

VALORACIÓN ECOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE DE MIOMBO AFECTADO POR DISTURBIOS ANTRÓPICOS

VALORACIÓN ECOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE DE MIOMBO AFECTADO POR DISTURBIOS ANTRÓPICOS

Autores: José Sánchez Fonseca¹.

Manuel García Serret¹

¹Dr. en Ciencias Forestales, Facultad Agroforestal, Prof. Titular. Universidad de Guantánamo, Ciudad Guantánamo, Cuba, jsanchezf@cug.co.cu, <http://orcid.org/0000-0001-9775-1262>

¹MS.c. Prof. Auxiliar. Facultad de Ingeniería, Universidad de Guantánamo, Ciudad Guantánamo, Cuba, mgarciast@cug.co.cu, <http://orcid.org/0000-0002-8920-6261>

Resumen

La investigación se realizó de junio a noviembre de 2019; con el objetivo de realizar la valoración ecológica de la estructura del bosque de Miombo afectado por disturbios antrópicos, levantando 30 parcelas de 500 m² con muestreo sistemático, inventariando los individuos con $d_{1.30} \geq 5$ cm, evaluando la composición florística, y los valores estructurales. Se obtuvieron 1290 individuos, 27 especies, 23 géneros y 10 familias con predominio de la familia Fabaceae. Se observó una comunidad con detrimento en la dominancia, y los valores de importancia ecológica, *Brachystegia spiciformis*, *Monotes* sp., *Brachystegia boehmii* y *Syzygium guineense* ocuparon las cuatro primeras posiciones acumulando de conjunto 40 % de la flora encontrada. Como reflejo de la baja dominancia ecológica, el valor del índice de diversidad de Shannon ($H' = 0,75$ nats.ind-1) fue bajo, caracterizando la comunidad de poca diversa. La estructura vertical está determinada por dos estratos arbóreos: un inferior con altura de 3,14 m; el medio que va de 3,14 hasta 4,50 m caracterizando al bosque de porte bajo. La distribución diamétrica se caracterizó por la concentración de individuos en las primeras clases diamétricas, asemejándose a la forma típica de J invertida, representada de un bosque natural heterogéneo y disetáneo con tendencia a la heterogeneidad. Los disturbios antrópicos que afectan la estructura son: distancia a la carretera, distancia a calveros, las especies, distancia a caminos, distancia a cultivos agrícolas, además de los incendios forestales.

Palabras claves: estructura fitosociológica, biodiversidad, Miombo.

Astrat

The investigation was carried out from June to November 2019; in order to carry out the ecological evaluation of the structure of the Miombo forest affected by anthropogenic disturbances, raising 30 plots of 500 m² with systematic sampling, inventorying individuals with $d_{1.30} \geq 5$ cm, evaluating the floristic composition, and the values structural. 1290 individuals, 27 species, 23 genera and 10 families with predominance of the Fabaceae family were obtained. A community with detriment in the dominance was observed, and the values of ecological importance, *Brachystegia spiciformis*, *Monotes* sp., *Brachystegia boehmii* and *Syzygium guineense* occupied the first four positions, accumulating together 40% of the flora found. Reflecting the low ecological dominance, the value of the Shannon diversity index ($H' = 0.75$ nats.ind-1) was low, characterizing the community with little diversity. The vertical structure is determined by two tree strata: a lower one with a height of 3.14 m; the environment that ranges from 3.14 to 4.50 m, characterizing the short forest. The diameter distribution was characterized by the concentration of individuals in the first diameter classes, resembling the typical inverted J shape, represented by a heterogeneous and diverse natural forest with a tendency to heterogeneity. Anthropogenic disturbances that affect the structure are: distance to the highway, distance to glades, the species, distance to roads, distance to agricultural crops, in addition to forest fires.

Key words: phytosociological structure, biodiversity, Miombo.

Introducción

El Miombo constituye la vegetación más vasta de Angola ocupando cerca de 585 949 km² y un 47 % de la superficie del país. Los poblamientos maduros son formaciones arbóreas monoplanas de 10-20 m de altura, encontrándose en zonas con suelos pobres y el contenido de materia orgánica bajo (Sanfilippo, 2013). Muchas especies arbóreas son caducifolias, con hojas compuestas y con buena capacidad de reventar después de cortada Campbell *et al.* (1996). Los estudios de los valores ecológicos de la vegetación afectada por incendios forestales y disturbios antrópicos representan un instrumento para caracterizar los bosques naturales, permitiendo conocer su composición florística y estructural, el estado de degradación de los niveles estructurales, dando pauta para emitir acciones de rehabilitación de estos ecosistemas.

Materiales y métodos

La investigación se realizó de junio a noviembre de 2019 en 5 ha del bosque de Miombo, de la Estación Experimental de Chianga, Provincia Huambo, definida por los paralelos 12° 14' y 12° 16' de latitud Sur y por los meridianos 15° 48' y 15° 52' de longitud Éste de Greenwich, limita al Sur y Sudoeste por el río Culimahala, al Norte y Nordeste por una línea quebrada que sigue de cerca la Reserva Forestal del Camino de Benguela (Nogueira, 1970) (Figura 1).



Figura 1. Localización del área de estudio. (Fuente: Google earth, 2015).

Es un bosque caducifolio tropical con 800 a 1 396 mm de precipitación anual y seis meses de estación seca entre abril y octubre. Temperatura media anual de 20°C, estación lluviosa con máxima de 25°C y 27°C (Diniz, 2006).

Suelo: Ferralítico típico rojo procedente de roca lávica, pH entre 5,2 y 5,5 con bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de cambio catiónico, bajos contenido de nitrógeno, fósforos y potasio (Henriques *et al.*, 2009).

Muestreo de la vegetación: Se empleó el método de parcelas de áreas fijas (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), estableciendo 30 parcelas de 500 m² de forma sistemática, registrando individuos con más de 2 m de altura y ≥ 5 cm de $d_{1,30}$ según criterios de muestreo utilizados por Camacho (2000); Grela (2003); Dutra (2011) y Sánchez (2015). El diámetro se logró con forcípula, la altura con Hipsómetro de Blume-Leiss. Para validar el muestreo se utilizó curva de riqueza de área/especies, para esto se utilizó el Software PC-ORD, Versión 4.17 (McCune y Mefford, 1999; Galvão *et al.*, 2002).

