

Descriptores fitosociológicos y ecounidades del mosaico silvigénico de un bosque en Balbina-am.

Key phytosociological and eco units of mosaic silvigenic of the rain forest /balbina -am.

Dick Erickson Valderrama Sandoval¹, Tedy Tuesta Torrejon², Maria Angelica Flores Romayna³
Moises Torres Velasco⁴

^{1,2,3,4} Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales – UNU. E-mail: devsvalderrama@gmail.com

Resumen

Fueron evaluadas la estructura fitosociológica y las eco-unidades del mosaico silvigénico de un bosque húmedo tropical (colina baja), ubicado en el municipio de Presidente Figueiredo-Balbina-AM - Manaus, para el estudio se utilizó el método de parcelas múltiples, siendo considerados todos los individuos arbóreos con DAP igual ó mayor a 10 cm. en 5 parcelas de 50 m x 100m. Se registró 167 especies arbóreas, 88 géneros y 39 familias. De acuerdo al peso ecológico, se determinó que la especie *Eschweilera coriacea* fue la que tuvo mayor valor de importancia en esa comunidad, seguido de las especies *Pouteria rostrata*, *eschweilera truncata*, *Protium apiculatum* y *Protium hebetatum*. En la estructura vertical se verificó que en el estrato medio esta concentrado el mayor número de individuos (68,13%) con alturas entre 12 -19,3m, La distribución diamétrica de los individuos fue representado por una j invertida, en la primera clase (10,2 – 18,0 cm) se encontraron 49,1% del total de los árboles muestreados. El índice de shannon permitió concluir que existe una alta heterogeneidad de especies. En relación al índice de jaccard se encontró un valor por encima del 30%, indicando similitud entre parcelas. En el patrón espacial se observó que 74,25% de las especies presentan una distribución del tipo uniforme. El análisis del mosaico silvigénico fue realizada utilizando el método de inventario en líneas interceptadas, trabajados en las mismas parcelas, concluyendo que las ecounidades en desarrollo y equilibrio se encuentran igualmente distribuidos en el área de estudio.

Palabras clave: Composición florística, grado de madurez, parcelas múltiples, valor ecológico.

Abstrac

There were evaluated the phytosociological structure and the eco units of the Silvigenic mosaic of a Dense Ombrophilous Forest (plateau), located in the municipality of President Figueiredo - Balbina-AM, for the phytosociological study . it used the method of multiple plots in which were considered all individual trees with DAP equal or upper to 10 cm in 5 plots 50 m x 100 m. It registered 167 tree species, 88 types and 39 families. According to the values of density, frequency and dominance, it was observed that the specie *Eschweilera Coriacea* was what took a higher value of importance in this community, followed by the species *Pouteria rostrata*, *eschweilera truncata*, *Protium apiculatum* and *Protium hebetatum*. In the vertical structure has been found that the stratum medium is concentrated the largest number of individuals (68,13%) with heights between 12m-19,3 m. The Diametric distribution of the individuals was represented by a “J” inverted, in the first class (10,2 cm – 18,0 cm) occurred 49,1% of the total of sampled trees. The Shannon index allowed to conclude that in the forest there is a high heterogeneity of species. In relation to the Jaccard index it found a value higher of the 30% among the plots, indicating that exist similarity between the plots. In the determining of the spatial pattern was observed that most of the species (74,25%) shown a distribution of uniform type. The analysis of the mosaic silvigenic mosaic was performed using the method of inventory of intercepted lines, worked in the same plots, concluding that the eco units in developing and equilibrium it found equally distributed.

Keywords: ecological evaluate, Floristic composition, maturity level, multiple plots.



Introducción

En Brasil, se encuentran aproximadamente un tercio de los bosques tropicales remanentes del mundo, además, es uno de los repositorios más importantes de la biodiversidad mundial. Sin embargo, importantes ecosistemas fueron alterados por acciones antrópicas sin que se tenga conocimiento de su estructura fitosociológica y composición florística de las especies en diferentes ambientes (Silva et al., 2008). Estas acciones antrópicas se desarrollaron sin criterios de sostenibilidad forestal, lo que caracteriza la pérdida de la cobertura forestal y la diversidad de especies, antes que se tenga conocimiento de esa riqueza natural (Souza et al., 2006).

Souza (2003), Plantea que un bosque natural para ser intervenido de forma planificada, deberá partir de un inventario detallado que proporcione estimaciones reales de diversidad, frecuencia, densidad, dominancia y las distribuciones diamétrica y espacial de las especies, así como los valores ecológicos, sociales de las especies.

La composición y la estructura de la vegetación cambian continuamente en el espacio y en el tiempo, debido principalmente a las interacciones entre el ambiente natural y las actividades humanas. Estos factores responsables por la variación espacial de la composición florística y que posibilitan la

coexistencia de un elevado número de especies por área en bosques tropicales han sido uno de los principales temas de investigación en la ecología vegetal (Clave, 2008).

Según Felfili & Silva Júnior (2004), el conocimiento sobre la distribución y organización de la biodiversidad, en las diferentes comunidades vegetales, sigue siendo reducido. Estas informaciones son de gran importancia para evaluar los impactos antrópicos, planificar la creación de unidades de conservación y la adopción de técnicas de gestión.

Además del conocimiento fitosociológico de los bosques, el estudio del mosaico silvigénico es muy importante debido a que muchas investigaciones realizadas en bosques tropicales han intentado definir lo que es un bosque tropical maduro, entendiendo como tal a aquella que alcanzó una alta complejidad, en el que existen los componentes necesarios para su desarrollo. A partir de ese conocimiento, será posible conocer el grado de madurez en que se encuentra el bosque (Cardoso-Leite & Rodrigues 2008). En esta perspectiva, el estudio del mosaico según las alteraciones arquitecturales de los árboles denominados silvigéneses por (Hallé et al. 1978) cobra gran destaque, las cuales más tarde se denominaron ecunidades (Torquebiau, 1986), las mismas que fueron clasificadas en cuatro categorías,

eco-unidades en reorganización (claros), en desarrollo (árboles jóvenes o del futuro), en equilibrio (árboles maduros o del presente, divididos en subcategorías 1A, 1B, 2A o 2B según la altura total y el fuste), y en degradación (árboles viejos o muertos en pie, o del pasado).

Los bosques tropicales en todo el mundo están sujetos a perturbaciones que alteran su estructura. Muchos de los ecosistemas amazónicos y en particular el bosque, objeto de este estudio, ubicado en la carretera de la morena cerca de la Villa de Balbina, del municipio de Presidente Figueiredo, AM, aún no fueron estudiados sobre la perspectiva prevista en este estudio, a pesar de muchas especies con gran valor de importancia ya han sido deforestadas por acciones antrópicas debido al desconocimiento de la estructura y composición de las mismas, que ocasionan serias consecuencias como la pérdida de la biodiversidad para esos ecosistemas. Así, fue necesario estudiar la estructura fitosociológica, la composición florística y la arquitectura del mosaico silvigénico, las cuales son fundamentales para entender los mecanismos que determinan la distribución y construcción de mosaicos forestales.

El conocimiento de la estructura fitosociológica y del mosaico silvigénico son muy importantes para la definición de

estrategias de conservación de la biodiversidad y recuperación de las áreas degradadas. En ese sentido el trabajo tuvo como objetivo analizar la estructura fitosociológica y silvigénica de la Floresta Ombrófila Densa en el Municipio de Presidente Figueiredo / Balbina-AM. En el estudio de la composición florística y la estructura fitosociológica, se verificaron las especies que poseían mayor importancia y dominación en la comunidad vegetal, al mismo tiempo a través del análisis del mosaico silvigénico de la misma se determinó el grado de madurez del bosque. Estas informaciones constituyen la base para la gestión ecológica del bosque, constituyendo las bases para la reconstrucción y recuperación de las áreas degradadas en ambientes similares al lugar del estudio.

