

ESTRUCTURA DE FRAGMENTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL EN EL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA, COLOMBIA*

Johana Andrea Quiroga-C.¹, Hasbleidy Yaneth Roa-R.², Omar Melo³, Fernando Fernández-M.⁴

Resumen

Objetivos: Realizar el análisis estructural de fragmentos de bosque seco tropical encontrados en la ecorregión estratégica de la Tatacoa y su área de influencia en el sur del departamento del Tolima; y detallar los patrones de estructura vertical, horizontal y total para generar conocimiento que permita enriquecer los pocos estudios existentes y contribuir al uso sostenible, conservación y restauración de los bosques secos del valle interandino del Magdalena. **Metodología:** Se seleccionaron 12 relictos boscosos y se estableció una parcela de ¼ de ha en cada uno; se midieron e identificaron los árboles con DAP ≥ 5 cm, caracterizando la estructura horizontal mediante el índice de valor de importancia y cociente de mezcla; se realizaron perfiles de vegetación, diagramas de dispersión de Ogawa; se calcularon distribuciones diamétricas y área basal. **Resultados:** Se encontró que los bosques tienden a ser homogéneos con dominancia de especies tales como *Curatella americana*, *Astronium graveolens*, *Anacardium excelsum*, *Trichilia* sp., *Anadenanthera peregrina*, *Guazuma ulmifolia* y *Tabebuia chrysantha*. La estructura vertical mostró dos tendencias, una de bosques de porte bajo en áreas planas a onduladas y otra con bosques más altos en áreas de pendiente. La mayoría de los bosques tienen tres estratos y pocos árboles emergentes. La distribución diamétrica tiende a tener estructura de modelo exponencial en j invertida a excepción de dos bosques. El área basal por hectárea osciló entre 3-23 m². Los bosques presentan patrones similares a bosques del norte del Tolima, la Costa Atlántica y otras regiones neotropicales como Bolivia y Perú. **Conclusiones:** Estos bosques presentan estados sucesionales intermedios, aunque son muy intervenidos aún tienen un potencial importante de biodiversidad forestal y podrían tomarse como ecosistemas de referencia para procesos de restauración ecológica del valle interandino del Magdalena.

Palabras clave: estructura vertical, estructura horizontal, distribución diamétrica, área basal, ecosistemas de referencia.

* FR: 13-I-18. FA: 20-V-18.

¹ IDEAD. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. E-mail: jaquiroga@ut.edu.co.

² Sembremos, Medellín, Colombia. E-mail: hasyaroro@yahoo.com.

³ Grupo de Investigación en Biodiversidad y Dinámica de Ecosistemas Tropicales. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. E-mail: omelo@ut.edu.co.

⁴ Grupo de Investigación en Biodiversidad y Dinámica de Ecosistemas Tropicales, Laboratorio de Ecología y Evolución de Plantas —LEEP—. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. E-mail: fmendez@ut.edu.co.

CÓMO CITAR:

QUIROGA-C., J.A., ROA-R., H.Y., MELO, O. & FERNÁNDEZ-M., F., 2019.- Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 23 (1): 31-51. DOI: 10.17151/bccm.2019.23.1.2



STRUCTURE OF TROPICAL DRY FOREST FRAGMENTS IN THE SOUTH OF THE DEPARTAMENT OF TOLIMA, COLOMBIA

Abstract

Objectives: to carry out the structural analysis of fragments of tropical dry forest found in the Strategic Ecoregion of La Tatacoa and its area of influence in the south of the department of Tolima, and to detail the vertical, horizontal and total structure patterns to generate knowledge that allows enriching the few existing studies and contribute to the sustainable use, conservation and restoration of the dry forests of the inter-Andean valley of Magdalena. **Methodology:** Twelve forest relicts were selected and a plot of $\frac{1}{4}$ ha was established in each one. They were measured and trees with DBH ≥ 5 cm were identified characterizing the horizontal structure by means of the Importance Value Index (IVI) and mixing ratio. Vegetation profiles and Ogawa scatter diagrams were made; diametric distributions and basal area were calculated. **Results:** It was found that forests tend to be homogeneous, with dominance of species such as *Curatella americana*, *Astronium graveolens*, *Anacardium excelsum*, *Trichilia* sp, *Anadenanthera peregrina*, *Guazuma ulmifolia* and *Tabebuia crhysantha*. The vertical structure showed two tendencies, one of low forests on flat to undulated areas, and another with higher forests in steep areas. Most forests have three arboreal strata and few emerging trees. The diameter distribution tends to have an exponential model structure in reversed J shape curve with the exception of two forests. The basal area per hectare ranged from 3 to 23 m². Forests have similar patterns to forest in northern Tolima, the Atlantic coast and other neotropical regions such as Bolivia and Peru. **Conclusions:** these forests have intermediate successional stages and, although they are heavily intervened, still have an important potential for forest biodiversity and could be considered as reference ecosystems for ecological restoration processes in the Andean valleys of the Magdalena River.

Key words: vertical structure, horizontal structure, diametric distribution, basal area, reference ecosystems.

INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical representa el 50 % de las áreas boscosas en Centroamérica y el 22 % en Sudamérica (MURPHY & LUGO, 1986). Se reconocen 10 enclaves secos interandinos por debajo de los 1.000 m s. n. m. y 2.000 mm de precipitación; se destacan el valle alto del río Magdalena con 1'181.577 ha, el valle alto del río Cauca con 425.250 ha, el enclave de Cúcuta con 147194 ha y el Cañón del Chicamocha con 140.567 ha, que constituyen un refugio importante para flora y fauna (CAVELIER *et*

al., 1996). Particularmente el Tolima cuenta con 44.188 ha de bosque seco tropical entre remanentes naturales y mosaicos que equivalen al 7 % de las áreas de bosque seco en la actualidad y una crítica representatividad en áreas protegidas (GARCÍA *et al.*, 2014).

Hoy en día, la degradación y fragmentación de este ecosistema es muy preocupante debido al exceso en el uso del suelo que deteriora los servicios ecosistémicos que presta el bosque seco tropical (SÁNCHEZ *et al.*, 2005). En Colombia el bosque seco tropical está entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos. Ese limitado conocimiento en Colombia y el departamento del Tolima hace que no existan lineamientos claros para su uso sostenible, conservación y restauración tanto a escala local como de paisaje (FERNÁNDEZ *et al.*, 2013; PIZANO *et al.*, 2014).

Existen adaptaciones morfológicas y fisiológicas generalizadas entre las plantas del bosque seco tropical que son importantes en la estructuración de comunidades (VICKERY, 1987) y a la vez son pocos los estudios publicados sobre cómo se distribuyen las poblaciones de árboles dentro de las comunidades vegetales de bosques secos. La caracterización ecológica y estructural de los bosques se fundamenta en el estudio de la estructura o arquitectura comunitaria, definida por el ordenamiento en sentido vertical y horizontal de sus componentes (RANGEL, 1997). Esta estructura está directamente implicada en el mantenimiento de los procesos ecológicos (RODRÍGUEZ, 1987).

Se puede analizar la estructura vertical bajo diferentes concepciones, según la naturaleza del estudio, lo que conduce a múltiples criterios de estratificación; se destacan la concepción dinámica, la concepción funcional y la concepción estructural, las tres dan un enfoque para interpretar la estructura de los bosques (MELO & VARGAS, 2002).

La estructura vertical puede ser evaluada a partir de métodos de descripción cualitativos, mediante un diagrama de perfil que es la representación bidimensional del bosque, y métodos cuantitativos (OGAWA *et al.*, 1965; UNESCO, 1980).

Por su parte la estructura horizontal da a conocer la posición de las copas de las especies que componen el bosque al observarlas desde una vista de planta y permite evaluar el comportamiento de los individuos y las especies en la superficie de cada ecosistema, al igual que la importancia ecológica de cada especie (OTAVO, 1994; RODRÍGUEZ, 1987). Esto, a partir del cálculo de los índices convencionales como el índice de valor de importancia (IVI) y el cociente de mezcla (CM) (CURTIS & MCINTOSH, 1951). Un IVI similar de diferentes especies en una comunidad sugiere igualdad del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica. Generalmente se acepta que los valores mayores corresponden a especies que tienden a predominar en el bosque (LAMPRECHT, 1990; RODRÍGUEZ, 1987).