Procesamiento y análisis de datos: Fueron procesados en Excel 2010®, estimando los valores fitosociológicos de la estructura del bosque. La diversidad florística fue determinada con el Software PC-ORD, Versión 4.17 (McCune y Mefford, 1999; Galvão *et al.*, 2002).

Diversidad florística: Fue evaluada con los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H'), y la riqueza (índice de Odum), Ruede *et al.* (2009):

Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H'): Este índice según (Magurran, 2004). se calcula:

$$VF_{ij} = VF_j * n_{ij} \quad H' = - \sum pi * \ln pi$$

Dónde: Pi = Abundancia proporcional (relativa) da especie "i" respecto al total.

N = número de especies.

Índice de riqueza (dI) índice de Odum: según fórmula Rode *et al.* (2009):

$$dI = \frac{S}{\ln N}$$

Dónde: S = número de especies

N = número total de individuos.

\ln = logaritmo.

Estructura horizontal: Se determinó a través del cálculo de: abundancia relativa (Ar), frecuencia relativa (Fr), y dominancia relativa (Dr) de cada especie (Moreno, 2001), Lamprecht (1990).

Índice de Valor de Importancia (IVI): Se evaluó mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal (Keels *et al.*, 1997; Lamprecht, 1990), conforme a la fórmula: $IVIE = AR + DR + FR$

Estructura vertical: Fue hecha por la Clasificación de IUFRO (Lamprecht, 1990), estratifica la floresta con base a la altura dominante (h_{dom}). Así la distribución del número de árboles es por clase de altura en los estratos según la siguiente forma: Estrato Inferior: $h_t < \frac{h_{dom}}{3}$; comprende los árboles con altura total (ht) menor que un tercio de la altura dominante.

Estrato Medio: $\frac{h_{dom}}{3} \leq h_t < \frac{2h_{dom}}{3}$; comprende los árboles con altura total (ht) mayor que un tercio de la altura dominante y menor que dos tercios de la altura dominante.

Estrato Superior: $h_t \geq \frac{2h_{dom}}{3}$; comprende los árboles con altura total (ht) mayor que dos tercios de la altura dominante.

Fueron calculados los valores fitosociológicos y la posición fitosociológica. Para calcular el valor absoluto de la posición sociológica (PSA_i) de una especie fue calculado el valor fitosociológico absoluto y relativo de la i -ésima especie no j -ésimo estrato (VF_{ij}), conforme Finol (1971):

$$VF_j = \frac{N_i}{N} * 100 \quad VF_{ij} = VF_j * n_{ij}$$

Dónde: VF_{ij} = valor fitosociológico de la i -ésima especie no j -ésimo estrato;

VF_j = valor fitosociológico simplificado de la j -ésimo estrato;

n_{ij} = número de individuos de i -ésima especie no j -ésimo estrato por hectare,

N_j = número de individuos no j -ésimo estrato;

N = número total de individuos de todas las especies en todos los estratos.

Para el cálculo de la posición sociológica absoluta (PSA_i), (Finol, 1971) conforme a la fórmula:

$$PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=1}^s PSA_i} * 100 \quad PSA_i = \sum_{j=1}^m VF_j n_{ij}$$

Dónde: PSA_i = posición sociológica absoluta de la i -ésima especie;

PSR_i = posición sociológica relativa (%) de la i -ésima especie;

S = número de especies;

m = número de estratos mostrados.

Distribución diamétrica: Se consideró la frecuencia de los diámetros en clases de amplitud de 2 cm, utilizadas por João y Aldana (2006).

Variables dependientes y variables de disturbio: Para analizar los efectos de los disturbios sobre la estructura de la formación vegetal, se consideraron variables de respuestas o dependientes: Riqueza de especies, Dominancia, Área basal y Número de individuos total.

Como fuente de disturbio o variable independiente se consideraron: Extracción de leña (verde y seca), Claros por efecto de agricultura estatal y de subsistencia, Afectación total por caminos y carreteras, Distancia en metros del centro de las parcelas a las actividades humanas: casas, caminos, carreteras, frontera agrícola, claros.

Las variables independientes fueron consideradas de manera ordinal desde:

- 1 sim disturbio; 2 disturbio leve; 3 disturbio moderado y 4 disturbio alto.

Influencia de las variables ambientales asociadas con la distribución y abundancia de especies

Se empleó el programa CANOCO para Windows (Ter Braak y Smilauer, 1998), para describir las relaciones que existen entre las variables tenidas en cuenta anteriormente, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP), (Ter Braak y Prentice, 1988; Jongman *et al.*, 1995). Para reducir la influencia de valores extremos en los resultados de la ordenación (Palmer, 2003), y antes los correspondientes análisis de ordenación, la variable distancia a carretera, cultivos, casas fueron transformadas por $x^2 = \ln(x + 1)$ y las demás como $\text{Log}(x)$. Paralelamente, la abundancia de las especies fue transformadas logarítmicamente (Ter Braak y Smilauer, 1998).

Resultados y discusión

De acuerdo con la curva área-especies y de distancias (Figura 2) indican que la muestra con 30 parcelas he representativa de la diversidad florística del bosque.

