especie se encuentra en dos estratos excluyendo uno, tiene una dudosa supervivencia en la evolución del bosque.

El estrato superior presenta poca especies de valor económico corroborando este estudio con lo planteado por Álvarez y Varona (2006), los bosque tropicales existen muy pocas especies de valor económico, manifestándose que muchas de las especies existentes no están representadas en todos los estratos.

Influencia de las variables ambientales

Los resultados del análisis de correspondencia canónica (ACC) fueron globalmente significativo (traza)= 1, 876, F= 2,27, P=0,0020). Los primeros cuatro ejes del ACC ofrecieron una solución a la ordenación de las unidades de muestreos y de las especies, (Figuras 6 y 7), pues la variabilidad total presente en los datos de abundancia de las especies (inercia= 3, 609) fue posible explicar el 49, 2% de la relación especie-variables ambientales y el 26,0% de la varianza de especies mediante el conjunto de dichos ejes, lo que indica un gradiente fuerte (Tabla 4). La prueba de significación de primer eje canónico demostró que este también fue estadísticamente con autovalor = 0,316; F=2, 15; P=0,0020.

Tabla 4. Resultado del análisis de correspondencia canónico (ACC)

	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Inercia Total
Autovalores :	0.316	0.250	0.198	0.173	3.609
Correlación especies – valores ambientales :	0.956	0.931	0.884	0.938	
Porcentaje acumulada de la varianza					
de datos de especies :	8.8	15.7	21.2	26.0	
de relación de especies-variables	16.6	29.8	40.1	49.2	

ambientales:					
Sumatoria de autovalores					3.609
Sumatoria de autovalores canónicos					1.902

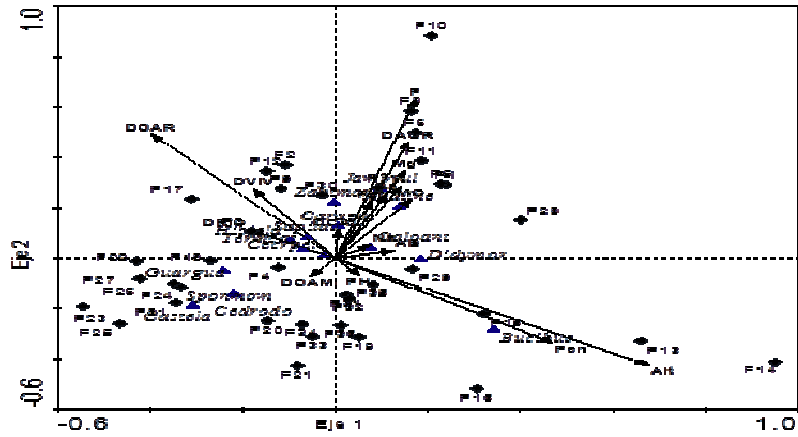


Figura 6. Proyección de las variables ambientales, de las unidades de censo y de las 15 especies de mayor IVIE del análisis de correspondencia canónica en relación a los ejes ACC1& ACC2. Las parcelas son los rombos, las especies son los triángulos y las variables ecológicas son las flechas.

Código: Hibiela= *Hibiscus elatus*, Caloant= *Calophyllum antillanum*, Sapilau= *Sapium laurifolium*, Guargua= *Guarea guará*, Cecrpel= *Cecropia peltata*, Termcat= *Terminalia catappa*, Jambvul= *Jambosa vulgaris*, Sponmom= *Spondias monbin*, Andiine= *Andira inermes*, Zantmar= *Zanthoxylum martenicense*, Caragui= *Pseudocopyva bymenifolia*, Didymor= *Didymopanax morototoni*, Cedrodo= *Cedrela odorata*, Castela= *Castilloa elastica*, Buchecap= *Buchenavia capitata*.

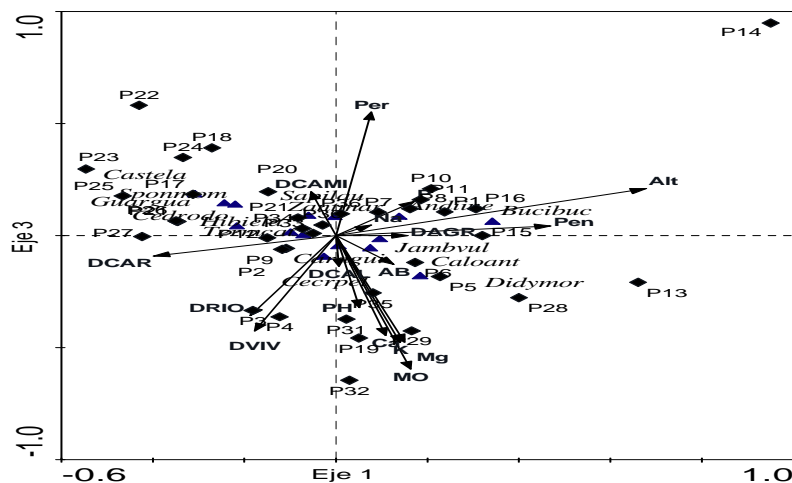


Figura 7. Proyección de las variables ambientales, parcelas y especies del análisis de correspondencia canónica en relación a los ejes ACC1 & ACC3.