A pesar de que hoy existen enfoques más complejos como el funcional y el filogenético para analizar la estructuración de comunidades, conocer el patrón clásico desde el punto de vista estructural y taxonómico puede ayudar a encontrar lineamientos y especies claves para la restauración forestal (SALOMÃO *et al.*, 2012; SWENSON, 2014).

Este artículo tiene como objetivo realizar el análisis estructural de fragmentos de bosque seco tropical encontrados en la ecorregión estratégica de la Tatacoa y su área de influencia en el sur del departamento del Tolima. Se pretende detallar los patrones de estructura vertical, horizontal y total para generar conocimiento que permita enriquecer los pocos estudios existentes y contribuir al uso sostenible, conservación y restauración de los bosques secos del valle interandino del Magdalena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el sur del departamento del Tolima (Figura 1), comprendió un análisis de cartografía para buscar los fragmentos boscosos donde se establecieron 12 parcelas de monitoreo de 0,25 ha (50 x 50 m) (Tabla 1) en las que se registraron individuos con DAP \geq 5 cm. Para cada árbol se determinó la clasificación taxonómica, se midió DAP y altura total; y para cada transecto se midió diámetro de copa, coordenadas planas, altura de reiteración y pendiente del terreno.

Tabla 1. Datos generales de las parcelas establecidas en los municipios del Tolima pertenecientes a la ecorregión estratégica de la Tatacoa.

Parcela	Municipio	Vereda	Finca	Altitud	Coordenadas
1	Ortega	R. I Santa Lucía	No registra	425-500 m	3°47'12"-75°14'54"
2	Ortega	Canalí	La Laguna	360-400 m	3°47'08"-75°17' 07"
3	Coyaima	Potrero Grande	El Diamante	500-570 m	3°42'11"-75°14'16"
4	Coyaima	Buena Vista	Campo Solo	380-420 m	3°45'21"-75°12'31"
5	Natagaima	R. I. Anacarco	Altamira I	400-450 m	3°28'58"-75°12'31"
6	Natagaima	R. I. Anacarco	Altamira II	460-480 m	3°28'59"-75°10'58"
7	Natagaima	R. I. Anacarco	El Zancudo	380-450 m	3°28'47"-75°11'12"
8	Purificación	La Mata	El Pomarroso	380-400 m	3°48'52"-74°54'02"
9	Prado	Las Brisas	San Isidro	360-390 m	3°45'02"-74°54'29"
10	Prado	Centrales	El Palmar	350-370 m	3°45'25"-74°53'55"
11	Dolores	El Guácimo	Pedro Cardoso	780-800 m	3°38'21"-74°54'04"
12	Alpujarra	Los Medios	El Volcán	940-950 m	3°18'26"-74°59'26"

Fuente: elaboración propia.

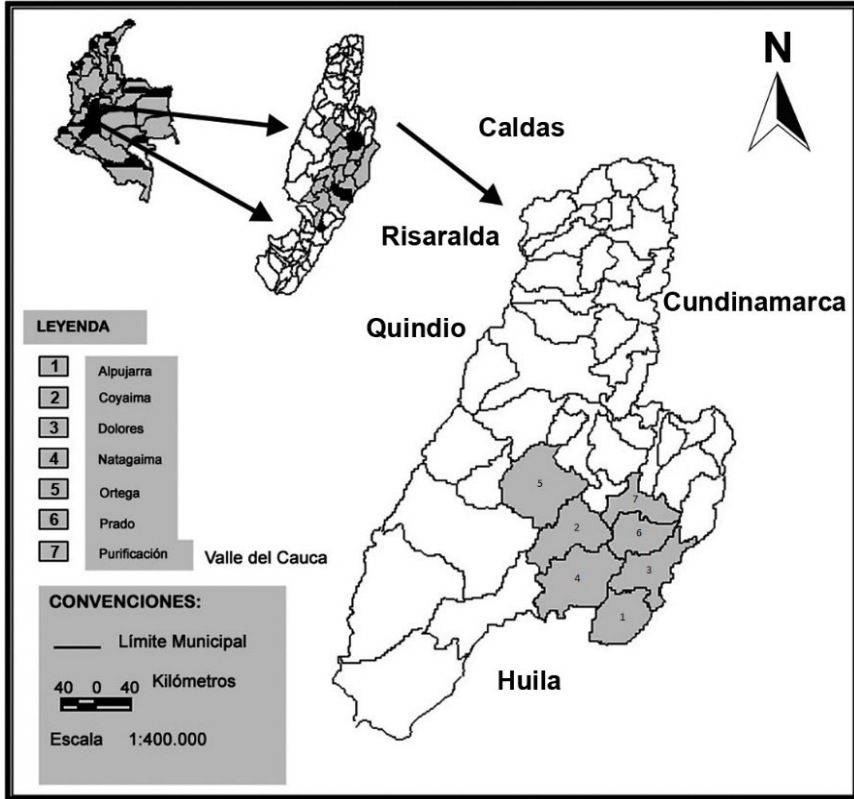


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

Procesamiento de datos

Se graficó el diagrama de perfil y diagrama de Ogawa para cada parcela. Se determinó abundancia absoluta y relativa, frecuencia absoluta y relativa, y dominancia absoluta y relativa por especie; posteriormente se obtuvo el IVI. También se calculó el CM, que es la relación entre el número de individuos y número de especies (LAMPRECHT, 1990). Para estructura total se realizaron histogramas de distribución de frecuencias del DAP; todos los análisis y gráficos fueron realizados con InfoStat (DI RIENZO *et al.*, 2011).

RESULTADOS

Estructura vertical

El total de individuos fue de 2696 distribuidos en 121 morfoespecies, detalles de diversidad, alfadiversidad, beta diversidad y rareza de estas comunidades se encuentran en FERNÁNDEZ *et al.* (2013). Los diagramas de perfil bajo y la concepción dinámica presentan los siguientes patrones: el bosque de Santa Lucía (municipio de Coyaima) (Figura 2, A) tiene poca presencia de claros, lo que constituye una fase de reconstrucción avanzada de la asociación vegetal conocida como Chaparral. El bosque de Canalí (municipio de Ortega) (Figura 2, B) tiene comportamiento uniforme con árboles dominantes en el dosel, casi la totalidad de individuos son árboles del presente y algunos se encuentran en una etapa de maduración. El bosque de Potrero Grande (municipio de Coyaima) posee los individuos con las mayores alturas y diámetros de copa que cubren la totalidad del dosel (Figura 2, C), no se evidencia la existencia de claros. El bosque de Buena Vista (municipio de Coyaima) presentó un claro (Figura 2, D); existe escasa vegetación a lo largo del perfil y la altura no supera 19 m, de 0 a 30 m hay árboles del futuro que constituyen una avanzada etapa de reconstrucción. El resguardo indígena Anacarco, predio Altamira I, se encuentra en estado de reconstrucción avanzada (Figura 2, E) con escasa presencia de claros; la vegetación existente no sobrepasa 11 m de altura. Es reducido el diámetro de copa de los árboles, siendo estos árboles del futuro y algunos del pasado. El predio Altamira II presenta dos claros. La mayoría de árboles no sobrepasan los 10 m. Los individuos pertenecen a árboles del futuro y pasado en su máxima expresión de desarrollo (Figura 2, F).