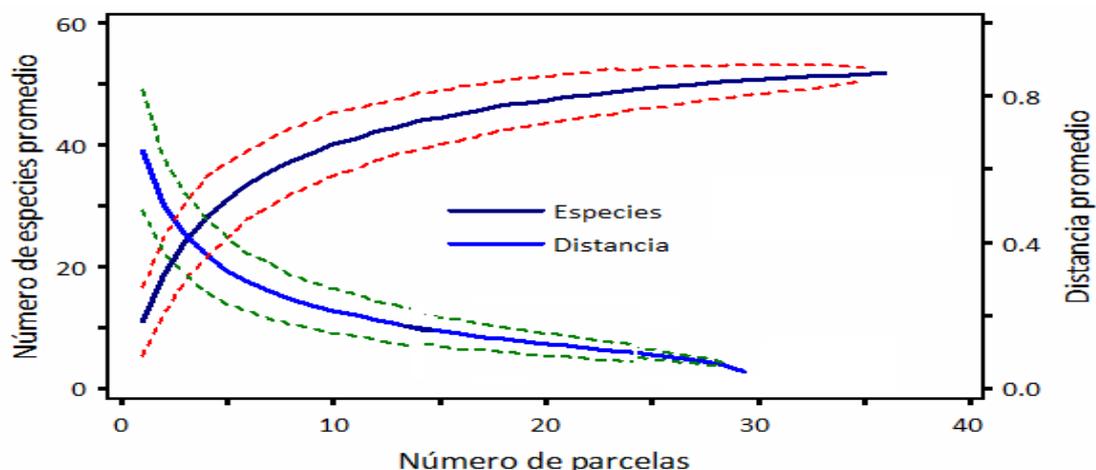


Figura 2. Curva área-especie lograda a partir del muestreo en la floresta de Miombo de Chianga.

De acuerdo a la tendencia de la curva de especies obtenida no debe incrementarse significativamente el número de especies con una muestra mayor, por su parte la curva de tendencia se allana antes de alcanzar el valor de cero, característica que debe cumplirse para validar el esfuerzo de muestreo. El número de especies registradas en el levantamiento florístico se mostró dentro de lo esperado, coincidiendo con (Dovala, 2015; Menezes, 2015) que emplearon la misma metodología en ese tipo de bosque. Schilling y Batista (2008) y Schilling *et al.* (2012), plantearon que la curva número de especies es la herramienta más utilizada para determinar el tamaño de muestra en estudios florísticos, y cuánto más parcelas sean levantadas es mejor.

Riqueza y diversidad de especies de la vegetación del bosque de Miombo

La media del índice de Shannon fue de 0,75 nats. indiv⁻¹ considerado bajo. Según Margurram (2004), este índice varía entre 1,5 a 3,5 nats.indv⁻¹, donde los valores más próximos a 3,5 caracterizan la comunidad como distinta. Este resultado difiere de Menezes (2015) y Baptista (2016), en la misma área de estudio, donde obtuvieron índice de 0,97 a 0,94 nats.indv⁻¹, reafirmando baja diversidad del área, aunque este autor utiliza diferente intensidad de muestra. La equidad de Pielou (J) logro valores de 0,64, indicando que las especies ocurrentes en la floresta de Miombo no están uniforme distribuidas. Estos valores son similares con los reportado por Baptista (2016) con media de 0, 85. Este resultado de 0,64 no se corresponde con Bongo (2014) en otro ecosistema de Miombo.

Resultados y Discusión

Caracterización florística. Diversidad alfa

El inventario florístico identifico 27 especies, 10 familias, 23 géneros y 1290 individuos, Destacando especies amenazadas como: *Rothmannia engleriana*; *Diplorynchus condylocarpon*; *Securidaca longepedunculata*. Las familias mejor representadas (Figura 3) con relación a la riqueza de especies son: Fabaceae, Proteaceae, Euphorbiaceae, Dipterocarpaceae y Combretaceae, las cuales determinan la diversidad existente del área.

Figura 3. Distribución absoluta del número de especies por familia.

Se aprecia pérdida en las familias y especies con relación al estudio realizado por Baptista (2016), en este bosque, informando 29 especies, 16 familias y 22 géneros. Esto pudiera ser por el tipo de muestreo, cantidad y tamaño de parcelas, incendios forestales y acelerada extracción de individuos para la obtención de carbón. Esta investigación reporta a Fabaceae y Euphorbiaceae como las más representada, corroborando con Joao *et al.* (2014), en afirmar que las más destacada en número y especies en la formación de Miombo del sector norte de Canjombe en Angola, es Fabaceae y Euphorbiaceae.

Giliba *et al.* (2011) realizaron estudio florístico en ecosistema de Miombo en Tanzania, observaron que las familias más importantes por número y especies es Fabaceae y Euphorbiaceae, resultando de mayor abundancia. En bosque de Miombo evaluado por Falcon y Essanjo (2014), en la Aldea Calombo, municipio de Cuima, Huambo, las familias con mayor riqueza de especies fueron: Fabaceae (9), Euphorbiaceae (6), Rubiaceae y Caesalpinaceae (2).

Sanfilippo (2013), expone que el Miombo de Angola es dominado por especies de los géneros *Brachystegia*, *Isoberlinia* y *Julbernardia*. Baptista (2016), explica que este bosque está determinado por géneros *Brachystegia*, *Uapaca* y *Protea*.

Banda *et al.* (2006), difieren de estos resultados con una mejor representación para *Marhamia*, *Grewia*, *Terminalia*, *Syzygium*, *Acacia* y *Combretum*. Estas diferencias pueden estar asociadas a las condiciones ambientales y las perturbaciones humanas en especial los incendios forestales. En nuestros resultados diferimos de estos autores concluyendo que este bosque está dominado generalmente por el género *Julbernardia*, mostrando disminución de especies en los géneros citados, pues está pérdida pudiera ser como se citados por los incendios forestales, tala de especies para fabricación de carbón.

Cantidad de individuos en los diferentes estratos del bosque

Se representa al estrato herbáceo con mayor cantidad de individuos, seguido del arbustivo (Figura 4). Los resultados muestran el grado de entronización del bosque, que en su estado climácico debió tener pocos individuos el herbáceo (Sánchez, 2015). Esta característica se corrobora con estudios realizados por Reyes y Acosta (2005), Sánchez (2015), en bosques pluvilsilvas en la región oriental de Cuba, donde el estrato arbustivo fluctúa entre un 20 y 60 % de densidad, y el estrato herbáceo entre 80 y 100 % de su densidad.