METODOLOGIA

Ubicación y Caracterización del área de estudio

La investigación fue realizada en la carretera de la Morena Km.40, situada al margen izquierdo del Río Uatumã, Municipio de Presidente Figueiredo - Balbina -AM., Entre las coordenadas 2 ° 02'41"S y 59 ° 24'18"W . (Fig. 01).

Metodología

El método de la investigación para este estudio fue descriptivo y exploratorio (Gil, 2008). El

estudio del mosaico silvigénico (Oldeman, 1983) fue realizado por medio del método de inventario de líneas interceptadas por árboles del dosel, según (Torquebiau, 1986), el cual fue realizado en cinco áreas permanentes.

Además, en cada área se realizó el inventario fitosociológico a través del método de parcelas múltiples segundo (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974).

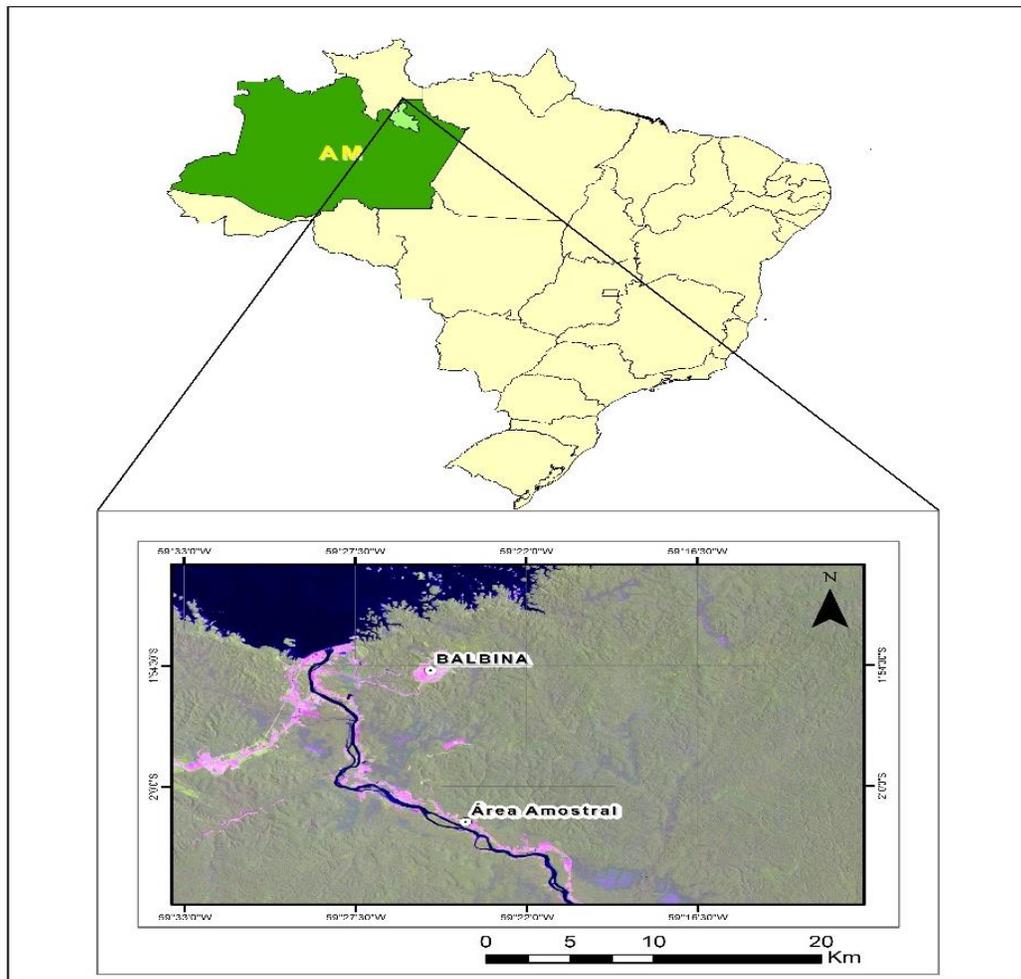


Figura 1. Mapa de Ubicación del área de estudio en el bosque humedo tropical lluvioso (colina baja) . tomado de imagen satelital Land Sat TM 7,2010.

Área de muestreo

La investigación fue realizada en 40 ha de bosque, en función de su proximidad a la Villa de Balbina y el Asentamiento Poblacional de

San Jorge. Se eligió esta área por presentar las siguientes ventajas:

- a) Acceso bastante fácil a la comunidad vegetal seleccionada y por poseer aún poca interferencia antrópica en el área;
- b) Por poseer condiciones homogéneas en cuanto a características fisionómicas y de suelo, con una vegetación conteniendo casi todos los estratos de una vegetación madura o en equilibrio.

En cada área se asignó una muestra de 50 m × 100 m, totalizando media ha, en cada muestra se dispusieron 5 líneas paralelas entre sí, distantes 10 m una de la otra, como también fueron instalados 20 sub divisiones de 10m x 25m de forma continua, para una mejor administración del inventario, (Fig. 02).

Muestreo

Para el análisis del mosaico silvigénico fueron considerados todos los individuos arbóreos cuyas copas interceptaban las líneas del inventario, considerando árboles con $DAP > = 10$ cm. vivos o muertos en pie, al mismo tiempo fueron anotadas las coordenadas (x;y) de ubicación horizontal de la copa con base en las sub parcelas de 10 m x 25 m. los árboles muertos no fueron consideradas para el cálculo de los parámetros fitosociológicos.

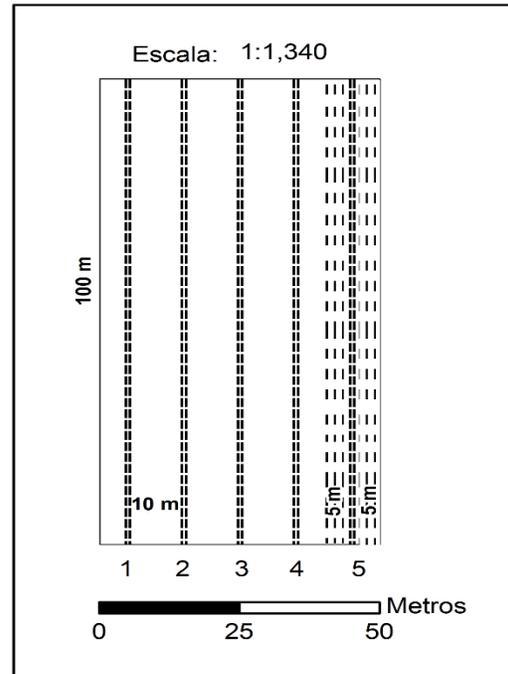


Figura 2. Delimitación de las parcelas en la comunidad vegetal de colina en la carretera morena.

También se tomaron las medidas de la altura total (Ht) y de la altura del fuste (Hf), utilizándose para el caso una vara de 3 m como referencia, y para la medición del DAP se utilizó una wincha de fibra de 5 m.

1. Descriptores fitosociológicos

Descriptores cuantitativos estructurales.