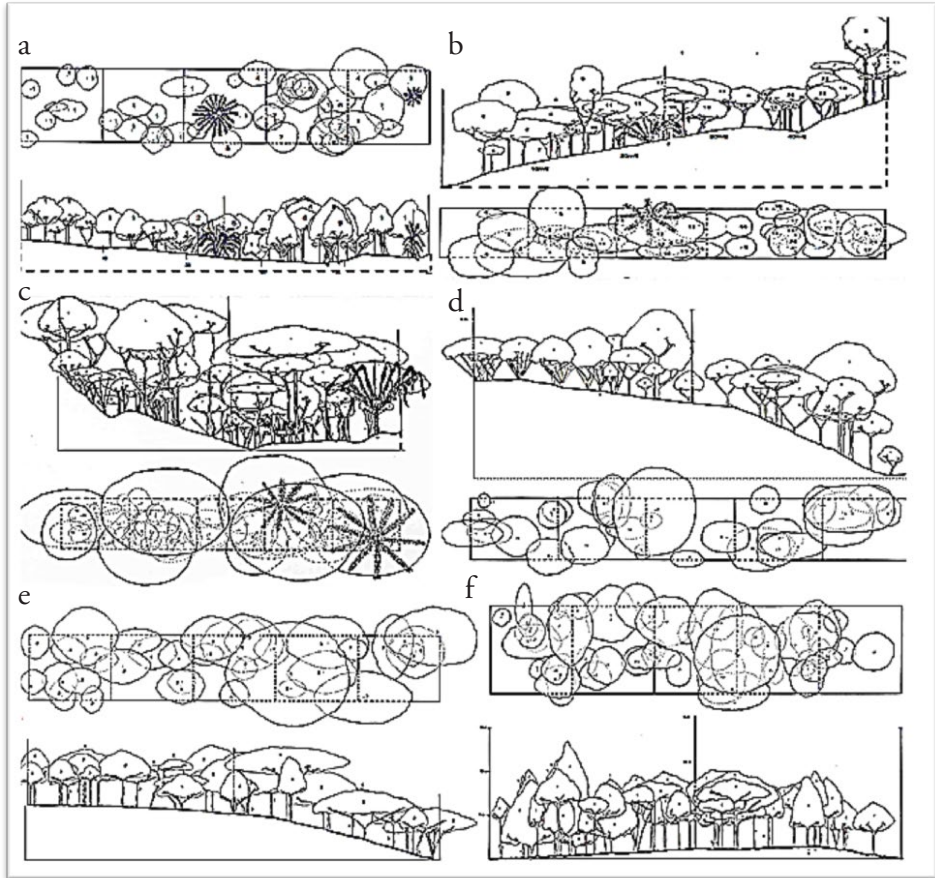


Figura 2. Perfiles de vegetación para las parcelas 1 a 6.

El predio El Zancudo, en el resguardo indígena Anacarco (Figura 3, A), es dominado por árboles del presente y pasado que son emergentes. El bosque de la vereda La Mata de Purificación posee una gran cantidad de individuos que no sobrepasan los 9 m, siendo estos árboles del presente (Figura 3, B). El grado de intervención antrópica en el bosque de la vereda Las Brisas de Prado es el más alto encontrado en todos los bosques estudiados; aquí los individuos se encuentran agrupados en pequeños parches que representan una sucesión temprana, dominados por árboles del futuro (Figura 3, C). En la vereda Centrales de Prado se evidencia la presencia de claros con fuerte grado de intervención que se acentúa más a partir de los 25 m, encontrándose árboles del futuro. En los primeros 25 m se encuentran árboles con las mayores dimensiones en un estado maduro (Figura 3, D).

El perfil en la vereda El Guácimo de Dolores muestra la más alta uniformidad en cuanto a distribución de los árboles tanto entre el suelo y el dosel como a lo largo del

transecto; por tanto, no hay presencia de claros. Los individuos encontrados están clasificados dentro de la fase del futuro y del pasado (Figura 3, E). El bosque de la vereda Los Medios en Alpujarra no presenta claros, los árboles corresponden en su mayoría a árboles del futuro y un reducido número al pasado (Figura 3, F).

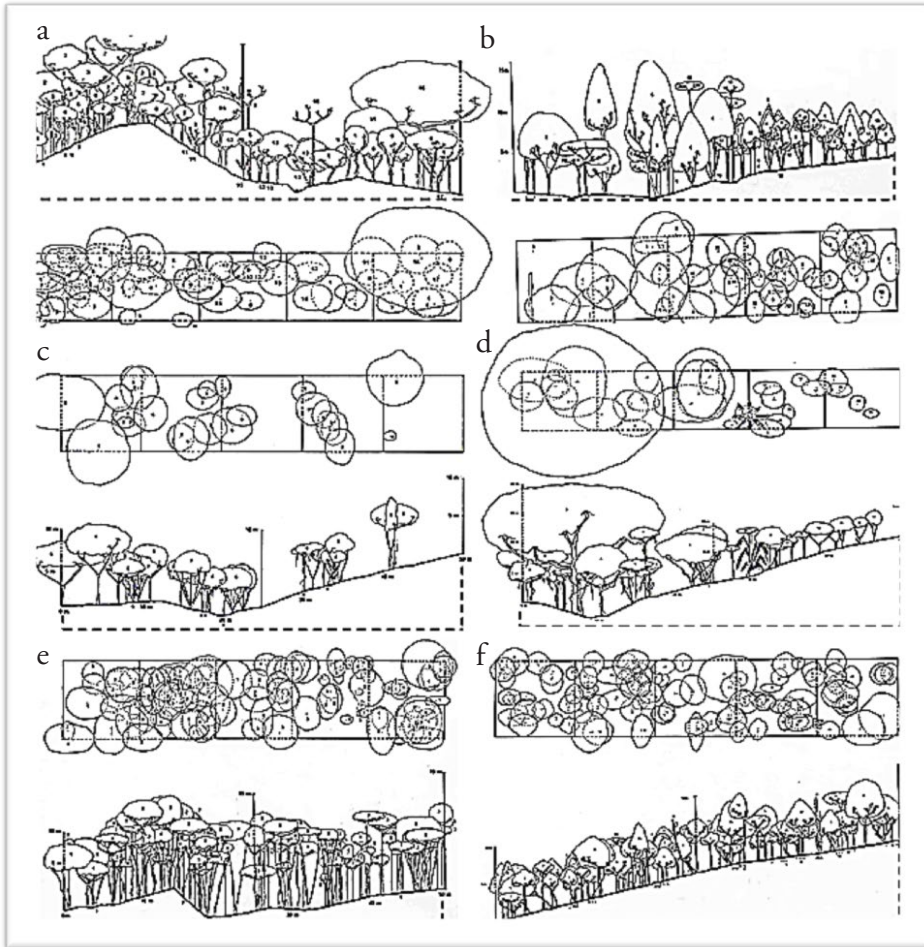


Figura 3. Perfiles de vegetación para las parcelas 7 a 12.

De acuerdo con la concepción estructural *Curatella americana* constituye el 72,47 % del total de individuos en Santa Lucía. Posee su mayor concentración en el primer estrato (0-5m) con 74 individuos, 49 en el segundo (5-7m) y 6 en el tercero (7-11 m) (Figura 4, A). *Mabea* sp. y la palma *Scheelea butyracea* son las únicas que se encuentran, al igual que *C. americana*, en los tres estratos. En Canalí (municipio de Ortega) (Figura 4, B) se presentan cinco estratos bien definidos con alturas entre 0 y 24 m con 235

individuos. El porcentaje de uniformidad de especies en todos los estratos fue del 4 % con una sola especie en común, *Ocotea* sp. Como especies emergentes (15-24 m) se encontraron *Ochroma pyramidale*, *Anacardium excelsum*, *Astronium graveolens*, *Spondias mombin* y *Ocotea* sp. El bosque de la vereda Potrero Grande (municipio de Coyaima) (Figura 4, C) muestra cuatro estratos con el 83,64 % de las especies en el estrato II (5-9 m). En la vereda Buena Vista (municipio de Coyaima) se presentan cuatro estratos (Figura 4, D); en donde el segundo estrato posee 26 de las 31 especies reportadas para este bosque. Anacarco, predio Altamira I, presentó cuatro estratos bien definidos con alturas que abarcan desde 0 a 13 m con la mayor concentración de especies en el segundo nivel (Figura 4, E). La totalidad de las especies reportadas fue de 15, de las cuales 3 se encontraron en todos los estratos. El predio Altamira II de Natagaima contó tres estratos (Figura 4, F): *Guazuma ulmifolia*, *Trichilia hirta* y *Tabebuia chrysantha*, son las especies comunes en todos ellos. En el resguardo indígena Anacarco, predio El Zancudo, hubo cuatro estratos (Figura 4, G).

