

# **CAPÍTULO 2** **COMPOSICIÓN Y** **ESTRUCTURA FLORÍSTICA** **DE DOS BOSQUES DEL** **PIEDEMONTE LLANERO**



**CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ<sup>1,2</sup>, JOAN SEBASTIAN GUALTEROS<sup>2</sup>,  
MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>2</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

# INTRODUCCIÓN

En Colombia la riqueza de plantas vasculares se registra en 23.104 especies (Ulloa-Ulloa *et al.*, 2017), en un área de 1.141.748 km<sup>2</sup> que presenta nuestro país y el cual se divide en cinco grandes regiones naturales: Caribe, Chocó biogeográfico, Andina, Amazonía y Orinoquía. De acuerdo con Rangel-Churio (2015) la mayor riqueza de especies con flores se registra en la región Andina con cerca de 11.500, seguido de la Amazónica (5.300) y el Chocó biogeográfico (4.525).

La Orinoquía registra 4.347 especies, 1.260 géneros y 177 familias (Rangel-Ch., 2015) (el 18.8% de la riqueza del país) de plantas con flores. Esta región se caracteriza por presentar una geomorfología plana con algunas montañas aisladas que sobresalen, su clima es cálido con temperaturas de 27°C y precipitaciones hasta de 4.664 mm/año. El régimen de distribución de lluvias es principalmente unimodal-biestacional, excepto en áreas próximas a mesetas o macizos y mesas, donde es bimodal-tetraestacional (Rangel-Ch., 2015), con mayores precipitaciones (superior a 200 mm/mes) durante los meses de abril, junio, julio, agosto y octubre (Castro-García & Sosa-Rico, 2017).

Esta región se localiza al oriente del país, comprende desde las derivaciones de la cordillera Oriental, hasta la frontera con Venezuela, al norte hasta el Río Arauca y por el sur con el río Guaviare. Abarca el territorio de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada (IGAC, 1997). Una de las subregiones corresponde al piedemonte, que se sitúa antes del encumbramiento de la cordillera Oriental, con una geomorfología pendiente y alturas entre los 200 y 1.000 m. Esta franja acumula los mejores suelos, producto de depósitos recientes, menos propenso a las inundaciones y estar influido por los vientos de la cordillera que proporcionan una mayor carga de humedad en esta zona; sin embargo, ante la pérdida de cobertura vegetal también puede generar erosión eólica (CORPES Orinoquía, 1996).

Esta zona fue utilizada como asentamiento para muchas tribus y poblaciones de origen hispano; hoy es el sector más habitado y explotado por depósitos petroleros (CORPES Orinoquía, 1996). A lo largo de esta zona, existe una variación en cuanto al clima y la vegetación, que según Rangel-Churio (1998) estaría dividida en tres zonas; 1) Al sur, considerada como la más húmeda y con vegetación arbórea dominada por *Iriartea corneto* (Arecaceae), *Enterolobium eontortisiliqua*

y algunas especies de los géneros *Nectandra*, *Ocotea*, *Pouroma* y *Virola*. En los estratos bajos se registran individuos de *Clavija* sp., *Clusia* sp., *Euterpe* sp., *Heliconia* sp., *Iriartea corneta* y *Vismia baccifera* 2) La zona central, conocida como la más seca, registra especies como *Attalea insignis*, *Iriartea* sp. y *Socratea durissima* 3) Al norte, presenta una vegetación que se asemeja a los bosques de *Hyeronima alchorneoides* con *Jessenia polycarpa*. En esta última zona, se presenta una mayor precipitación a nivel de la región Orinoquía con valores entre 1.637 y 4.664 mm/año (Rangel-Churio, 2015).

El piedemonte concentra una gran diversidad de flora, debido a que allí convergen aquella que desciende de las montañas y la que trata de ascender de la sabana; sin embargo, estos bosques se caracterizan por ser higrófilos, y estar muy intervenidos, debido a la existencia de zonas de cultivo y pastos (Correa-Gómez & Stevenson, 2010).

El departamento de Casanare presenta una superficie de 44.490 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente el 15%, se encuentra en esta zona conocida como piedemonte llanero, con los municipios de norte a sur: Sácama, Hato Corozal, Paz de Ariporo, Pore, Támara, Nunchía, Yopal, Aguazul, Recetor, Chámeza, Tauramena, Monterrey, Sabanalarga y Villanueva.