Para el análisis de la estructura fitosociológica de la parcela, se calculó el valor ecológico de las especies, mediante la determinación de los valores relativos de: Densidad, Frecuencia y Dominancia, valor de importancia ecológica de la familia y especie, área basal, y valor de cobertura: determinados de acuerdo con las

fórmulas sugeridas por (Müller-Dombois & Ellenberg (1974).

Densidad relativa. Este parámetro indica la participación de la especie en porcentaje del número total de individuos muestreados, dentro de una asociación vegetal, por unidad de superficie. El cálculo es independiente del área.

$$\text{DeRel} = \frac{ni}{N} \times 100$$

Donde:

ni = número de individuos muestreados de la especie;

N = número total de individuos muestreados de todas las especies.

Frecuencia Relativa. Es la proporción, expresada en porcentaje, entre la frecuencia absoluta de cada especie y la frecuencia absoluta total por unidad de área.

$$\text{FrRel} = \frac{FA}{\sum FA} \times 100$$

Donde:

FA = frecuencia absoluta de la especie; = Porcentaje de ocurrencia de la especie en las parcelas.

ΣFA = frecuencia absoluta total = suma de las frecuencias absolutas de todas las especies muestreadas.

Dominancia relativa. Se basa en la proporción de tamaño, volumen o cobertura de cada especie en relación al espacio o área

basal. Permite determinar el potencial de producción del bosque.

$$\text{DoRel} = \frac{g}{G} \times 100$$

Donde:

g = área basal individual de la especie.

G = área basal total de todas las especies amostradas.

$$g = \pi D^2 / 40000$$

Donde: $\pi = 3.1416$; D = Diámetro del árbol

Valor de importancia.

El valor de importancia de las especies (VIE) fue definido como:

$$\text{VIE}_i = \text{DeRel} + \text{FeRel} + \text{DoRel}$$

Donde:

DeRel = Densidad relativa

FeRel = Frecuencia relativa

DoRel = Dominancia relativa

Porcentaje de Cobertura. Definida por la suma de la densidad e dominancia relativa.

$$\text{PC} = \text{DeRel} + \text{DoRel}$$

Donde:

DeRel = Densidad relativa

DoRel = Dominancia relativa

2. Estructura Diamétrica

Para el análisis de la estructura diamétrica se utilizó el método de Sturges, propuesto por Herbert Sturges (1926) en el que considera dividir a los individuos en intervalos de clases. Para determinar esos intervalos fue necesario

calcular la amplitud total y el número de clases por el DAP máximo y mínimo, que fue hecha por las siguientes fórmulas:

$$AMP = DAP \text{ máx} - DAP \text{ mín}$$

Donde:

AMP = Amplitud total

DAP máx = Diametro máximo

DAP min = Diametro mínimo

$$C = 1 + 3.322 \cdot \log N$$

Donde:

C = Número de clases

Log N = logaritmo del número total de individuos

3. Estructura Vertical

Representa la importancia de la especie considerando su participación en los diferentes estratos verticales. Los estratos verticales se dividen en especies dominantes, intermediarias y dominadas, (Souza y Leite, 2006). El mismo autor considera que para estudiar la posición sociológica de cada especie en la comunidad, puede ser dividido en tres estratos de altura total según el siguiente procedimiento:

Estrato Inferior:

$$h_j < (\bar{h} - 1.S)$$

Estrato Medio:

$$(\bar{h} - 1.S) \leq h_j < (\bar{h} + 1.S)$$

Estrato Superior:

$$h_j \leq (\bar{h} + 1.S)$$

Donde:

\bar{h} = média de las alturas de los individuos muestreados

S = desviación estándar de las alturas totales

h_j = altura total de la j-ésima árbol individual

4. Diversidad específica

Índice de Shannon.

En este índice se asume que los individuos se encuentran distribuidos aleatoriamente en una población infinitamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra. Según (MAGURRAB, 1988), el valor máximo de ese índice es igual al logaritmo natural del número de especies encontradas en el área muestreada, que ocurre cuando todas las especies presentes poseen el mismo número de individuos. Cuando ese índice devuelve valor cercano a cero indica una diversidad muy baja, donde una especie domina toda el área.

El índice de Shannon-Weaver se define como:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Donde:

P_i = proporción de los individuos de especie i (abundancia relativa de las especies);

Ln = log base

5. Estudio das asociaciones vegetales enel ecosistema de colina baja

Se realizó a través del análisis multivariado (Cluster análisis) utilizando el programa FITOPAC 1.6. (Shepherd 2006), en la cual se utilizaron datos de presencia y ausencia de las especies de cada muestra, teniendo como producto final el dendrograma, con la finalidad de observar la similitud entre las parcelas estudiadas.

El cálculo de similitud se hizo a través del índice de Jaccard.

Índice de Jaccard (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974):

Considera la variación entre el número de especies comunes y el total de las especies encontradas en las dos comunidades que se están comparando. Permite observar la similitud que existen entre las muestras.

6. Patrón espacial de las especies

El estudio del patrón espacial es una cuestión clave para estudios en ecología forestal para entender cómo determinada especie utiliza los recursos disponibles. (CONDIT et al. 2000). El patrón espacial de las especies (JANKAUSKIS, 1990) se refiere a la distribución de los individuos de una especie en el espacio, está representado por su distribución en el área en estudio, en términos de frecuencia de ocurrencia dentro de las

unidades de muestreo recolectadas. Según Matteucci & Colma (1982), los patrones pueden ser, aleatorio, agrupado o regular.

La determinación del patrón espacial de las especies fue hecha a través del índice de Mcguines, que es obtenido por la relación entre densidad observada / densidad esperada, o sea:

$IGA = D/d$ donde,

D = Densidad observada

d = densidad esperada

$D = N^{\circ}$ total de árboles de la especie / N° de muestras

$d = -\ln(1 - (F\%/100))$

$F\% = (N^{\circ}$ de muestras donde se encuentra la especie / N° total de muestras) * 100

Si el valor del Índice de Mcguines (IGA) es mayor que 1, indica una tendencia a la agrupación, cuando el valor es igual a 1,0, significa que la especie tiene una distribución aleatoria, si el valor es menor que 1,0, se dice que la especie presenta una distribución uniforme, entre tanto si el valor es mayor que 2,0 significa que la especie presenta una distribución agrupada.

Sin embargo, si el resultado es mayor que 1 debe ser confirmado por la prueba f de significancia para determinar si el valor es estadísticamente diferente de 1 y en qué patrón de distribución se encuentra. Fue realizado por la siguiente fórmula:

$$F = (IGA * (N - 1) + n - N) / (n - 1)$$

Donde:

IGA = Índice de Mcguines.

N = Número de individuos de la especie.

n = Número de muestras.

7. Caracterización del mosaico silvigénico

Los individuos fueron clasificados, en cuanto a su arquitectura, en:

- Árboles del presente. Aquellos árboles que alcanzaron el crecimiento máximo
- Árboles del pasado. Aquellos árboles muertos de pie
- Árboles del futuro. Aquellos árboles que aún están en desarrollo

Utilizando los criterios propuestos por Torquebiau (1986).

Los árboles del presente fueron subdivididos en cuatro categorías: 1A - árboles bajos con fuste alto, 1B - árboles bajos con fuste bajo, 2A - árboles altos con fuste alto y 2B árboles altos con fuste bajo. En esta clasificación se considera árbol bajo aquella cuya altura total es menor que la mitad de la altura del dosel del bosque (SIE = superficie de inversión ecológica), árbol alto aquella cuya altura total es mayor que la mitad de la altura del dosel del bosque (SIE), árbol con fuste bajo, aquel que presenta el punto de inversión morfológica (PI) menor o igual que 0,5, y árbol con fuste alto aquel que presenta punto de inversión (PI)

mayor que 0,5. Torquebiau (1986) y Engel y Prado (1992).