En Purificación (vereda La Mata) hubo cuatro estratos (Figura 4, H): la mayor concentración de individuos se ubicó en el estrato II con 92 y la menor en el IV con 34. Las figuras 4 I y 4 J muestran la dispersión de copas de los bosques localizados en las veredas Las Brisas y Centrales del municipio de Prado, los dos presentaron tres estratos. *Tabernaemontana coronaria* y *G. ulmifolia* se encontraron en cada uno de los diferentes pisos del bosque de la vereda Centrales y *Coccoloba obovata*, *Petrea arborea* y *Croton funkianun* en la vereda Las Brisas. En Dolores (vereda El Guácimo) (Figura 4, K) se encontraron cuatro estratos: el mayor número de individuos en el último estrato, 174 de cinco especies. En Alpujarra (vereda Los Medios) el bosque se dividió en tres estratos bien diferenciados (Figura 4, L). La Tabla 2 resume los valores concernientes al número de estratos, especies e individuos totales y por estrato de cada parcela.

Tabla 2. Distribución de los individuos y especies por estrato.

Parcela		Número de estratos por parcela										Total	
		I		II		III		IV		V			
Municipio	Vereda	Sp	I	Sp	I	Sp	I	Sp	I	Sp	I	Sp	Árboles
Ortega	R. I Santa Lucía	6	91	10	66	8	21	0	0	0	0	15	178
Ortega	Canalí	10	28	14	81	14	69	11	35	5	22	25	235
Coyaima	Potrero Grande	7	31	26	142	14	28	6	10	0	0	31	211
Coyaima	Buena Vista	7	19	25	88	16	40	12	21	0	0	34	168
Natagaima	R. I Anacarco (I)	9	33	12	66	8	51	5	28	0	0	15	178
Natagaima	R. I Anacarco (II)	6	50	6	72	4	38	0	0	0	0	8	160
Natagaima	R. I Anacarco	12	57	24	131	23	61	12	30	0	0	34	279
Purificación	La Mata	8	64	11	92	10	44	12	34	0	0	17	234

Parcela		Número de estratos por parcela										Total	
		I		II		III		IV		V			
Prado	Las Brisas	11	38	14	59	8	30	0	0	0	0	19	127
Prado	Centrales	10	19	19	58	13	20	0	0	0	0	28	97
Dolores	El Guácimo	3	18	8	85	8	162	5	174	0	0	13	439
Alpujarra	Los Medios	13	73	18	249	14	68	0	0	0	0	23	390

Nota: I, II, III, IV, V: estratos del bosque; Sp: número de especies; I: número de individuos.

Fuente: elaboración propia.

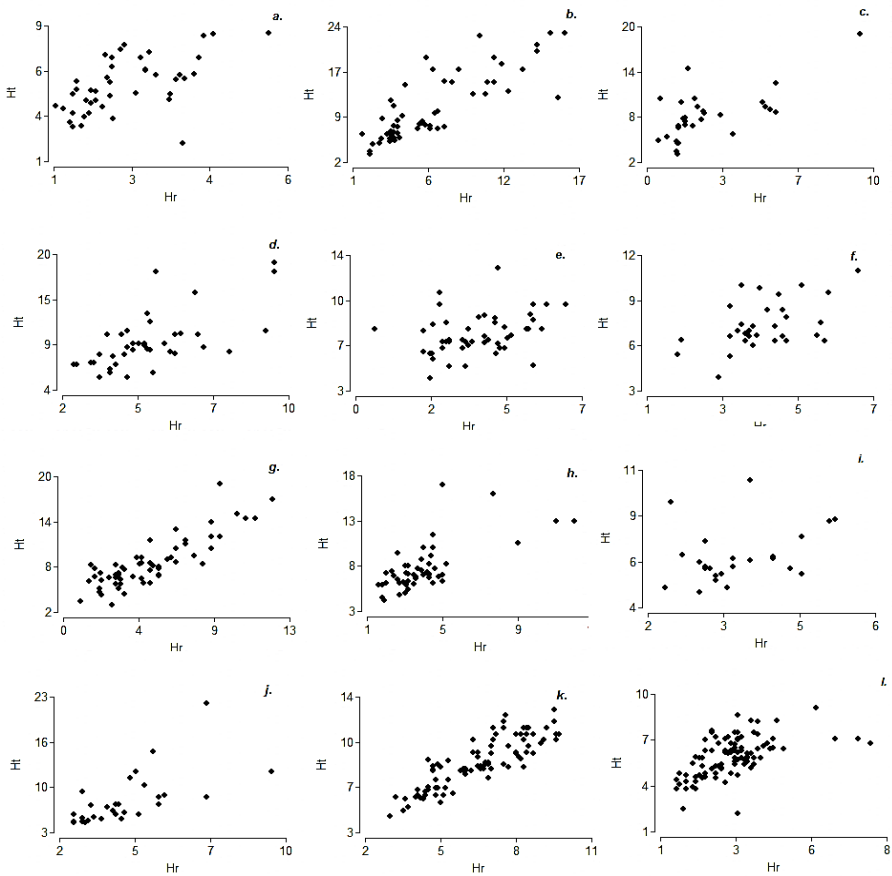


Figura 4. Diagramas de dispersión de Ogawa para las 12 parcelas. Ht: altura total del árbol; Hr: altura de reiteración donde inicia la copa.

Estructura horizontal

En el bosque del resguardo indígena Santa Lucía se encontraron 178 individuos en 15 especies, *C. americana* es la especie con mayor peso ecológico alcanzando un IVI del 65 % (Figura 5, A); lo cual indica homogeneidad de la comunidad. La proporción de mezcla alcanzó un valor de 1:12 (Tabla 3), ratificando la homogeneidad.

En la vereda Canalí, *A. excelsum* fue la especie con mayor IVI con el 35 %; superando las especies raras con 22 %, clasificando la comunidad como homogénea (Figura 5, B). Cada especie estuvo representada aproximadamente por 9 individuos (Tabla 3). *Myrcia* sp., presentó el mayor número de individuos y fue superado en frecuencia y dominancia por el *Ocotea* sp. Lo que les da un valor del IVI del 18 y 19 % respectivamente, para quedar dentro de las especies con alto peso ecológico en esta comunidad. Para la vereda Potrero Grande el cociente de mezcla fue de 1:7 (Tabla 3), indicando una tendencia a la heterogeneidad. *Cupania americana* fue la especie con el mayor peso ecológico con 20 % del IVI, el grupo de otras especies estuvo conformado por once especies con 35 % (Figura 5, C). La vereda Buena Vista, presentó dos especies con IVI del 14 %: *Ocotea* sp. y *Scheelea butyracea*. El conjunto de las especies raras supera a las especies dominantes con el 52 %, el bosque tiende a la heterogeneidad sin una especie dominante (Figura 5, D). El cociente de mezcla obtuvo la más baja proporción (1:5), siendo el bosque más heterogéneo (Tabla 3).

En el resguardo indígena Anacarco se encontraron 15 especies de las cuales *G. ulmifolia* presentó el mayor IVI con el 38 %; indicando alta homogeneidad. Una especie en promedio estuvo representada por 12 individuos (Tabla 3). Por otra parte, *T. chrysantha* obtuvo la mayor frecuencia relativa y el máximo número de individuos al quedar segunda con un IVI del 35 % (Figura 5, E). La segunda parcela en Anacarco fue más pobre en composición florística con ocho especies en 160 individuos, presentó la segunda especie de mayor importancia ecológica de todos los ecosistemas boscosos estudiados: *T. chrysantha* con IVI del 55 % (Figura 5, F). El cociente de mezcla fue el segundo más alto (1:20), clasificando al bosque como altamente homogéneo (Tabla 3). En el mismo resguardo, predio El Zancudo, nuevamente una especie dominó: *Myrcia* sp. con 51 individuos y un IVI del 49 %; superando al grupo de otras especies con 30 %; dominan también *A. graveolens* y *Trichilia* sp. que presentaron los máximos valores en cuanto a frecuencia relativa, lo que incidió en un IVI del 46 % y del 34 % respectivamente (Figura 5, G). La especie promedio estuvo representada por 8 individuos, siendo este un bosque con tendencia a la homogeneidad (Tabla 3).