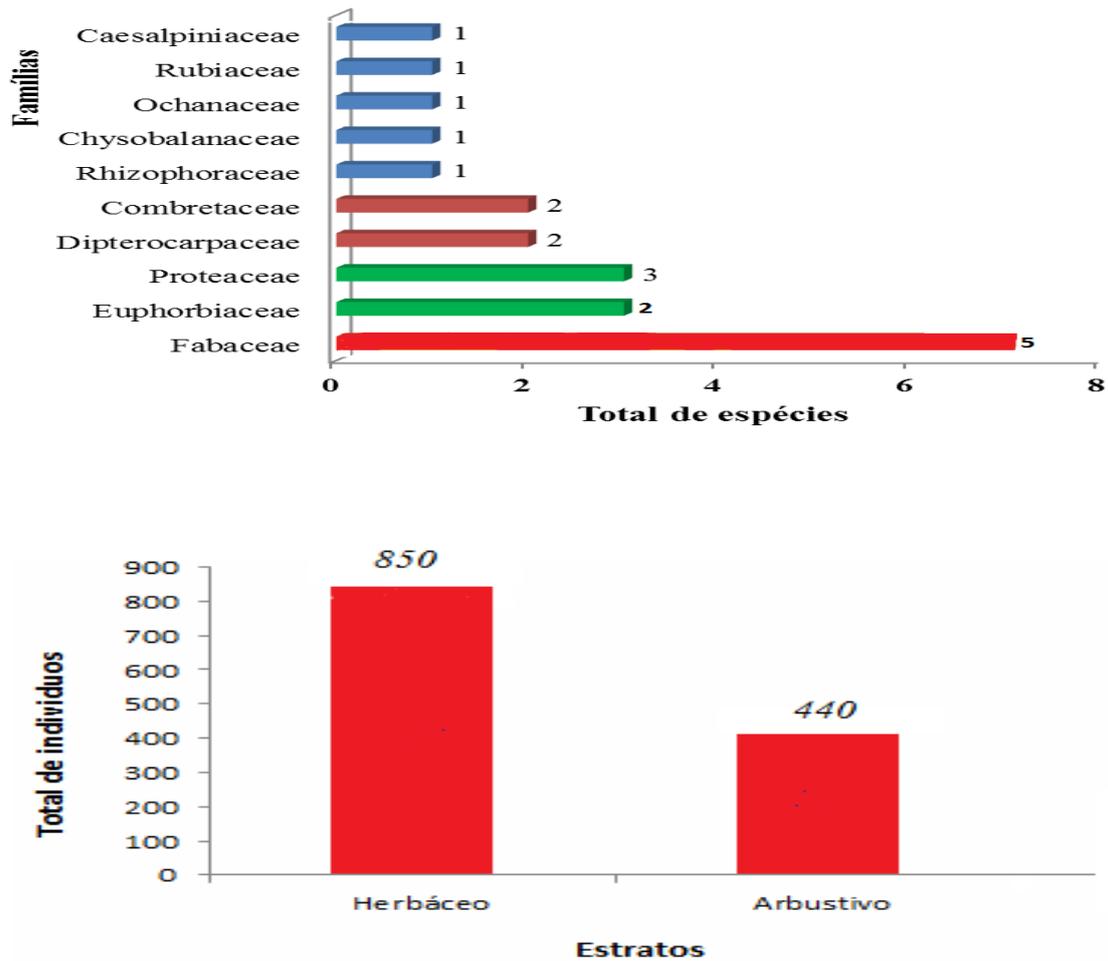


Figura 4. Total de individuos presentes en cada uno de los estratos vegetales estudiados.
Aspectos ecológicos de la vegetación afectada por disturbios antrópicos.
Estructura horizontal y vertical. Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie

El estudio de la estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de los árboles y de las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. Teniendo en cuenta el 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 diámetro \geq a 5 cm resultó con valores diferentes, reflejando que las especies que presentan mayor dominancia son las menos abundantes y frecuentes (Figura 6) ya que, según Melo y Vargas (2003), esto ocurre siempre que el mayor peso ecológico favorece las especies raras en su conjunto (20 especies),

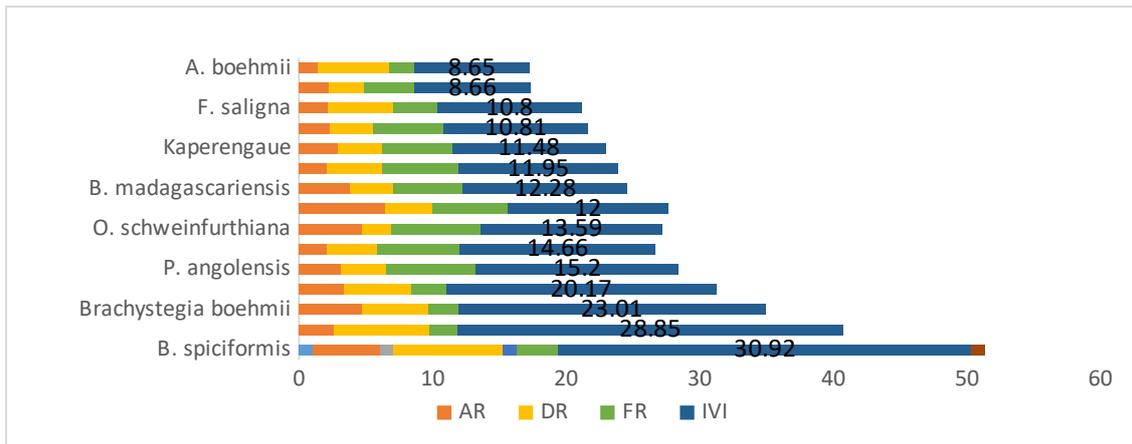


Figura 6. Índice de valor de importancia ecológica para las 15 especies más importantes en la vegetación del bosque de Miombo.

Estas especies presentan baja participación de acuerdo a los parámetros fitosociológicos, las cuales las convierten vulnerables antes los disturbios naturales y antrópicos como: acción de incendios forestales, corte de árboles para la obtención de vigas, leñas para fabricación de carbón (Sánchez, 2015).

Entre las quince especies de mayor peso ecológico (Figura 6), que representan el 40 % de la flora encontrada, *Brachystegia spiciformis*, *Monotes sp.*, *Brachystegia boehmii* y *Syzygium guineense* ocupan las cuatro primeras posiciones, especialmente por su dominancia y abundancia, acumulando de conjunto un 87 % del valor de importancia, por presentar árboles con grandes dimensiones. El resto de las especies que se encuentran situadas hasta la oncenava posición ecológica presentaron valores similares entre ellas.