El punto de inversión morfológica (PI) = H_f/H_t

Donde: H_f = altura del fuste

H_t = altura total

Superficie de inversión morfológica (SIE) = mitad de la altura máxima del árbol encontrado.

Así mismo la arquitectura de los árboles fue definida como eco-unidades. Para los árboles del futuro fueron definidas como, eco-unidades en desarrollo, eco-unidades en degradación para los árboles del pasado y eco-unidades en equilibrio dinámico para los árboles del presente.

Resultados y discusión

Descriptorios fitosociológicos

En la comunidad vegetal se registraron 1299 individuos con Dap mayor o igual a 10 cm. Los que se encuentran distribuidos en 39 familias, 88 géneros y 167 especies. De las 39 familias, 13 familias contribuyeron con el 68,85% del total de las especies, entre ellas se encuentran las familias Lecythidaceae y Sapotaceae las cuales presentaron mayor número de especies (13), en segundo orden se encuentran las familias Moraceae y Papilionoideae 12 especies, seguido de las familias Chysobalanaceae con 11, Myristicaceae y Caesalpinioideae con 9, Lauraceae con 8, Burseraceae, Mimosoideae y



Vochysiaceae con 6, y finalmente las familias Humiriaceae y Memecylaceae con 5 especies. En las demás familias (26) se encuentran distribuidas 31.15% de las especies restantes, entre ellas se encuentran las familias Cecropiaceae, Sterculiaceae, Anacardiaceae y otras. En la comunidad vegetal de la carretera morena (Fig. 3), se observó que en 7 especies se encuentran las mayores densidades relativas, con el 46,81% de la densidad relativa total.

Las especies con mayores porcentajes fueron: *Eschweilera coriacea* (16,17%), *Pouteria rostrata* (8,70%), *Protium apiculatum* (6,62%), *Protium hebetatum* (5,23%), *Eschweilera truncata* (4,31%), *Oenocarpus bacaba* (3,70%), y *pouteria williamii* (2,08%). Sin embargo, el 53,19% de la densidad relativa total se distribuyó en 160 especies con una densidad relativa menor al 2%.

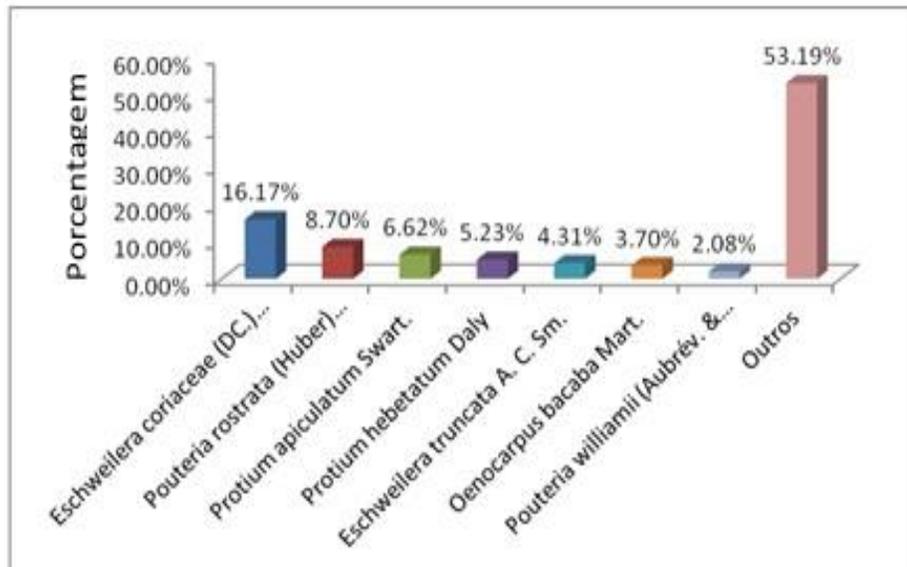


Figura 3. Densidad relativa de las especies de la comunidad vegetal de colina baja en la carretera morena.

En la comunidad vegetal de colina baja (Fig. 4), se verificó que 10 especies hicieron el 45,65% de la dominancia relativa total. Las especies fueron: *Eschweilera coriacea* con 12,88%, *Pouteria rostrata*, *Eschweilera truncata*, *Eschweilera grandiflora* y *Goupia glabra* con 7,06%, 5,84%, 4,82% y 3,92%

respectivamente, seguida de las especies *Protium apiculatum*, *Micropholis guyanensis*, *Pouteria williamii*, *Protium hebetatum* y *Lecythis prancei* con valores mayores del 2% y menores del 3%.

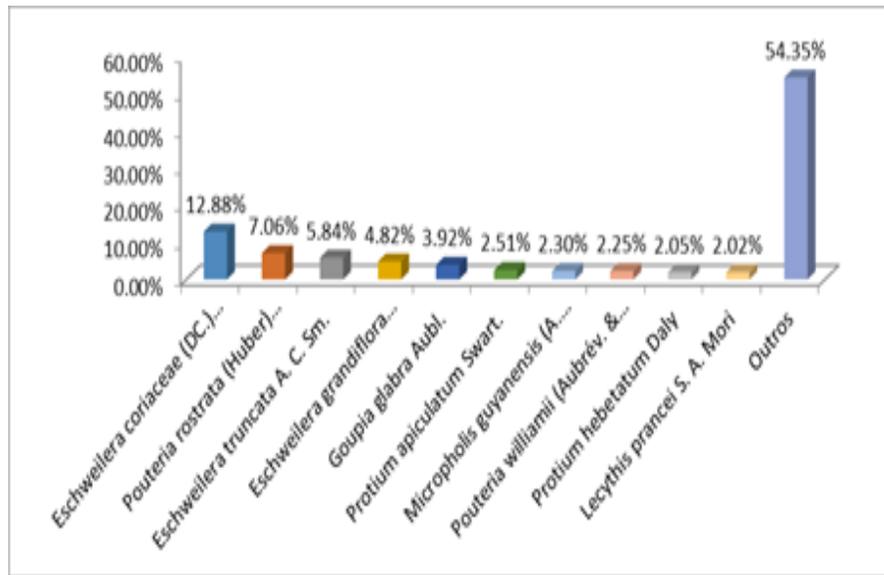


Figura 4. Dominancia relativa de las especies de la comunidad vegetal de colina baja en la carretera morena

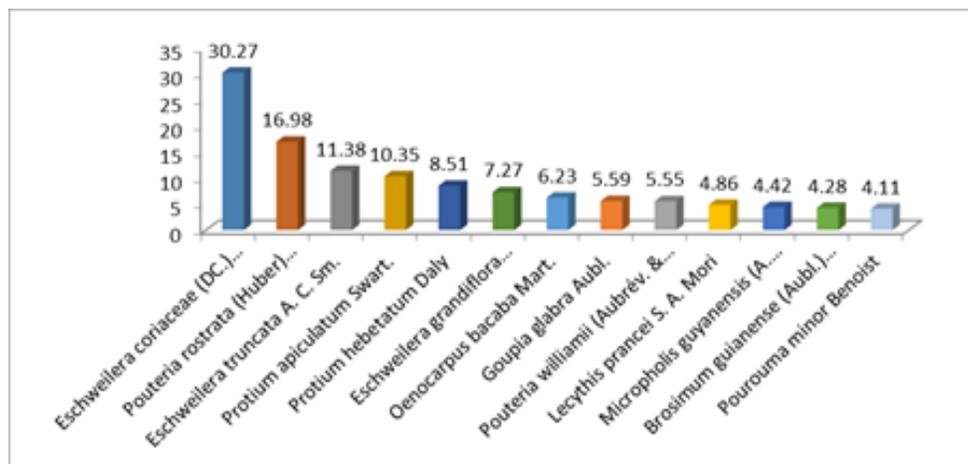


Figura 5. Valor de importancia de las especies de la comunidad vegetal de colina baja en la carretera morena

La especie *Goupia glabra* aunque no forma parte de las especies más abundantes por presentar 9 individuos, fue una de las especies más dominantes en esta comunidad vegetal. Es importante mencionar que las especies *Eschweilera coriacea*, *Pouteria rostrata* y

Eschweilera truncata son las más dominantes de esta comunidad, teniendo un total de 25,78% de la dominancia total.