En la vereda La Mata se registraron 234 individuos de 17 especies, siendo *Vochysia lehmannii* la especie de mayor importancia ecológica con un IVI del 37 % (Figura 5, H). El cociente de mezcla es de 1:14, siendo un bosque con tendencia a la homogeneidad (Tabla 3). En la vereda Las Brisas el bosque es homogéneo debido a que no hay una

especie de mayor importancia ecológica; de las demás resalta *C. obovata* con un IVI del 23 %, seguida por *G. ulmifolia* con el 20 %; pero las especies raras superan a estas dos con el 30 % del IVI (Figura 4, I). Se encontraron en total 19 especies en 127 individuos con un CM de 1:7, este tiende a ser homogéneo (Tabla 3). La vereda Centrales fue la menos homogénea con un CM de 1:4. La especie con mayor importancia ecológica fue *Guarea trichilioides* con un valor del 18 %. Se registraron 28 especies, *G. ulmifolia* obtuvo los máximos valores en abundancia y frecuencia relativa ubicándola entre las especies dominantes con un IVI del 17 %; aunque todas fueron superadas ampliamente por las especies raras con un 45 %, lo que hace a esta comunidad altamente heterogénea (Figura 5, J).

El bosque de la vereda El Guácimo en Dolores registró a *Anadenanthera peregrina* como la especie más importante del ecosistema con un IVI del 44 % (Figura 5, K). En total se encontraron 13 especies en 439 individuos. El CM fue el más alto de los obtenidos en toda la ecorregión (1:34), clasificando este bosque como el más homogéneo (Tabla 3). Por último, el bosque de la vereda Los Medios presentó la tercera especie de mayor importancia ecológica de la ecorregión: el *Trichilia* sp. con un valor del 51 %; al igual que el mayor número de individuos, frecuencia relativa y grado de cobertura (Figura 5, L). También presenta una alta homogeneidad con cada especie representada por 17 individuos (Tabla 3).

Tabla 3. Cociente de mezcla de los bosques en la ecorregión de la Tatacoa.

Municipio	Parcela		Total		CM
	Vereda	Especies	individuos	Familia	
Ortega	Santa Lucía	15	178	12	1:12
Ortega	Canalí	25	235	17	1:09
Coyaima	Potrero Grande	31	211	18	1:07
Coyaima	Campo Solo	34	168	16	1:05
Natagaima	R. I Anacarco (I)	15	178	13	1:12
Natagaima	R. I Anacarco (II)	8	160	8	1:20
Natagaima	R. I Anacarco	34	280	24	1:08
Purificación	La Mata	17	235	15	1:14
Prado	Las Brisas	19	127	15	1:07
Prado	Centrales	28	97	19	1:04
Dolores	El Guácimo	13	439	12	1:34
Alpujarra	Los Medios	23	391	17	1:17

Nota: CM: cociente de mezcla.

Fuente: elaboración propia.

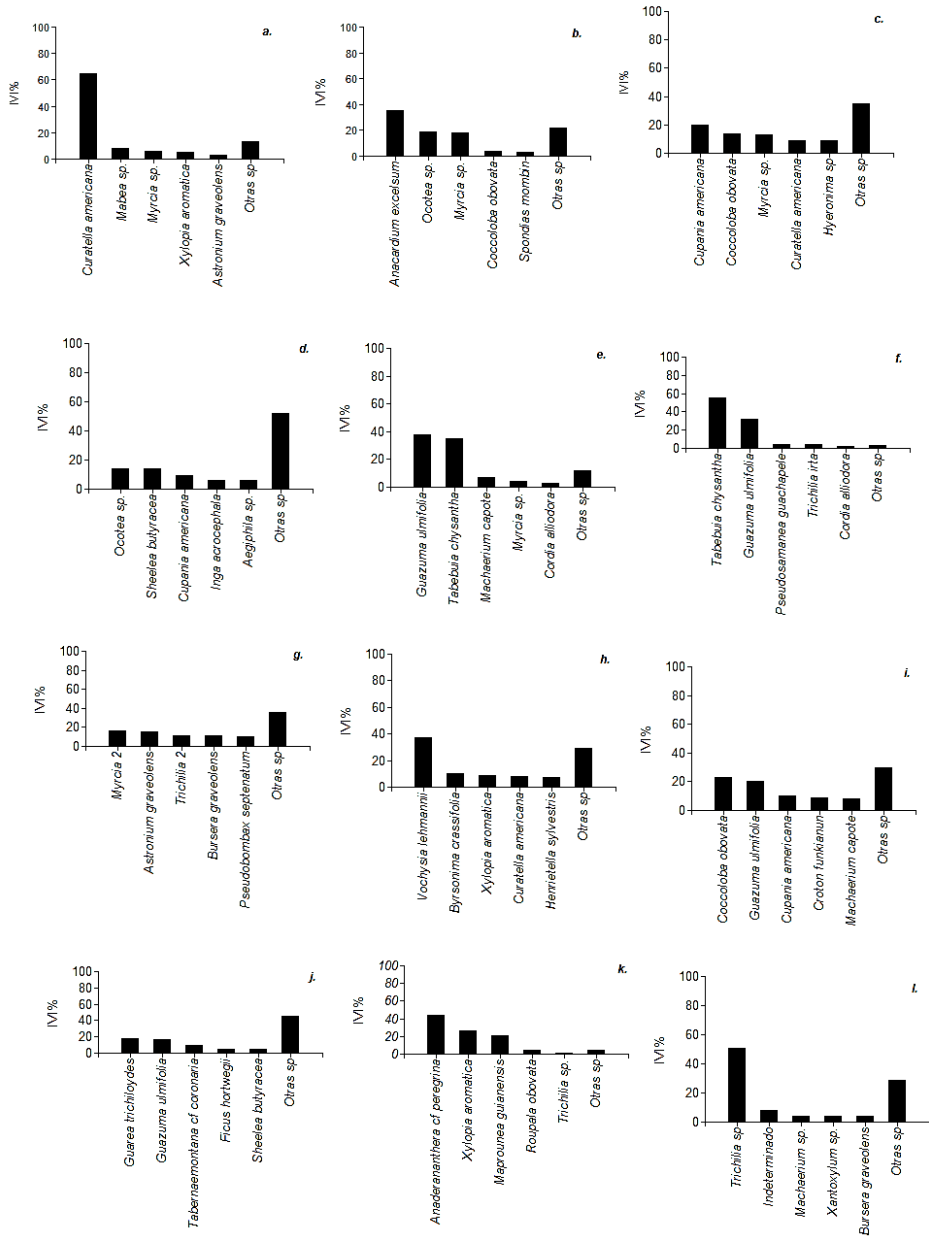


Figura 5. Índice de valor de importancia para las especies dominantes en las 12 parcelas. IVI %: índice de valor de importancia en porcentaje de 0 a 100.

Estructura total

El 58,7 % (1572) de los individuos muestreados presentaron diámetros normales entre 5 y 9 cm; siendo la vereda Centrales, la localidad con menor número de individuos (59) dentro de esta categoría (Figura 6, J). El predio Altamira I (municipio de Natagaima) y la vereda El Guácimo (municipio de Dolores), junto con el resguardo indígena Santa Lucía y la vereda Los Medios, fueron los sitios más pobres en árboles mayores de 30 cm con un individuo (Figura 6, A, E, K, L). Por el contrario, la finca El Zancudo (municipio de Natagaima) registró una mayor cantidad de individuos en este intervalo (27) (Figura 6, G). En Alpujarra y Dolores se encontraron más individuos en la primera categoría diamétrica con 280 y 228 respectivamente (Figura 6, K, L). Solo dos comunidades tuvieron una estructura diamétrica con tendencia a una curva normal (Figura 6, A, K). El resto de las comunidades mostraron una tendencia exponencial inversa o conocida como *j* invertida (Figura 6, A, J, L).

Tabla 4. Variables dasométricas para las 12 parcelas.