La disminución del valor de importancia de *B. spiciformis* pudiera estar relacionado con los incendios ocurridos en temporadas secas y tala para la obtención de leñas para combustibles y fabricación de carbón. Según Oliveira y Amaral (2004), el índice de valor de importancia estimado para las especies vegetales, puede ser utilizado en planes de manejo como indicador de importancia ecológica, debido a la influencia de las especies más frecuentes y dominantes en los procesos básicos de equilibrio de la flora, alimento de fauna.

Estratificación vertical del bosque

Se encontró una distribución desigual en el número de individuos en las dos clases de altura. Estos resultados muestran las principales especies mejor representadas en el biogrupo, destacando en el estrato inferior *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia tamarindoides*, *Pericopsis angolensis*, *Syzygium guineense*, *Ocha schweinfurthiana*, *Parinari curatellifolia*, *Brachystegia boehmii*, *Hymenocardia acida*, entre otras.

En el estrato medio encontramos *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia tamarindoides*, *Monotes sp.*, *Pericopsis angolensis*, *Syzygium guineense*, *Ocha schweinfurthiana*, *Parinari curatellifolia*, *Brachystegia boehmii*, *Hymenocardia acida*, entre otras. Se refleja que en el estrato inferior y medio se encuentran con mayor representatividad *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia tamarindoides*, *Pericopsis angolensis*, *Syzygium guineense*, *Ocha schweinfurthiana*, *Parinari curatellifolia*, *Brachystegia boehmii*, *Hymenocardia acida*. Estos resultados con respecto a la estructura vertical del bosque reflejan la existencia de dos estratos arbóreos, donde el superior falta, evidenciando la ausencia total del mismo.

En estudios realizados por Menezes (2015), Baptista (2016) y en bibliografías referidas, citan la existencia de tres estratos arbóreos en la floresta de Miombo. La ausencia total del estrato superior pudiera ser causado por los incendios forestales que por muchas décadas se practica, cortas incontroladas de árboles para fabricación de carbón y leñas, trayendo consigo la desaparición de las especies arbóreas en el piso superior del bosque.

Estos resultados no coinciden con lo reportado por Isango (2007), en estudio de estructura y composición de especies del bosque de Miombo en Tanzania donde plantea la uniformidad del

bosque. La altura media de los individuos muestreados en la floresta estudiada fue de 6 m, por lo que fue posibles definir dos estratos en el bosque que se estudia.

Por su parte Finol (1971), indica que cuanto más regular sea la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de un bosque (diminución gradual del número de árboles a medida que sube del estrato inferior al superior), tanto mayor será su valor en la posición fitosociológica.

Posición sociológica absoluta de las especies presentes en los estratos del bosque

De acuerdo con la posición sociológica del bosque, de las especies presentes en el estrato inferior el 60,25 % son compartidas por el estrato medio y el 20,50 % por el estrato inferior, y solo el 19,25 % de estas especies de las 27 inventariadas presentaron una distribución vertical continua, lo cual refleja las especies que se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial productivo. Las especies que ocuparon mayor valor sociológico (PSr) y a la vez mayor distribución continua, en orden representativo, fueron: *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia tamarindoides*, *Pericopsis angolensis*, *Syzygium guineense*, *Ocha schweinfurthiana*, *Parinari curatellifolia*, *Brachystegia boehmii*, *Hymenocardia acida*.

Las otras ocho especies, aunque presentan menores valores de posición sociológica, todas tienen presencia de individuos en los estratos (inferior y medio). La existencia de individuos en todos los estratos es un indicio de su representatividad en la estructura de la comunidad forestal en todas las fases de su desarrollo. Las que no presentan esa cualidad, no se reproducen o no se regeneran en el local, podrán no estar presentes en la formación futura (Vilanova, 2008), excepto las especies con hábito arbustivo.

Distribución por clases diamétrica

Se caracteriza por la concentración de individuos en las primeras clases diamétricas, a medida que aumenta el diámetro el número de individuos disminuye proporcionalmente (Figuras 7). La distribución se asemejó a la forma típica de una J invertida, representativa de un bosque natural heterogéneo y disintáneo o con alta tendencia a la heterogeneidad (Lamprecht, 1990; Melo *et al.*, 2000; Higuchi *et al.*, 2008; Fredericksen, 2011 y Sánchez, 2015).

La estructura permite asegurar la viabilidad de las poblaciones vegetales, pues Garzón (2001) y Grela (2003), citados por Sánchez (2015), expone que, con el tiempo, la regeneración pasa a ocupar las clases diamétricas mayores, lo cual permitiría la reposición de los árboles que fueron destruidos, derribados o que actualmente están sobre maduros. La estructura actual de diseminados y brinzales es escasa, en especies maderables, debido a la baja densidad del sotobosque, que no asegura la continuidad de las clases diamétricas, causados por los intensos y continuados incendios forestales a que está sometido este bosque de Miombo, por eso es imprescindible la intervención silvícola.

En la figura 7 el mayor porcentaje de individuos (15,6 %) se concentró en la segunda clase diamétrica de 4 cm, el 12 % en la clase de 6 cm, el 10,5 %, y 8,7 % en las clases de 8 y 10 respectivamente, en la fila de 5,6 % a 4,5 %, se concentraron en las clases de 12 a 18 cm (aparte de las clases diamétricas 20, 22, 24, 26, y 28, que fueron inferiores a los 2,7 %), el 1,5 % de los individuos ocupan las clases de diámetros superiores a los 30 cm.