En la Fig. 5, se presenta el valor de importancia por especie de la comunidad

vegetal de colina baja en la carretera morena. En esta comunidad, 13 especies ascendieron el 39,93% del porcentaje del valor de importación total.

La especie con mayor valor de importancia es *Eschweilera coriacea* con 10,08% del porcentaje total, seguida de las especies *Pouteria rostrata*, *eschweilera truncata*, *Protium apiculatum*, *Protium hebetatum*, *Eschweilera grandiflora*, *Oenocarpus bacaba*, *Goupia glabra*, *Pouteria williami*, *Lecythis prancei*, *Micropholis guyanensis*, *Brosimum guianense* y *Pouroma minor*. Las otras especies restantes (154) hicieron el 60,07% del total del valor de importancia. En la comunidad vegetal (Fig. 6) el mayor porcentaje de cobertura es de 45,68%, la que quedó distribuida en 9 especies.

Entre ellas se encuentran las especies: *Eschweilera coriacea*, *Pouteria rostrata*, *eschweilera truncata*, *Protium apiculatum*, *Protium hebetatum*, *Eschweilera grandiflora*, *Oenocarpus bacaba*, *Goupia glabra*, *Pouteria williami*. En las otras especies (158) están distribuidos 54,32% del valor de cobertura total.

Tello (1995), estudiando la estructura fitosociológica de un bosque húmedo tropical, de la Reserva Forestal Adolpho Ducke en Manaus, registró 10 familias con mayor

número de individuos, entre ellas: *Arecaceae*, *Lecythidaceae*, *Burseraceae*, entre otros, teniendo a las especies, *Eschweilera coriacea* e *Oenocarpus bacaba*, con mayores valores de importancia y cobertura, más por su abundancia que por su dominancia. Se observa que en el estudio realizado, las especies *Eschweilera coriacea* y *Pouteria rostrata* presentan mayor valor de importancia y cobertura diferente al trabajo realizado por Tello (1995), esto se debe a su abundancia y su dominancia, sin embargo la especie *Oenocarpus bacaba* también se encuentra entre las principales especies con mayor valor de importancia y cobertura.

Del mismo modo, Pires y Salomón (2000), hicieron el inventario florístico de un bosque húmedo tropical, considerando especies con DAP mayor o igual a 10 cm en 2 ha, registrando 45 familias, 108 géneros y 168 especies. Las familias con mayor número de especies fueron, *Burseraceae*, *Sapotaceae*, *Mimosoideae*, *Chrysobalanaceae* y *Caesalpinioideae*. Semejante al trabajo de Conde & Toniti (2013), que registró el mayor número de especies en las familias: *Sapotaceae*, *Moraceae*, *Lauraceae*, *Chrysobalanaceae* y *Lecythidaceae*.

Se observa que las familias y especies encontradas en el área de estudio son similares

en comparación con los trabajos realizados por los autores mencionados, esto significa que la dominación de las especies y familias en este

tipo de comunidad vegetal es representativa, debido al hecho de tener mayor competencia que las otras.

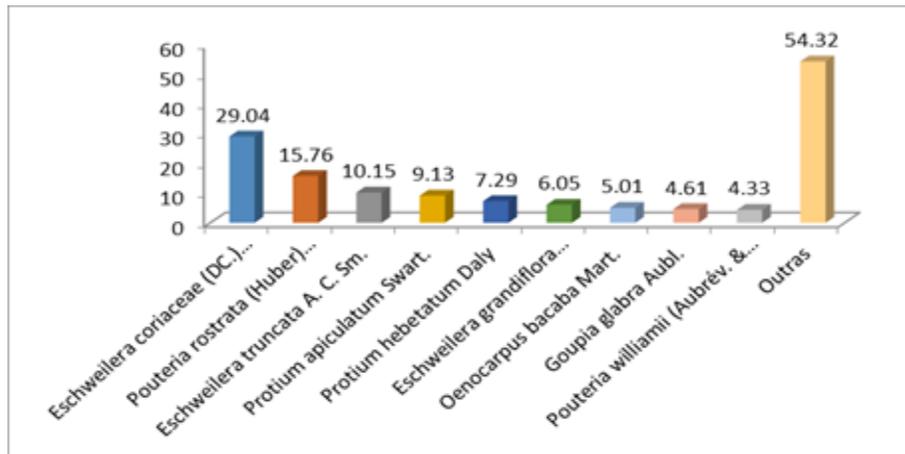


Figura 6. Valor de cobertura de las especies de la comunidad vegetal de colina baja en la carretera morena.

Estructura Diamétrica

Los individuos fueron distribuidos en 11 clases de diámetro, en la primera clase (10,2 cm - 18,0 cm) ocurrieron el 49,1% de los árboles muestreados, teniendo una reducción en las siguientes clases del 25,48%, el 11,85% 6,31%, 4,08% y 0,07% respectivamente. Por

la estructura diamétrica fue revelada que la comunidad arbórea está compuesta principalmente por árboles en desarrollo o silvigénesis positiva que, de acuerdo con TELLO (1995), la distribución regular de una comunidad forestal es un síntoma de alto vigor ecológico, que garantiza su perpetuidad.

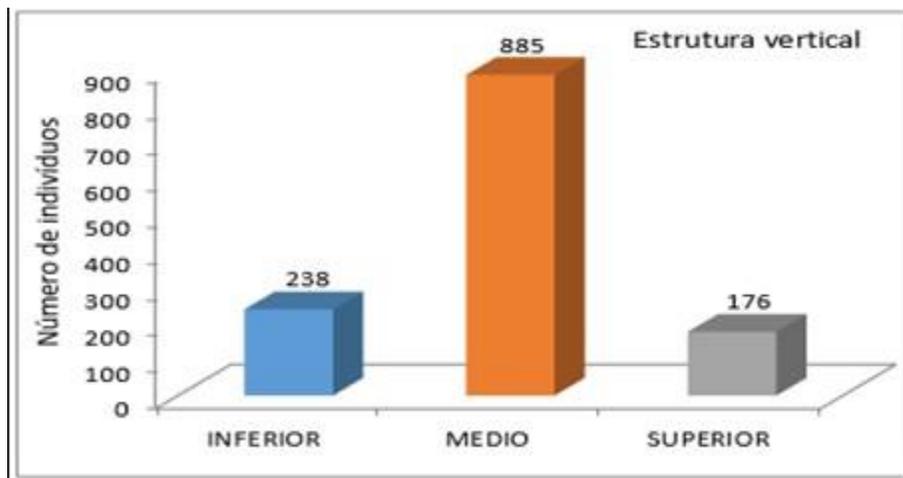


Figura 7. Estructura vertical de los individuos de la comunidad vegetal de colina baja de la carretera morena .