Parcela	N	DAPm	DE	CV	MáxD	Hm	DE	CV	Mín	Máx	AB/ha
1	174	8,83	2,56	28,94	18,4	5,19	1,39	26,81	2,1	10,5	4,62
2	233	12,1	10,74	88,74	105,9	8,7	4,4	50,5	3,3	24	19,13
3	210	10	5,76	57,64	41	7,32	2,53	34,64	3,13	19	8,77
4	156	13,9	11,05	79,5	63	8,95	3,62	40,46	3	20,5	15,41
5	178	9,48	4,36	45,97	32,4	7,03	2,04	28,94	2,8	13	6,08
6	160	10,45	4,85	46,42	37,2	6,91	1,69	24,54	3,2	11	6,67
7	279	12,65	8,51	67,25	52	9,12	3,84	42,05	2,8	25	20,35
8	235	8,81	6,7	76	40,3	6,76	2,61	38,65	2,3	19	9,03
9	127	9,02	7,7	85,39	43,5	7,18	1,79	24,96	3,8	15	5,59
10	90	12,84	15,89	123,75	98,9	7,85	3,62	46,1	2,7	22	11,73
11	439	9,31	3,03	32,54	19,6	8,46	1,97	23,28	0,5	13,5	13,23
12	391	8,25	3,28	39,79	30,7	5,97	1,2	20,05	2,2	11	3,77

Nota: N: número de árboles por parcela; DAPm: diámetro promedio por parcela; DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación en porcentaje; MáxD: DAP máximo en la parcela; Hm: altura promedio por parcela; Mín: altura mínima para parcela; AB/ha: área basal por hectárea en metros cuadrados.

Fuente: elaboración propia.

La parcela 4 en Coyaima presentó el mayor DAP promedio (13,90 cm), el menor fue para la parcela 12 de Alpujarra (8,25 cm). El mayor promedio de altura fue para la parcela 7 con 9,12 m y la menor para la parcela 1 de la asociación Chaparral con 5,19

m. Los coeficientes de variación reflejan una alta heterogeneidad de los datos registrados con la máxima variación para las veredas Centrales y Canalí como consecuencia de alta amplitud del rango de árboles (Tabla 4). El valor diamétrico mínimo registrado en todos los bosques fue de 5 cm, correspondiente al criterio de medición establecido para el estudio; y el diámetro mayor fue de 105,9 cm registrado en Canalí. El área basal por hectárea osciló entre 3,77 y 20,35 m²/ha, teniendo la localidad de Anacarco en el predio El Zancudo la máxima área basal.

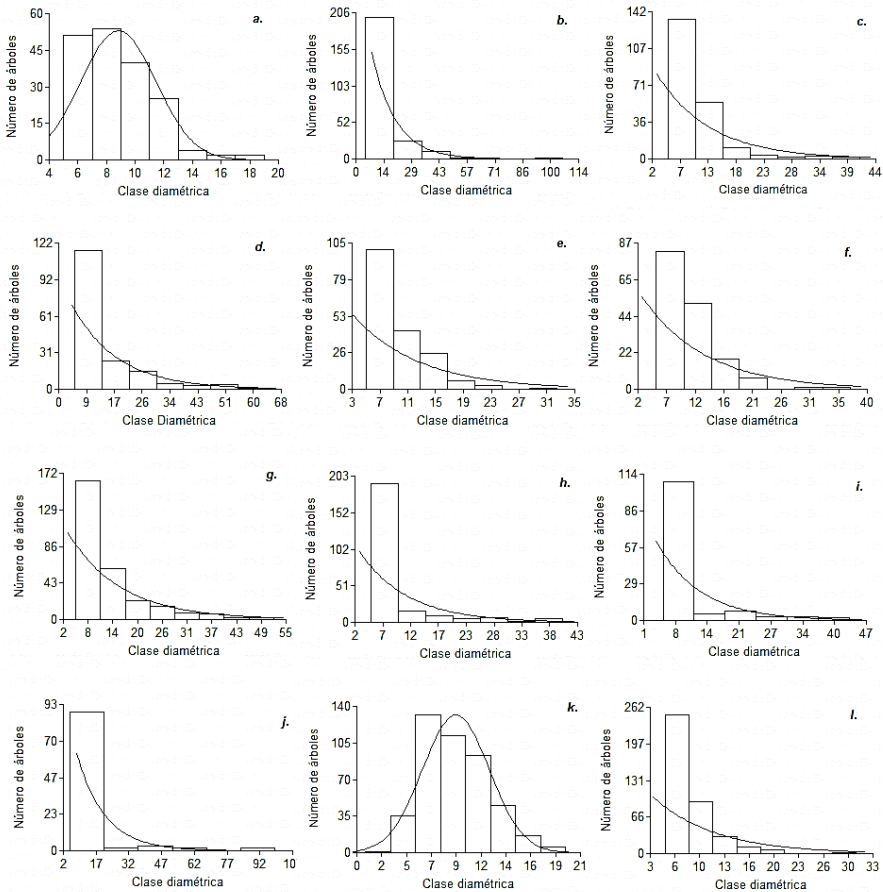


Figura 6. Histogramas de frecuencia absoluta para el diámetro de las doce parcelas.

DISCUSIÓN

Estructura vertical

La concepción dinámica para analizar la estructura de los bosques es apropiada para profundizar en el entendimiento de la distribución de los árboles en los bosques (MELO & VARGAS, 2002); sin embargo la metodología de perfiles de vegetación es subutilizada, ya que por lo general es usada en informes técnicos pero no se profundiza en su análisis. Desde esta perspectiva, los árboles se clasifican en tres categorías: árboles del pasado, árboles del presente y árboles del futuro; lo que permite tener una valoración del estado actual del bosque. Los perfiles evaluados en el presente artículo nos muestran tres tendencias: bosques de asociaciones dominantes y relativamente estables como la asociación Chaparral dominada por *C. americana*, *G. ulmifolia*, *T. chrysantha*, *A. peregrina*, *X. aromatica* y *C. obovata*, estas se presentan en terrenos ondulados con pendientes medias a bajas (Figura 2, A, K, L).

La segunda tendencia son bosques en terrenos muy pendientes donde dominan árboles remanentes de *A. excelsum*, *A. graveolens* y *G. trichilioides* (Figura 2, B) y una tercera tendencia que son rastrojos altos o bosques secundarios que se han establecido en áreas de pendiente media a alta con una alta heterogeneidad y alta presencia de claros y dominada por especies pioneras e intermedias como *C. alliodora* y *Myrcia* sp.

El resguardo indígena Anacarco amerita un análisis particular, ya que allí existe un área de reserva rodeada de parches de bosque secundario en recuperación. Las parcelas 5 y 6 obedecen a bosques de la asociación *T. chrysantha*-*G. ulmifolia*, ubicadas dentro del primer grupo; mientras que la parcela 7 del predio El Zancudo es un remanente de bosque ribereño con dominancia de árboles de gran porte que desde la concepción funcional ya son árboles del pasado, ya que es una sucesión avanzada. Esta es la típica formación de bosques riparios asociados a los drenajes y altas pendientes en los bosques secos tropicales. Los árboles encontrados corresponden a árboles del presente y pasado con especies como *Bursera simaruba*, *A. graveolens* y *Pseudosamanea guachapele* para el primer grupo y *Cedrela angustifolia* y *A. graveolens* representan remanentes de lo que serían sucesiones avanzadas. Prado se destaca como el municipio con más intervención ganadera y con menos cobertura de bosques conservados, es dominado por bosques secundarios típicos como las parcelas 9 y 10. En dicha región son comunes los incendios como factor de riesgo que impide la recuperación de estos bosques para alcanzar estructuras verticales más avanzadas y la llegada de especies de gran porte. Las parcelas de Dolores y Alpujarra que quedan en la zona más alta de la ecorregión entre 800 y 1000 m s. n. m. son las que tienen mayor cantidad de árboles y menos claros; se observa que aquí las sucesiones se encuentran en una etapa avanzada donde la ocupación de los rodales es alta y se iniciarán procesos de sucesión que darán recambio de especies dependiendo de procesos neutros, dispersión y dinámica regional.