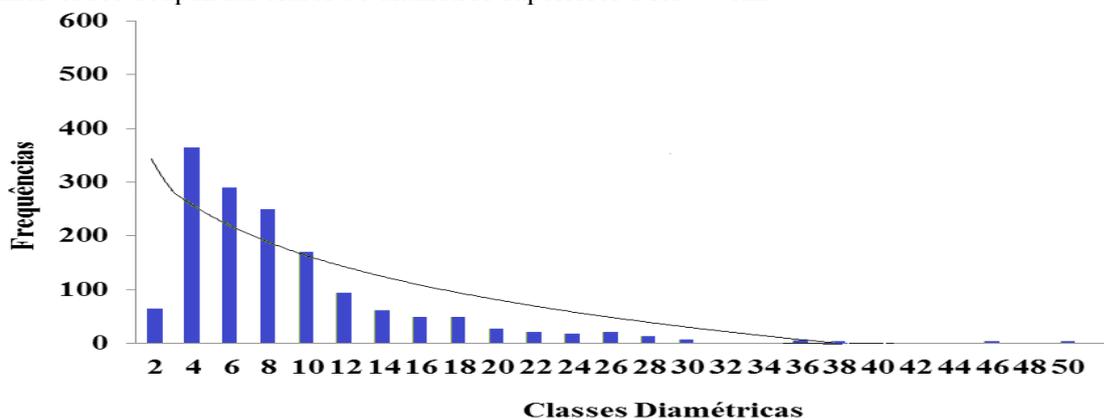


Figura 7. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas durante la caracterización florística del bosque de Miombo.

Esto ocurrió probablemente al criterio de inclusión adoptado (individuos con diámetros \geq a 5 cm), que según Martins (1991), citado por Narvaes *et al.* (2005), y Sánchez (2015), favorece el muestreo de los individuos en fase juvenil y aquellas especies características del sotobosque.

Los individuos que presentan baja frecuencia en las clases diamétricas superiores están asociados a la mezcla de poblaciones de diferentes ritmos de crecimiento, diferentes edades, capacidad entre los individuos para formar doseles primarios y secundarios, y tala de especies con alto valor comercial realizadas por la población rural (Sánchez, 2015).

La escasez de individuos en las clases diamétricas inferiores sugieren que la vegetación no se auto sustenta, pues estos individuos pertenecen a la regeneración natural, por tanto, estos resultados no coinciden con Lopes *et al.* (2002), al explicar que los individuos concentrados en las clases diamétricas inferiores sugieren que la vegetación se auto sustenta, pues estos individuos pertenecen a la regeneración natural quienes son capaces de establecerse durante los primeros años.

Es observable conforme aumentan las clases diamétricas disminuye el número de individuos producto a la capacidad intra e interespecífica y las exigencias lumínicas que requieren algunas especies para ocupar un sitio dentro de la vegetación, por eso muchas especies no consiguen aclimatarse a nuevas condiciones y mueren (Sánchez, 2015).

La escasez y ausencia de árboles en las clases diamétricas superiores pudiera relacionarse con los incendios, cortas de las especies maderables de valor económico. Estos resultados infieren que, este bosque fue perturbado por talas incontroladas de individuos con mayor diámetro y especies de valor económico como: *Brachystegia spiciformis* y *Faurea saligna*, que sobrepasan los 40 cm de diámetro; así como los incendios ocurridos durante años que han alterado la estructura diamétrica, con el predominio de árboles con diámetro pequeño.

Estos resultados muestran que la estructura diamétrica del bosque va cambiando desfavorablemente, si la comparamos con estudios realizados por Baptista (2016), donde la distribución diamétrica era superior a estos resultados.

Influencia de las variables ambientales en la estructura del bosque

En estos bosques explorados por distintas fuentes se observó que en el caso de los incendios forestales es bastante elevada, pues el objetivo de esta actividad es la caza de animales comestibles y quemadas de parcelas agrícolas.

En este sentido Jimenez (2008) y Jimenez *et al.* (2010), expusieron que la extracción de los productos forestales maderables y no maderables, así como la apertura de caminos y tala del bosque para la realización de estas tareas no solo implica una reducción en la densidad de los árboles, sino cambios drásticos desde el punto de vista microclimático y en la composición florística, incluyendo especies de interés maderable. También la práctica de quemadas por incendios forestales, que es muy común en este bosque de Miombo, practicadas por los miembros de la comunidad, produce cambios desfavorables en la estructura y composición de especies, así como en la biodiversidad.

Estos aspectos corroboran lo expuesto por Spurr y Barnes (1982), relacionado con los tipos de perturbaciones, dentro de las cuales están las que alteran la estructura del bosque (viento, la exploración forestal), las que alteran la composición de especies del bosque (introducción o eliminación de nuevas plantas o animales), y las que alteran el clima el cual crece el bosque (cambios bruscos a nivel microclimático).

La tabla 1 presenta la caracterización de los disturbios por los sitios de muestreo, evidenciando la superioridad de las alteraciones antrópicas, donde las más intensas se relacionan con los incendios forestales, factor éste que influye derechamente en la alteración de la estructura y composición florística, además altera negativamente la dinámica de la regeneración natural del bosque.

Tabla 1.*Categorización de disturbios por parcela del bosque de Miombo*

Parcela	1 Incendios forestales	2 Total por caminos	3 aclareo y caidad de los arboles	4 entresaca de madera de leña
P1	4	2	4	4
P2	4	2	4	4
P3	4	2	4	4
P4	4	1	4	4
P5	4	2	3	3
P6	4	2	2	3
P7	4	1	1	4
P8	4	2	4	3
P9	4	1	3	2
P10	4	1	2	2
P11	4	1	2	1
P12	4	2	4	4
P13	4	1	2	1
P14	4	1	3	3
P15	4	2	4	4
P16	4	1	3	2
P17	4	1	2	1
P18	4	1	2	2
P19	4	1	2	1
P20	4	1	2	1
P21	4	1	3	1
P22	4	1	4	4
P23	4	1	3	2
P24	4	1	3	1
P25	4	1	3	1
P26	4	1	4	4
P27	4	2	4	2
P28	4	1	3	2
P29	4	1	4	3
P30	4	1	4	4

1-Sem disturbio 2-Disturbio leve 3- Disturbio moderado 4- Disturbio alto

Los disturbios por entresacas de madera de leña y aclárelo de los árboles también resultaron ser elevados, pues el objetivo es lograr postes para cercados, horcones para fabricación de casas, varas, leñas para fabricación de carbón, entre otros. Estos productos son muy demandados por las comunidades vecinas a los bosques, afectando y modificando los factores ecológicos, como lo expusieron Picket y White (1985), que estas perturbaciones afectan fuertemente la estructura y calidad de las especies tolerantes de sombra.