Estructura Vertical

De acuerdo con la Fig. 7, en la comunidad vegetal se observa que en el estrato medio se encuentra el mayor número de individuos (885) representando el 68,13% del total de los individuos, en el estrato inferior se encontró 238 (18, 3%) individuos y en el estrato superior los registros fueron de 176 (13,5%) individuos.

Para la clasificación de la estructura vertical del bosque, se consideró para el estrato inferior árboles menores a 12,07 m., Estrato medio árboles mayores a 12,07 m. y menores de 19,3 m y para el estrato superior, árboles mayores a 19,3 m.

Estos valores fueron obtenidos de acuerdo con la fórmula sugerida por (Barros & Machado, 1984). Conde & Toniti (2013), analizando la estructura fitosociológica de un bosque

húmedo tropical de tierra firme en la Amazonia Septentrional, Roraima-Brasil, midiendo árboles mayores o igual a 10 cm. de DAP, consideraron para el estrato inferior árboles menores a 12,41 m. de altura, encontrando 64 ind / ha, para el estrato medio árboles mayores a 12,41 m. y menores de 26,46 m. encontrando 374 ind / ha y para el estrato superior árboles mayores a 26,46 m. de altura, encontrando 87 ind / ha. Igual al estudio realizado, el mayor número de individuos está concentrado en el estrato medio.

Los intervalos de altura en los diferentes estratos verticales dependen del desarrollo del bosque, o de la altura promedio que se puede encontrar en ella. Según (SOUZA et al., 2003). En el análisis estructural de bosques tropicales para fines de estudios fitosociológicos, la

estructura vertical es un importante indicador de sostenibilidad.

Diversidad específica

Los valores de diversidad obtenidos para el área muestreada se encuentran en la tabla 1.

Dentro de los individuos vivos muestreados (1299) en un área de 2,5 ha los resultados del índice de Shannon presentados en el cuadro 1, permite concluir que la diversidad de especies es muy alta con un valor de 3,9, al mismo tiempo se observa que, tiene una equidad de 0.78 concluyendo que aproximadamente el

78% de las especies presentan una distribución uniforme.

Diferente al valor de equidad ($J= 0.64$) encontrado por (Conde & toniti, 2013), considerado relativamente bajo, comparado al trabajo realizado en la Amazonía donde el valor encontrado por Oliveira *et al.* (2008), fue de 0.92 considerando que tiene una alta equidad y poca dominancia entre las especies estudiadas.

Tabla 1

Valores de diversidad de especies encontradas en la comunidad vegetal colina baja en la carretera morena

Nombres	Abreviaciones	Comunidad vegetal de colina baja
Area total de la muestra	(A)	2,5 há
Número de individuos	(Ni)	1299
Número de especies	(Ne)	167
Diversidad de Shannon	(H')	3,994
Equidad	(E)	0,780

Estudio de las asociaciones vegetales en los ecosistemas

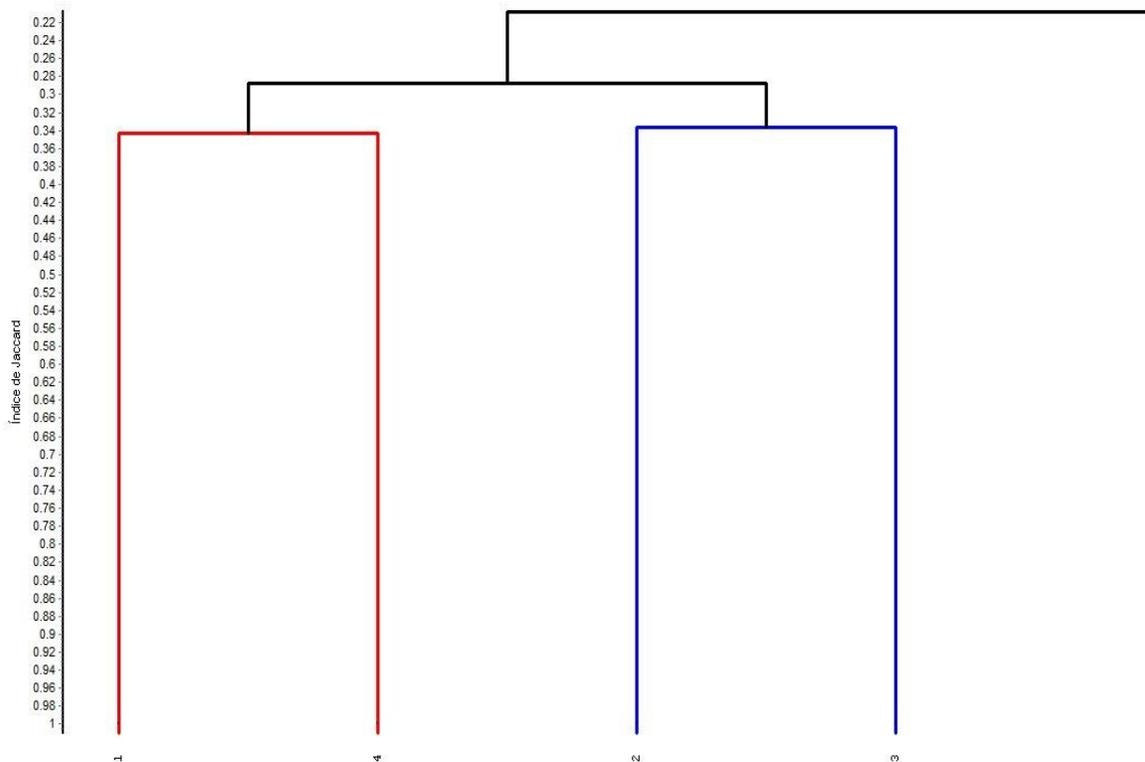


Figura 8. Dendrograma de similaridad florística entre las parcelas de la comunidad vegetal de colina baja.

El valor del índice de diversidad de esta comunidad fue similar al calculado por Felfili & Silva (2004) en un bosque húmedo tropical con el valor de 3,41 en 1ha de levantamiento y el índice con valor de 3,9 calculado por TELLO (1995) en el Bosque húmedo tropical de la Reserva Forestal Adolpho Ducke para árboles a partir de 10 cm de DAP. El mismo que fue diferente al calculado por Francez et al. (2007) en un bosque de tierra firme registrado con un valor de 4,27. Cuando ocurre este hecho se debe recordar la afirmación de

MAGURRAN (1988), que valores encontrados arriba de 4 son muy raros posiblemente debido a insuficiencia muestral, sobre posición de poblaciones o errores de cálculo.

El grado de similaridad de las asociaciones vegetales entre las parcelas estudiadas en la comunidad vegetal de colina baja se observa en la figura 8.

Se observa que existe una similitud entre las parcelas 1 y 4 así como las parcelas 2 y 3 con un nivel de fusión del 34%, pero existe una

similitud entre las parcelas 1, 4 y 2,3 con un 29% de nivel de fusión. La parcela 5 tiene un valor menor al 25%, por ello no presenta similitud. De acuerdo con Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), se consideran áreas similares las que presentan un índice de jaccard entre 25% y 50%.

En el dendrograma de similitud se verificó una correlación cofenética del 0,95%, es decir, la representación de los datos originales suministrada por el dendrograma es muy consistente debido a que la concordancia con la matriz original es satisfactoria. Semejante a la correlación cofenética (0,947%) encontrada por Nóbrega et al. (2011) en un bosque húmedo tropical de tierras bajas indicando que el 94,7% de las informaciones de similitud fueron reproducidas fielmente en el dendrograma, lo que significa una baja distorsión entre la matriz calculada para la formación del dendrograma y la matriz original.