En cuanto a estratificación (Figura 3) los bosques tienen de tres a cinco estratos definidos; la estratificación es un indicador de estado de la comunidad en cuanto a tamaños, ya que el tamaño es un indicador de la edad. Se destacan pocos árboles emergentes, solo en los bosques ribereños (parcelas 2, 4 y 7) donde existen árboles remanentes de especies de gran porte como *P. guachapele*, *A. excelsum*, *A. graveolens* y *Pseudobombax spectanum*; lo cual también se encontró en Bolivia (CAYOLA *et al.*, 2005). La presencia de árboles emergentes en sucesiones avanzadas de bosque seco es muy escasa hoy, a excepción de áreas representativas en algunas regiones del norte del Tolima (MELO *et al.*, 2017). El resto conservan principalmente tres estratos, por ejemplo: en Bolivia CAYOLA *et al.* (2005) también encontraron tres estratos arbóreos diferenciados, siendo lo más común en los bosques secos (EWEL 1980); lo que se evidencia en la región con esta estructura de los estratos es una intervención selectiva de estos bosques. MENDOZA (1999) discute que estos bosques no solo presentan fases sucesionales derivadas de perturbaciones naturales, sino también perturbaciones antropogénicas que pueden determinar las comunidades del bosque seco.

Los diagramas de Ogawa son muy útiles para ver los estratos del bosque, esto ayuda a entender la sucesión; permitiendo análisis más complejos para intervención y restauración de estos bosques y dando al estudio de la estratificación, que ha sido poco investigado en detalle, un potencial para analizar patrones de microclima y albergue de biodiversidad en grupos importantes tales como epífitas, anfibios y aves.

Estructura horizontal

Cuatro sitios tuvieron CM inferiores a siete, lo que muestra pocas comunidades heterogéneas y ocho comunidades con algún grado de dominancia por pocas especies; lo cual es un patrón común en bosques secos (HUBBELL, 1979). MENDOZA (1999) recopiló datos de número de especies y número de individuos para varias localidades de América y muestra una relación de mezcla de la mayoría con valores menores a siete; esos valores obedecen a muestreos de individuos de DAP mayores a 2,5 cm, lo que aumenta la homogeneidad del índice, mostrando que algunas especies en determinado período de historia de un sitio dominan la comunidad.

Entre las especies también reportadas como dominantes a través del IVI en otras regiones se destacan varias de los géneros *Cordia* sp. (MELO & VARGAS, 2002), *Astronium* (MENDOZA, 1999), *A. excelsum* (RANGEL, 1997), *Trichilia* sp. (GARCÍA, 2009; MENDOZA, 1999; RANGEL, 1997), *Coccoloba* sp. y *Tabebuia* sp. (RANGEL, 1997). *C. americana* es una especie dominante dentro de la ecorregión, formando una comunidad homogénea muy conocida en bosques secos (RANGEL, 1997) y en los bosques del cerrado de Brasil (ARRUDA *et al.*, 2011).

A. excelsum y *Myrcia* sp. se encontraron también como dominantes, especies de la familia Myrtaceae y Anacardiaceae también son dominantes en bosques de Perú (GARCÍA, 2009). La dominancia de *Ocotea* sp. se presentó solo en dos parcelas, situación poco común en los estudios revisados; aunque es relevante en sucesiones avanzadas y en bosques andinos (RANGEL, 1997). La palma *S. butyracea* fue dominante en una región, condición que se presenta en algunos bosques secos donde esta especie coloniza áreas abiertas muy comúnmente en el valle interandino del Magdalena y la Costa Caribe (URIBE *et al.*, 2001). Por otro lado, *G. ulmifolia* es una especie que también forma comunidades dominantes en los bosques secos donde dominan matrices de pastos y cultivos semestrales. *T. chrysantha* también es dominante y se han encontrado reportes en la Costa Caribe colombiana de esta misma condición (BANDA *et al.*, 2016; RANGEL, 1997). *V. lehmannii* es dominante solo en una región, caracterizándose por ser común en áreas de transición a bosque premontano en la Cordillera Occidental y otras regiones del Tolima como Cunday.

La familia Fabaceae, Mimosoideae, es de las más abundantes en los bosques secos (MENDOZA, 1999; RANGEL, 1997; BANDA *et al.*, 2016; SALOMÃO *et al.*, 2012); de esta manera en este estudio se destaca *A. peregrina* como muy dominante en un sitio, la cual también es común en los bosques estacionales de los llanos orientales (RANGEL, 1997) y en bosques secos de Brasil y Bolivia (CAYOLA *et al.*, 2005; KILLEEN *et al.*, 1998; USLAR *et al.*, 2004).

Cabe resaltar que varias especies del género *Trichilia* son dominantes en el área de estudio. *Trichilia* sobresalió en cuatro localidades muestreadas, coincidiendo con patrones observados en estudios previos; ya que son especies escasas biogeográficamente, pero donde se establecen se tornan abundantes como es el caso del bosque de Venadillo donde *T. oligofoliolata* y *T. hirta* dominan amplias zonas de bosque seco primario o altamente conservado (MENDOZA, 1999; MELO *et al.*, s. f.); este género igualmente fue dominante en bosques de Bolivia (CAYOLA *et al.*, 2005). MENDOZA (1999) destaca que dentro de los patrones encontrados de dominancia ecológica a partir del IVI es común encontrar pocas especies que dominan algunas áreas y con muchas especies con pocos individuos; lo cual fue la norma en este estudio y en bosques secos de Costa Rica (HUBBELL, 1979).

Distribuciones diamétricas

El valor mínimo registrado en DAP fue de 5 cm, correspondiente al criterio de medición establecido para el estudio; considerándose más apropiado para bosque seco, ya que el criterio más común usado en bosques tropicales es de 10 cm. Es oportuno contemplar que para estos bosques la categoría debe ampliarse para una mayor comprensión de la comunidad. El diámetro mayor de todo el muestreo fue de 105,9 cm registrado en Canalí, por un árbol de *A. excelsum*; el cual se ha reportado como

árbol de gran porte en los bosques secos de Colombia (RANGEL, 1997). CAYOLA *et al.* (2005) reporta el 87 % de los árboles en la categoría de 10-40 cm, en Perú también fueron escasos los árboles con DAP superiores a 30 cm (GARCÍA, 2009); en Brasil se reporta la misma estructura diamétrica con la mayoría de los árboles en la clase menor de 5-10 cm (IMANÑA *et al.*, 2011). El 58,7 % de los individuos del muestreo son menores a 9 cm de diámetro; lo cual es un patrón consistente en bosques secos de otras regiones tales como Brasil, Perú y Bolivia, en donde las poblaciones de muchas especies son abundantes en los estados juveniles (CAYOLA *et al.*, 2005; GARCÍA, 2009; SALOMÃO *et al.*, 2012).

Solo dos comunidades tuvieron una estructura diamétrica con tendencia a una curva normal (Figura 6, A, K), lo que representa comunidades relativamente coetáneas con alta dominancia y en proceso de sucesión después de intervenciones donde pocas especies se desarrollan en cantidad y tamaño similares tomando esta estructura diamétrica típica de bosques secundarios. El resto de comunidades mostraron una tendencia exponencial inversa o conocida como *j* invertida que es típica de bosques en proceso de sucesión temprana y donde los árboles de diámetro grande son escasos, tendencia reportada en otros bosques secos tropicales de Colombia (MELO & VARGAS, 2002) y de Brasil (IMANÑA *et al.*, 2011).

El mayor DAP promedio fue de 13,9 cm y el menor de 8,25 cm, el mayor promedio de altura fue de 9,12 m y en la asociación Chaparral fue de 5,19 m; ese tipo de bosque es reportado como una asociación de porte medio a bajo (RANGEL, 1997); en Perú se destaca un promedio de altura que osciló entre 7-20 m y pocos árboles emergentes con 25 m (GARCÍA, 2009). Los coeficientes de variación reflejan una alta heterogeneidad de los datos registrados, lo que es común en comunidades muy intervenidas (MELO & VARGAS, 2002).