En las parcelas muestreadas las perturbaciones antrópicas favorecieron la aparición de especies exóticas, y algunas las consideran invasoras, pues según Oviedo (2005), estos taxones modifican la estructura del bosque en galería, principalmente cerca de los bordes de los caminos y especialmente en la vegetación de ribera. Según Rosete *et al.* (2011), Las perturbaciones ejercen efectos devastadores en la estructura, equilibrio, dinámica y salud de los bosques. Lo anterior corrobora lo expuesto por Hobbs y Huenneke (1992).

Estos autores aseguran que cualquier cambio en el régimen histórico de distribución de un ecosistema puede alterar la composición de especies mediante la disminución de la importancia de las especies nativas, la creación de oportunidades para el ingreso de especies exóticas, o por ambos medios.

Los resultados del análisis de componentes principales sobre la matriz de correlación entre variables descriptoras de perturbación de la estructura de especies (Tabla 2) indicaron que los tres primeros ejes explican el 65,32 % de la variabilidad total en la caracterización realizada, y teniendo en cuenta el valor de las comunalidades las variables que más aportaron a la segregación de los componentes son: distancia a la carretera, calveros, caminos, cultivos agrícolas y las especies.

Tabla 2.

Análisis de componentes principales (ACP) realizados sobre la matriz de correlación de las variables descriptoras de perturbación ambiental y descriptoras de estructura de especies

Componentes				
	Comunidad	1	2	3
	0,833	,921	0,84	,525
DVIVIENDAS	0,024	-0,015	,010	-, 218
DCARRETARA	0,892	,843	-,762	0,254
DAGRICOLAS	0,766	,834	-,193	-,112
SIMPSON	0,564	,256	,776	-,068
SP	0,917	-,099	-,006	,958
DCAMINOS	0,632	,047	,377	,865
AB	0,523	,088	-,365	,787
Auto valoras		4,657	3,245	1,223
% de varianza		30,564	19,678	12,243
Varianza total explicada		30,564	46,264	65,327

Corroborando lo expuesto por Mendes *et al.* (2009), cuando mayor es el número de las comunalidades, mayor será la importancia de una variable en un espacio factorial. El primer componente reveló grande correlación entre las variables descriptoras de disturbio como: distancia a calvero, carretera y cultivos agrícolas con la estructura de especies. El segundo componente expresa correlación entre variables ambientales descriptoras de disturbio como: distancia a calvero, carretera, y el tercer componente confirma la relación que existe con las especies, distancia a calvero, camino, y área basal, confirmando en algunos lugares dominio de especies con altos valores de área basal las cuales están domeniando.

Conclusiones

Se identificaron 27 especies, 10 familias, 22 géneros y 1290 individuos. Las familias mejor representadas con relación a la riqueza fueron: Fabaceae, Proteaceae, Euphorbiaceae, Dipterocarpaceae y Combretaceae, con una riqueza de especies muy baja.

La distribución se asemejó a la forma típica de una J invertida. Entre las quince especies de mayor peso ecológico que representaron el 40 % de la flora encontrada, *Brachystegia spiciformis*, *Monotes sp.*, *Brachystegia boehmii* y *Syzygium guineense* ocupan las cuatro primeras posiciones. Estos resultados de la estructura vertical reflejan la existencia de dos estratos arbóreos, faltando el superior, evidenciando pérdida total del mismo.

Los factores antrópicos que más afectan la estructura son: distancia a la carretera, a calveros, las especies, distancia a caminos, a cultivos agrícolas y los incendios forestales.

Referencia bibliográfica

1. Baptista, J; M. 2016. Estructura fitossociológica da vegetação arbórea na floresta de Miombo da estação experimental agronómica da Chianga, Província do Huambo, Angola, Teses de Licenciatura em Engenharia Florestal. Faculdade de Ciências Agrárias. UJES. 50 p.
2. Campbell, B. 1996. The Miombo in Transition. Woodlands and Welfare in África. CIFOR. Bogor, Indonesia.

3. Camacho, M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Turrialba, CR. CATIE. 52 p.
4. Diniz, A. C. 2006. Características mesológicas de Angola. 2a Ed. Lisboa: Instituto Português de Apoio au Desenvolvimento. ISBN 972-8975-02-3.
5. Dovala, L. F. L. 2015. Estrutura da regeneração de uma população de Miombo na reserva Brito Texeira, Chianga, Huambo, Angola. Teses de Licenciatura em Engenharia Florestal. Faculdade de Ciências Agrárias. UJES. 81 p.
6. Dutra, D. S. 2011. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. Biotemas. 24 (4): 49-58.
7. Falcon, E. e Essanjo, E. 2014. Estructura y diversidad de la flora leñosa del bosque de Miombo en la aldea Calombo, comuna Cuíma, município Caála. Evento: Agosto Científico/2014. Faculdade de Ciências Agrárias. UJES. Huambo, Angola. 11 p.
8. Finol, H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana 21: 29-42 p.
9. Fredericksen, T. 2011. Review Silviculture in Seasonally Dry Tropical Forest. Chapter 16. Eds. Günter, S.; Weber, M.; Stimm, B. and Mosandl, R. Silviculture in the tropics. 8: 239-260 p.
10. Galvão, F.; Roderjan, C.; Kuniyoshi, Y. e Ziller, S. 2002. Composição Florística e Fitossociologia de caxetais do litoral do Estado do Paraná-Brasil. Floresta, Curitiba. 32(1):17-39.
11. Giliba, R.; Boon, B.; Kayombo, C.; Musamba, E.; Kashindye, A. and Shayo, P. 2011. Species Composition, Richness and Diversity in Miombo Woodland of Bereku Forest Reserve, Tanzania. J Biodiversity, 2(1):1-7.
12. Henriques, I. C.; Monteiro, A. and Moreira, I. 2009. Efeito dos tratamentos fitossanitários na produção de cultivares de batateira (*Solanum tuberosum* L.) no Planalto do Huambo. Angola. Revista de Ciências Agrárias 32: 182-193.
13. Higuchi, P.; Oliveira-Filho, A.; da Silva, A.; Mendonça, E. L.; dos Santos, R.; Salgado, D. 2008. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. Revista Árvore. 32(3): 417–426.
14. Isango, J. A. 2007. Stand Structure and Tree Species Composition of Tanzania Miombo Woodlands: A Case Study from Miombo Woodlands of Community Based Forest Management in Iringa District. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 50: 43–56.
15. Jimenez, A. 2008. Productos Forestales no Maderero en la comunidad Soroa, Sierra del Rosario, Candelaria, Pinar del Río. Tesis (presentada en opción al título de Máster en Ciencia. Mención Agroecológica). Universidad de Pinar del Río. 86 p.
16. Jimenez, A.; García, M.; Sotolongo, R.; González, M. y Martínez, M. 2010. Productos Forestales no Madereros en la Comunidad Soroa, Sierra del Rosario. Centro Universitario Municipal San Cristóbal. Pinar del Río. Cuba. Revista Forestal Baracoa. 29 (2): 83-88.
17. Joao, E.; Goncalves, C.; Sanfilippo, M.; García, Y.; Castillo, I. and Arteaga, Y. 2014. Estructura y composición del bosque Miombo del sector norte de Canjombe, Angola. Revista Forestal Baracoa vol. 33, Número Especial 2014, p. 306-316. ISSN: 2078-7235.
18. João, M. and Aldana, E. 2014. Caracterización de la estructura y composición de la formación forestal Miombo de la aldea Calombo de la comuna Cuíma. Revista Forestal Baracoa vol. 33, Número Especial 2014, p. 43-53. ISSN: 2078-7235.
19. Jongman, R. H. G.; Ter Braak, C. J. F. and van Tongeren, O. F. R. 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge. En: McCune y Mefford, 1999. Multivariate analysis of ecological data. PcOrd-Version 4.17 MjM Software. Glenneden Beach, Oregon, USA.