Patrón espacial de las especies

En el anexo 1, se presenta la distribución espacial de todas las especies encontradas en la comunidad vegetal de colina baja en la carretera morena. La mayoría de las especies analizadas (74,25%) presentó una distribución espacial del tipo uniforme, las principales especies encontradas fueron: *Eschweilera coriaceae*, *Pouteria rostrata*, *Eschweilera*

truncata, *Protium apiculatum*, *Protium hebetatum*, *Eschweilera grandiflora*, *Oenocarpus bacaba* e *Pouteria williamii*, que tuvieron un índice igual a 0. 13,7% de las especies presentaron una distribución aleatoria, 4,79% tuvieron una tendencia al agrupamiento y el 7,18% de las especies presentaron una distribución agrupada.

A diferencia de lo encontrado por Vieira *et al.* (2002) en el trabajo fitosociológico de un bosque húmedo tropical, donde encontró que, 66,67% de las especies presentaron distribución uniforme, 20,83% con distribución agregada y solamente 12,50% con tendencia a agrupamiento. Estos índices son diferentes de los encontrados también por Ribeiro *et al.* (1999), que encontraron más del 80% con distribución agregada en la región de Marabá, y Oliveira y Amaral (2005), donde la distribución también fue en su mayoría agregada, sin embargo fue similar al resultado encontrado por Oliveira et al. (2008), donde la distribución fue uniforme, ambos en bosque de tierra firme.

Caracterización del mosaico silvigénico

La altura máxima del dosel fue de 28 m, por lo que la superficie de inversión morfológica fue considerada en la altura de 14 m.

En el área muestral 1, se encontraron 170 individuos arbóreos, siendo 84 (49,41%)

árboles del futuro, 72 (42,35%) del presente y 14 (8,24%) árboles del pasado. En el área 2, se muestrearon 158 individuos arbóreos de los cuales 74 (46,83%) son árboles del futuro, 75 (47,47%) árboles del presente y 9 (5,7%) especies arbóreas del pasado. En el área 3 se encuentran 165 individuos arbóreos, en ella se registraron 90 (54,55%) árboles del futuro, 66 (40%) árboles del presente y 9 (5,45%) árboles del pasado. De la misma manera en el área 4 fueron inventariados 163 individuos arbóreos, siendo 81 (49,7%) árboles del futuro, 71 (43,56%) del presente y 11 (6,75%) del pasado. Mientras que en el área de muestreo 5, de los 155 individuos muestreados, 72 (46,45%) son árboles del futuro, 78 (50,32%) del presente y 5 (3,23%) árboles del pasado.

Diferente al trabajo de Lima (2010) realizado en un bosque humedo tropical en dos áreas (2) de 0,5ha, en el Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba, Santo André, São Paulo, Brasil, el cual tuvo registros de 182 individuos arboreos en el primer área de muestreo, de las cuales 156 (85,7%) fueron árboles del presente, 7 (3,8%) del pasado y 19 (10,4%) árboles del futuro; en la segunda área de muestreo los registros fueron de 180 individuos, con 134 (74,4%) árboles del presente, 31 (17,2%) árboles del pasado y 15 (8,3%) árboles del futuro.

En las áreas de muestreo se verificó que aparentemente el número de árboles del futuro fue dominante en relación a los árboles del presente, destacándose más en las áreas 1, 3 y 4. En cuanto a la investigación de Lima (2010) la dominación fue para los árboles del presente en las dos áreas de muestreo.

Del mismo modo, el porcentaje de área ocupada en las diferentes categorías de las eco-unidades en equilibrio para el área de muestreo 1, se encontró 73,61% (53) individuos arbóreos para la categoría 2A, en la categoría 2B se registró 13,89% (10) individuos, para la categoría 1B 2,78% (2) y en la categoría 1A se registró 9,72% (7) individuos arboreos. En el área de muestreo 2, el mayor porcentaje también fue para la categoría 2A con 88% (66) individuos arboreos, seguida de la categoría 1A con 8% (6), en la categoría 1B no fue encontrado ningún individuo arbóreo y en la categoría 2B apenas fue registrado el 4% (3) de individuos arboreos que pertenecen a esta eco-unidad. En el área de muestreo 3, se registró el 89,39% (59) de individuos arboreos para la categoría 2A, para la categoría 1A y 2B fueron registrados 3,03% (2) y para la categoría 1B se registró 4,54% (3) individuos arbóreos. Del mismo modo, en el área de muestreo 4, la categoría 2A fue la que presentó mayor porcentaje (92,96%) respecto a las demás categorías, en la categoría 1A e 1B fueron



encontrados 2.81% de los individuos arbóreos y en la categoría 2A se registró 1.4% individuos arbóreos de la eco-unidad en equilibrio. Por último en el área de muestreo 5, la categoría que dominó en aquella área es la 2A presentando 79,48% individuos arbóreos del total, en la categoría 1A, 1B y 2B se registró 3,85%, 2,56% y 14,10% respectivamente del porcentaje total del área ocupada.

En las áreas de muestreo se verificó que la categoría 2A fue dominante en relación a las demás categorías, destacándose en todas las áreas con una gran diferencia. Semejante al trabajo de Leite & Rodríguez (2008) realizada en un fragmento de bosque tropical, donde analizó el mosaico silvigénico, verificando que la categoría 2A tuvo dominancia en esa comunidad vegetal. Torquebiau (1986) afirmó que las eco-unidades 2A deben corresponder a la fase de madurez del bosque, como la fase en que el bosque presenta árboles altos y posee varios estratos bien definidos. Sin embargo, de acuerdo con la categorización hecha, se puede afirmar que la eco-unidad en equilibrio está formada por árboles altos con fustes altas, indicando que esa eco-unidad corresponde a la fase de madurez del bosque.

Las eco-unidades en equilibrio y desarrollo a pesar de tener valores diferentes, se observa que no presentan diferencia significativa entre

las medias, concluyendo que el bosque se encuentra distribuido por partes iguales en eco-unidades en equilibrio y eco-unidades en desarrollo, (Anexo B, C, D, E, F).

Conclusiones

1. De acuerdo con los valores de densidad, frecuencia y dominancia, se observó que la especie *Eschweilera coriacea* fue la que tuvo mayor valor de importancia en esta comunidad, seguida de las especies *Pouteria rostrata*, *eschweilera truncata*, *Protium apiculatum* y *Protium hebetatum*.
2. En la estructura vertical se verificó que en el estrado medio está concentrado el mayor número de individuos con alturas entre 12m-19,3m.
3. La distribución diamétrica de los individuos fue representada por una J invertido, encontrándose la mayor cantidad de individuos en las dos primeras clases diamétricas, en la primera clase (10,2 cm – 18,0 cm) se encuentran 638 del total de los árboles muestreados, y en la segunda clase (18,0 cm. – 25,7 cm) 331 árboles muestreados, demostrándose con esto que el futuro del bosque está resguardado.
4. Por el índice de Shannon se concluye que en el bosque estudiado existe una alta heterogeneidad de especies, con elevado grado de complejidad por las excelentes

- características biofísicas de estos ambientes.
5. Por el índice de jaccard fue verificado que existe similitud entre las especies de las parcelas estudiadas.
 6. El patron espacial de las especies calculado por el índice de Mc Guines permitio concluir que a mayoría de las especies en el área de estudio presentaron una distribución del tipo uniforme, entre las especies de mayor destaque estan *Eschweilera coriaceae*, *Pouteria rostrata* y *Eschweilera truncata*, por la mayor frecuencia observada en las mismas.
 7. El mayor porcentaje de área ocupada en las áreas estudiadas corresponde a las eco-unidades en desarrollo como consecuencia del mayor número de individuos dentro de ellas, sin embargo, gran parte del bosque corresponde a la fase de madurez del bosque.