El área basal por hectárea de los bosques del sur del Tolima osciló entre 3,77 y 20,35 m²/ha; MENDOZA (1999) reporta un rango de 34-47 m²/ha para el norte del Tolima, pero con un muestreo de árboles superiores a 1 cm; esta región es conocida como una transición a bosque húmedo y con mayores áreas conservadas. Otros bosques secos de Bolivia reportan 27 m²/ha (USLAR *et al.*, 2004) y 20 m²/Ha (CAYOLA *et al.*, 2005); en Brasil el área basal de un bosque seco tropical osciló entre 28,70-29,14 m²/ha (IMANÑA *et al.*, 2011). Generalmente los bosques secos tienen menos ocupación de rodal que los bosques húmedos, y no se encontró en los estudios reportados valores superiores a 47 m²/ha; esto hace importante entender estos rangos para generar estrategias de manejo sostenido, evaluación y monitoreo de restauración ecológica puesto que se encuentra una tendencia en los bosques secos a tener área basal baja comparados con bosques húmedos, situación que puede considerarse como un indicador de crecimiento en procesos de monitoreo de restauración de este tipo de bosque (SALOMÃO *et al.*, 2012; YEPES *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

Las coberturas vegetales se encuentran en estados sucesionales tempranos e intermedios donde predominan especies tales como *G. ulmifolia*, *X. aromatica*, *C. americana*, *C. alliadora*, *T. chrysantha* y *P. spectanum*. La presencia de especies tardías y emergentes como *A. graveolens*, *Aspidosperma* sp., *Centrolobium* sp., *A. excelsum* se encuentra restringida; encontrándose ejemplares de gran porte en áreas relativamente conservadas de carácter privado y de comunidades indígenas. El número de estratos o pisos sociológicos varió de tres a cinco; las mayores alturas de los árboles se registraron en la vereda Canalí con especies como *O. pyramidale*, *A. excelsum*, *Ocotea* sp., *A. graveolens* y *S. mombin*.

Las dos especies de mayor importancia ecológica dentro de la ecorregión fueron en su orden *C. americana* y *T. chrysantha* encontradas en los resguardos indígenas Santa Lucía y Anacarco; se destaca también *A. excelsum* de la vereda Canalí; estas áreas se presentan como áreas potenciales para ser conservadas.

El 82,61 % de los individuos muestreados poseen los menores diámetros comprendidos entre 5 y 13 cm, correspondientes a las dos primeras clases diamétricas con 2203 individuos; en general, los bosques se encuentran en un estado de transición a la recuperación estructural por presentar cantidades considerables de individuos en las clases intermedias.

Las asociaciones vegetales caracterizadas en la región sur del Tolima pueden ser tomadas como ecosistemas de referencia para restauración ecológica y contribuir a la selección de especies para diferentes tratamientos de restauración de acuerdo con las propiedades de cada especie y al grado de degradación del sitio a recuperar.

AGRADECIMIENTOS

Fernando Aly Huertas (Q.E.P.D.), Uriel Pérez, Eutimio Saavedra, CORTOLIMA y CAM por el financiamiento del proyecto. A las comunidades de la región por su apoyo y hospitalidad.

REFERENCIAS

- ARRUDA, M.D., OLIVEIRA-BRANDÃO, D., VIEIRA-COSTA, F., SOARES, G., DUQUE, D. & NETO, S., et al., 2011.- Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Árvore*, 35 (1): 131-142.
- BANDA, K., DELGADO-S, A., DEXTER, K.G., LINARES-P, R., OLIVEIRA-F, A., PRADO, D., PULLAN, M., et al., 2016.- Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353: 1383-1387.
- CAVELIER, J., RUIZ, A., SANTOS, M., QUIÑONES, M. & SORIANO, P., 1996.- *El proceso de degradación y sabanización del valle alto del Magdalena*. Neiva: Fundación Alto del Magdalena.
- CURTIS, J. & MCINTOSH, R., 1951.- An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32: 476-496.

- CAYOLA, L., FUENTES, A. & JØRGENSEN, P.M., 2005.- Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 40 (3): 396-417.
- DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZÁLEZ, L., TABLADA, M. & ROBLEDO, C.W., 2011.- *InfoStat versión 2011*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- EWEL, J., 1980.- Tropical succession: Manifold routes to maturity. *Biotropica*, 12: 2-7.
- FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, F., MELO, O., ÁLVAREZ, E., PÉREZ, U. & LOZANO-B, L.A., 2013.- Status of Knowledge, Conservation and Management of Tropical Dry Forest in the Magdalena River Valley, Colombia: 55-75 (en) SÁNCHEZ-AZOFEIFA, A., POWERS, J.S., FERNANDES, G.W. & QUESADA, M. (eds.) *Tropical Dry Forests in the Americas: Ecology, Conservation and Management*. New York: Taylor & Francis.
- FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, F., BERNATE, J.F. & MELO, O., 2013.- Diversidad arbórea y prioridades de conservación de los bosques secos tropicales del sur del departamento del Tolima en el valle del río Magdalena, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 35 (99): 16-83.
- GARCÍA, H., CORZO, G., ISAACS, P. & ETTER, E., 2014.- Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión: 229-251 (en) PIZANO, C. & GARCÍA, H. (eds.) *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.
- GARCÍA-VILLACORTA, R., 2009.- Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Rev. Perú. Biol.*, 16 (1): 81-92.
- HUBBELL, S.P., 1979.- Tree dispersion, abundance and diversity in tropical dry forest. *Science*, 203: 1299-1309.
- IMAÑA-ENCINANA, J., ANTUNES-SANTANA, O. & RAINIER-IMAÑA, C., 2011.- Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del eco-museo del cerrado, Brasil. *Colombia Forestal*, 14 (1): 23-30.
- KILLEEN, T.J., JARDIM, A., MAMANI, F. & ROJAS, N., 1998.- Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 803-827.
- LAMPRECHT, H., 1990.- *Silvicultura en los trópicos*. Roßdorf: TZ-Verlag-Ges.
- MELO, O. & VARGAS, R., 2002.- *Análisis ecológico y silvicultural de ecosistemas tropicales*. Ibagué: Editorial Conde.
- MELO, O., FERNANDEZ-MÉNDEZ, F. & VILLANUEVA, B., 2017.- Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del Alto Magdalena. *Colombia Forestal*, 20 (1): 19-30.
- MENDOZA, H., 1999.- Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21 (1): 70-94.
- MURPHY, P. & LUGO, A., 1986.- Ecology of Tropical dry forest. *Annals Review of Ecology and Systematics*, 17: 67-68.
- OGAWA, H., YODA, K., OGINO, K. & KIRA, T., 1965.- Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II Plant biomass. *Nature and Life Southeast Asia*, 4: 49-80.
- OTAVO, E., 1994.- Análisis estructural de la vegetación: 78-81 (en) SÁNCHEZ, H. & CASTAÑO, C. (eds.) *Aproximación a la definición de criterios para la zonificación y el ordenamiento forestal en Colombia*. Bogotá: Ministerio del Ambiente, OIMT, PNUD.
- PIZANO, C., CABRERA, M. & GARCÍA, H., 2014.- Bosque seco tropical en Colombia: generalidades y contexto: 36-47 (en) PIZANO, C. & GARCÍA, H. (eds.) *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.
- RANGEL, O., 1997.- *Diversidad biótica II*. Bogotá: Universidad Nacional, Ministerio de Medio Ambiente, IDEAM.
- RODRÍGUEZ, P., 1987.- *Fundamentos de silvicultura*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- SALOMÃO, R., BRIENZA, J.S. & SANTANA, A.C., 2012.- Análise da florística e estrutura de floresta primária visando a seleção de espécies-chave, através de análise multivariada, para a restauração de áreas mineradas em unidades de conservação. *Revista Árvore*, 36 (6): 989-1008.
- SÁNCHEZ-AZOFEIFA, A., KALACSKA, M., QUESADA, M., CALVO-ALVARADO, J., NASSA, J. & RODRÍGUEZ, J., 2005.- Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. *Conservation Biology*, (19) 2: 1-2.
- SWENSON, N., 2014.- *Functional and Phylogenetic Ecology*. New York: Springer.
- UNESCO, 1980.- *Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado de conocimientos*. París: UNESCO.
- URIBE, A., VELÁZQUEZ, P. & MONTOYA, M., 2001.- Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (Arecaceae) en un área de bosque seco tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 23 (74): 33-39.
- USLAR, Y.V., MOSTACEDO, B. & SALDIAS, M., 2004.- Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39 (1): 25-43.
- VICKERY, M., 1987.- *Ecología de las plantas tropicales*. Ciudad de México: Editorial Limusa.
- YEPES, A.P., DEL VALLE, J.I., JARAMILLO, S.L. & ORREGO, S.A., 2010.- Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). *Rev. Biol. Trop.*, 58 (1): 427-445.