20. 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. Kimmins, J. P. 1987. Forest ecology. New York: Macmillan, 531 p.
21. Lopes, W. P.; de Paula, A.; Sevilha, A. C. y da Silva, A. F. 2002. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 26(3): 339-347.
22. Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Malden: Blackwell Publishing, 256p.
23. McCune, B. and Mefford, M. J. 1999. *Multivariate analysis of ecological data*. PcOrd-Versión 4.17 Software. Glenneden Beach, Oregon, USA.
24. Melo, O.; Rodríguez, N. y Rojas, F. 2000. Patrones de arquitectura foliar asociados al crecimiento funcional de cinco especies leñosas nativas de la cordillera oriental utilizadas en restauración ecológica en la sabana de Bogotá. *Colombia Forestal* 15(1):119-130.
25. Melo, O. and Vargas, R. 2003. *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué, CO, Universidad del Tolima. 239 p.
26. Mendes, L.; Caraciolo, R.; Aleixo, J. A.; de Souza, E.; Lira, A. e Ferraz, I. 2009. Utilização de técnicas multivariadas na classificação de fases de crescimento de *Leucaena leucocephala* (LAM.) de Wit. *Floresta* 39(4):921-935.
27. Menezes, R. 2015. Determinação de um método de amostragem (área fixa ou Bitterlich) para a avaliação da diversidade florística e estrutural na floresta de Miombo da Estação Experimental Agronômica da Chianga, Huambo. Teses de Licenciatura em Engenharia Florestal. Faculdade de Ciências Agrárias. UJES. 69 p.
28. Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M and T-Manuales y Tesis SEA, Vol. I. Zaragoza, España. 84 p.
29. Narvaes, I. da S.; Brena, D. A.; Longhi, S. J. 2005. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal* 15(4): 331-342.
30. Nogueira, M. D. A. 1970. Carta de Solos do Centro de Estudos da Chianga, In: IIAA-Instituto de Investigação Agronómica de Angola. Série Científica No14. Nova Lisboa, Angola. 72 p.
31. Oliveira, A. N. and Amaral, I. L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 34, n. 1, p. 21-34.
32. Oviedo, R. 2005. *Especies Invasoras en Cuba, consideraciones básicas*. Disponible en: <http://www.ama.gov.co> Consultado 18 de mayo 2014.
33. Palmer, M. 2003. *Ordination Methods for Ecologists*. Disponible en: <http://www.carex.osuunx.ucc.okstate.edu> Consulta noviembre 2019.
34. Rode, R.; e uma Figueiredo Filho, A.; Galvão, F. and Machado, S. A. 2009. Comparação florística entre uma Floresta Ombrófila Mista vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos. *Cerne*, Lavras, v. 15, p. 101-115.
35. Rosete, S.; Pérez, J.; Sánchez, O. y Rosa, R. 2011. *Bosques de Cuba*. Instituto de Ecología y Sistemática (CITMA), Ministerio de la Agricultura (MINAGRI), Ministerio de Educación Superior (MES) y Ministerio del Interior (MININT). La Habana, 241p.
36. Sanfilippo, M. 2013. *Trinta árvores do miombo Angolano. Guia de campo para a identificação*. COSPE. Firenze. 77 p.
37. 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.

38. Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal. AGT. Editor, S.A. 690p.
39. Schmitt, C.B., N.D. Burgess, L. Coad, A. Belokurov, C. Besançon, L. Boisrobert, A. Campbell, L. Fish, D. Gliddon, & K. Humphries. 2009. Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation*: doi:101016/j.biocon.2009.04.012.
40. Schilling, A. C. e Batista, J. L. F. 2008. Curva de acumulação e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 31, p. 179-187.
41. Schilling, A. C.; Ferreira, J. L. e Couto, H. Z. 2012. Ausência de estabilização da curva de acumulação de espécies em florestas tropicais. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 101-111, jan.-mar. ISSN 0103-9954.
42. Ter Braak, C.J. and Smilauer, P. 1998. CANOCO. Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4). Microcomputer Power. Ithaca. New York. 351p.
43. Ter Braak, C. J. and Prentice, I. C. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18:271-289.
44. Vilanova, S. R. F. 2008. Composição Florística e valoração econômica de uma unidade de conservação urbana, Cuiabá, Mato Grosso. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. 111f.