Referencia bibliografica

Barros, P.L.C. Estudio Fitossociológico de una floresta tropical úmida no Planalto de Curuá-una, Amazônia Brasileira. 1986. 147p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Cardoso-Leite, E. & Rodrigues, R.R. 2008.

Análise do Mosaico Silvático em um Fragmento de Floresta Tropical Estacional no Sudeste Do Brasil. *Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.3, p.443-452.

Chave, J. 2008. Spacial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process. In *Tropical Forest Community Ecology* (W.P. Carson & S.A.Schnitzer, eds.). Blackwell Publishing Ltd, Oxford, p.11-30.

Condit, R.; Ashton, P.; Baker, P. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*, v. 288, p. 1414-1418

Condé, T. M. & Toniti, H. 2013. Fitossociología de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazônica*. Vol. 43 (3) 247-260 p.

Ecosystema Consultoria Ambiental LTDA. ECAL. 2004. Plano de Manejo Espeleológico e projetos de infraestrutura e sinalização da Caverna do Maroaga, (AM), Curitiba.

Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C.; Selvinha, A. C.; Fagg, C. W.; Walter B. M. T. W. Nogueira A, P. E; Rezende, A. V. Diversity, floristic and estructural

- patterns of cerrado vegetation in Central Brasil. *Plant Ecology*, v. 175, p. 37-46,
- Francez L. M. de B.; Carvalho J. O. P.; Jardim, F. C. S. 2004. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de terra firme na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazônica*, v; 37(2): p; 219=228. 2007.
- Gil, Antônio Carlos. 2008. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas.
- Hallé, F.; Oldeman, R.A.A. & Tomlinson, P.B. 1978. *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. Berlin: Springer - Verlag, Pp 441.
- Jankauskis, J. 1990. Avaliação de técnicas de manejo florestal. Belém: SUDAM. 143 p.
- Köppen, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Leite, E. C., & Rodríguez, R. R. 2008. Análise Do Mosaico Silvático Em Um Fragmento De Floresta Tropical Estacional No Sudeste Do Brasil Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Sorocaba-SP R. Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.3, p.443-452.
- Lima, M. E. L. 2010. Avaliação da estrutura do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba, Santo André, São Paulo, Brasil.
- Magurram, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. London: Croom Helm. 256p
- Matteucci, W. G.; Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington OEA, 168p.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. A. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley. 547p.
- Mueller-dombois, D. & Ellenberg, H. 2002. *Alms and methods of vegetation ecology*. New York: Blackburn Press. 547p.
- Nava, D. B.; Monteiro, E. A.; Correia, M. C.; Araújo, M. R.; Sampaio, R. R. L.; Campos, G. dos S. 1998. *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Sócio – Economia do Município de Presidente Figueiredo, Amazonas*. 63p.
- Nóbrega, G.A. et al. 2011. A composição florística e a diversidade de pteridófitas diferem entre a Floresta de Restinga e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas do Núcleo Pinguaba/PESM, Ubatuba/SP? *Biota Neotrop*. v. 11(2): 153-164

- Oldeman, R. 1983. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. En: Sutton, L., Whitmore, T. & Chadwick, A. C. 1983. Tropical rain forest: ecology and management. Blackwell Scientific Publications.
- Oliveira, A. N. de; Amaral, I. L. do. 2005. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amazônica. vol. 34(1), p. 21- 34.
- Oliveira, A. N. de; Amaral, I. L. do; Ramos, M. B. P.; Nobre, A. D.; Couto, L. B.; Sahdo, R. M. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amazônica, vol. 38(4), p. 627-642
- Pires, J. M.; Salomao, R. de P. 2000. Dinâmica da diversidade arbórea de um fragmento de floresta tropical primária na Amazônia Oriental – 1. Período: 1956 a 1992. Bol. Mus. Emílio Goeldi , ser. Bot. 16 (1), 63 – 110 p.
- Silva, K. E. da; Matos, F. D. de A.; Ferreira, M. M. 2008. Composição florística e fitossociológica de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. Acta Amazônica, vol. 38 (2), p. 213-222.
- Shepherd, G.J. 2006. FITOPAC 1.6. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Souza, D. R. de; Souza, A. L. de; Leite, H. G.; Yared, J. A. G. 2006. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. R. Árvore, Viçosa-MG, v. 30, n.1, p. 75-87.
- Souza, D.R. Estrutura, dinâmica e manejo de florestas tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 122p.
- Sturges, H. 1926. The choice of a class-interval. J. Amer. Statist. Assoc., 21, 65–66.
- Tello, J.C.R. 1995. *Aspectos fitossociológicos das comunidades vegetais de uma topossequência da Reserva Florestal Ducke do INPA*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 335p.
- Torquebiau, E. 1986. Mosaic patterns in Dipterocarp rainforests in Indonesia and their implications for practical forestry. *Journal of Tropical Ecology* Volume 2 Issue 04 / November 1986, pp 301-325.
- Vieira, A. H. et al., 2002. Fitossociologia de um fragmento florestal na região de Machadinho d'Oeste, RO – Porto velho:

Embrapa CPAF-Rondônia, 16 p. Rondônia, ISSN 1677-8618;9).
 (Boletim de pesquisa e
 desenvolvimento/Embrapa CPAF-

Anexo

Tabela 1. Distribución espacial de las especies registradas en la comunidad vegetal de colina baja en la carretera morena.

Espécies	IGA	Dstrib.	Espécies	IGA	Dstrib.
<i>Eschweilera coriaceae</i> (DC.) Mart.	0	A	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	1.1184	B
<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	0	A	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1.1184	B
<i>Eschweilera truncata</i> A. C. Sm.	0	A	<i>Licania longistyla</i> (Hook. F)	1.1184	B
<i>Protium apiculatum</i> Swart.	0	A	<i>Cupania scrobiculata</i> L. C. Rich.	1.1184	B
<i>Protium hebetatum</i> Daly	0	A	<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	1.1184	B
<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl) Sandwith	0	A	<i>Erismia bicolor</i> Ducke	1.0913	B
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	0	A	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	1.0913	B
<i>Pouteria williamii</i> (Aubrév. & Pellegrin) T. D.Penn	0	A	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	1.0913	B
Espécies	IGA	Dstrib.	Espécies	IGA	Dstrib.
<i>Tachigali venusta</i> Dwyer	1.2426	C	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	3.9288	D
<i>Micropholis williamii</i> Aubrév. & Pellegrin	1.2426	C	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes	2.8375	D
<i>Iryanthera tricornis</i> Ducke	1.3096	C	<i>Lecythis</i> sp	2.7406	D
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	1.5278	C	<i>Vantanea micrantha</i> Ducke	2.3491	D
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	1.5660	C	<i>Sacoglottis ceratocarpa</i> Ducke	3.1321	D
<i>Zygia ramiflora</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes	1.5660	C	<i>Eschweilera wachenheimii</i> (Benoist) Sandwith	2.4009	D
<i>Guatteria megalophylla</i> Diels	1.9576	C	<i>Licania canescens</i> Benoist	2.1827	D
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	1.9576	C	<i>Dulacia candida</i> (Kuntze)	3.1321	D

Donde: A = Distribución uniforme, B = Distribución Aleatoria, C = Distribución tendència al agrupamento, D = Distribución agrupada