Código: Hibiela= *Hibiscus elatus*, Caloant= *Calophyllum antillanum*, Sapilau= *Sapium laurifolium*, Guargua= *Guarea guará*, Cecrpel= *Cecropia peltata*, Termcat= *Terminalia catappa*, Jambvul= *Jambosa vulgaris*, Sponmom= *Spondias monbin*, Andiine= *Andira inermis*, Zantmar= *Zanthoxylum martinicense*, Caragui= *Pseudocopyva bymenifolia*, Didymor= *Didymopanax morototonii*, Cedrodo= *Cedrela odorata*, Castela= *Castilloa elastica*, Buchecap= *Buchenavia capitata*.

En el extremo negativo del eje 1(ACC1) describe un aumento la distancia a La carretera (DCAR) y distancia a vivienda (DVIV), aunque esta en menor proporción, el extremo negativo del eje 2 (ACC2) se corresponde a aumentos de la altitud (Alt), y la pendiente (PEN) Figuras 6 y 7), mientras que el extremo positivo de eje 3 (ACC3) se asocia a aumento de fosforo (P), distancia a la carretera (DCAR) y materia orgánica (MO), y en su extremo negativo a distancia a la carretera.

Las parcelas del grupo I responden a gradiente pendiente y altitud (Figuras 6 y 7) mientras que las parcelas del grupo III se ordenan describiendo fundamentalmente patrones de aumento distancia a la carretera, distancia a vivienda, los cuales son visibles para la ordenación de las parcelas del grupo I (Figura 6). Los resultados de la ordenación empleando el ACC1 Y ACC3 (figura.6) muestran una evidente distinción para la separación entre parcelas del grupo I, II y IV para las variables explicativas medidas y si para la separación del grupo III.

Los análisis revelan que existe efecto de las variables ambientales encontrando a la altitud, pendiente, distancia a cultivo agrícola y distancia a vivienda (Figuras 6 y 7).

Conclusiones.

La estructura de los bosques explotados presenta una vegetación muy diversa y heterogénea. Se destacan especies importantes *Hibiscus elatus*, *Calophyllum antillanum*, *Carapa guianensis*, *Buchenavia capitata*.

La heterogeneidad de la estructura del bosque está altamente relacionada con la altitud, la distancia a la carretera, las viviendas y los cultivos agrícolas.

Bibliografía.

- Álvarez, P. A. y Varona, J. C. (2006). *Silvicultura*. Editorial Félix Varela, La Habana, 354.
- Chan Dzul, A. M. (2010). Diversidad florística y funcional a través de una cronosecuencia de la selva mediana subperennifolia en la zona de influencia de la Reserva Calakmul, Campeche, México. Tesis en opción al título académico de Master en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. CATIE. 145 p.
- Finol, V. H.(1971). Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*,14(21), 29- 42.

- Garibaldi Escobar, C. (2008). Efectos de la extracción y uso tradicional de tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la península de Azuero, Panamá. Universidad de Pinar del Río. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, 167.
- Jones, E. R., Wishnie, M.H., Diago, J., Sautu, A., y Cerezo, A. (2004). Facilitating natural regeneration in *Saccharum Spontaneum* (L) grasslands Within the Panama Canal Watersheds: Effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. *For. Ecol. Management*, 138, 357-368.
- Magurran, A. E. (1989). Diversidad ecológica y su medición. Ediciones España, Viedra, 200
- Matteucci, S; Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. USA, OEA, 163.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, Vol.I. Zaragoza, España, 84.
- Osorio, Y. (2013). Estructura y diversidad de la flora leñosa en un bosque pluvisilva submontano, sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH). Tesis (en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales) Universidad de Pinar del Río, 39.
- Oviedo, R. P. (2005). Especies Invasoras en Cuba, consideraciones básicas. (En línea). Cuba. Disponible en: www.dama.gov.co
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M., Y Williams-Linera, G. (2001). Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forests in Chiapas, México. *Forest Ecology and Management*, 154, 311-326.
- Reyes, O. J. y Acosta, F, (2005). Vegetación en Cuba: Parque Nacional: Alejandro de Humboldt: Rapid biological inventories. *Vegetación*, 14, 54-69.
- Rodríguez, Y; Sánchez, J; Machado. G. (2004). Determinación de la estructura horizontal y vertical del bosque semicaducifolio sobre suelo calizo en la Empresa Flora y Fauna de la Provincia Guantánamo. Convención "Trópico 2004" Palacio de las Convenciones de la Habana, Cuba, 18.
- Samek, V. (1973). Regiones Fitogeográficas de Cuba. Dpto. Ecología Forestal. Academia de Ciencias de Cuba. Serie Forestal No 15. Ediciones de la ACC, 63.
- Sánchez, J.; González, E.; Ferro, J.; Caraballo, O. y Brooks, J. (2012). Composición florística y endemismo de la faja forestal hidrorreguladora en el río Toa. Memorias II Simposio Científico Internacional. Pinar del Río.
- Sorensen T. (1948). A. method for establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab Biologisk Skrifter*, 5(4), 1-34.
- Vargas, I.; Centurion, T. y Saldias, M. (1994). Parcela permanente de investigación en la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. *Revista de la Sociedad de Estudios Botánicos*, 1(1): 9-32.

Fecha de recibido: 19 jul. 2017
Fecha de aprobado: 18 sep. 2017