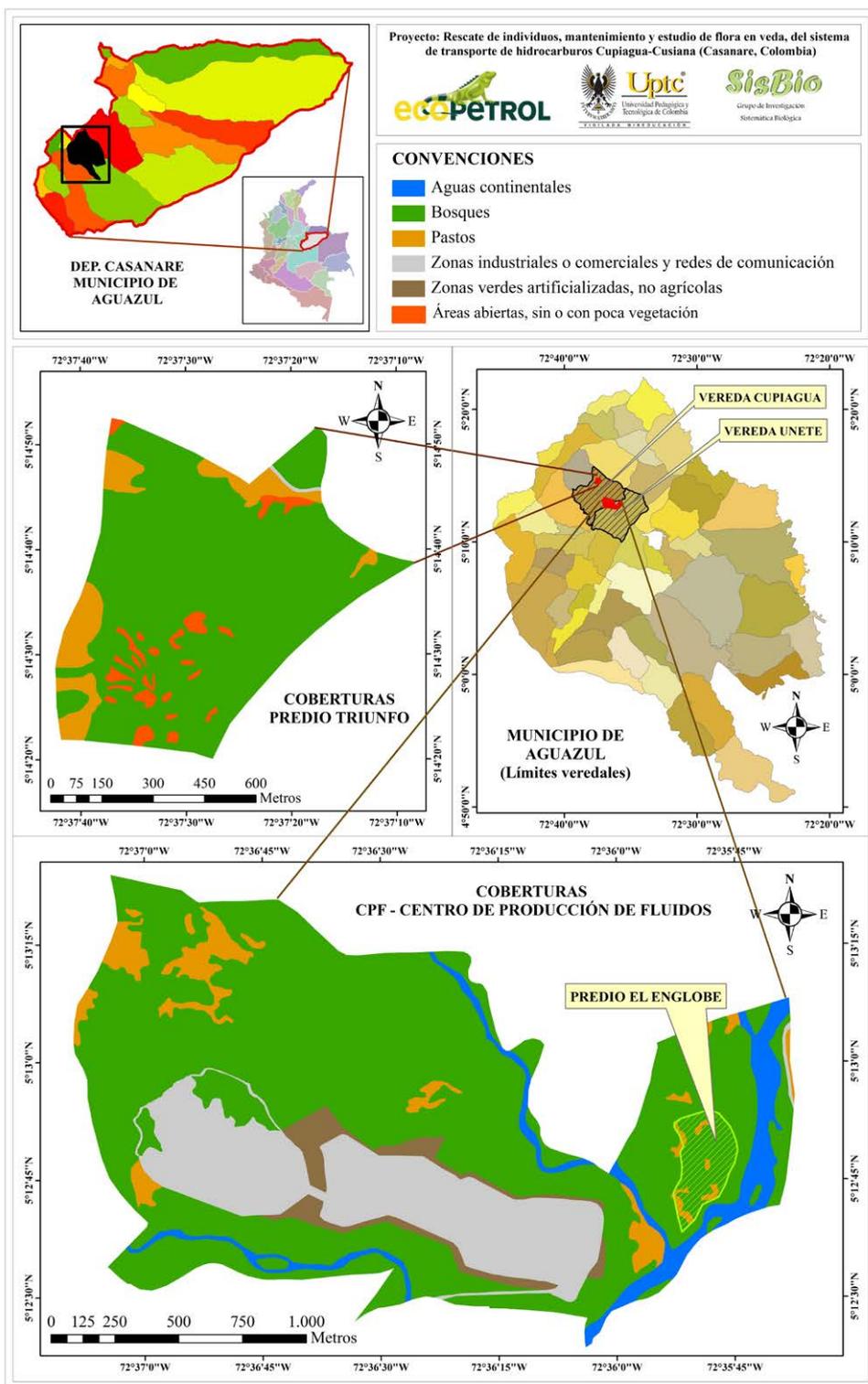
En el presente capítulo se evaluó la composición y estructura, con el propósito de conocer el estado de conservación y regeneración de dos fragmentos de bosque.

## ÁREA DE ESTUDIO

Corresponde a dos bosques fragmentados del municipio de Aguazul, que presentan historias de disturbio diferentes, con vegetación secundaria (entendida como flora que se mantuvo o estableció posterior a un disturbio (Chiappy-Jhones, Gama, Giddings, Rico-Gray & Velázquez, 2000) razón por la cual, puede o no presentar especies nativas), allí se evaluó la composición y estructura con el fin de conocer el estado de conservación y regeneración de los fragmentos de bosque.

Uno de los parches de bosque evaluado se encuentra en la vereda Cupiagua, sobre los 450 m de altitud (5° 12' 53.27" N; 72° 35' 48.99" W) dentro del Centro de Producción de Fluidos (CPF) Cupiagua y en inmediaciones al río Únete, el cual, genera unas condiciones climáticas de mayor humedad, geomorfología plana en la mayor parte del bosque y donde el ingreso de ganado bovino es frecuente (Figura 1).

El otro fragmento de bosque, está ubicado en la vereda El Triunfo, en el bosque del mismo nombre, con alturas entre 694-748 m (5° 14' 39.24" N; 72° 37' 31.30" W). Se caracteriza por presentar una geomorfología quebrada y muy susceptible a derrumbes, con coberturas de bosques y pastizales, e ingreso periódico de ganado bovino y equino (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa del área de estudio, bosque El Triunfo y El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

Para el área de estudio, la precipitación oscila de 2.000 a 4.000 mm/año, con temperaturas entre 18-24°C (EOT Aguazul, 2003). De acuerdo con Salamanca (1984) y Cuatrecasas (1989), esta área es clasificada como bosque de piedemonte y franja tropical de tierra baja, hasta los 1.000 m.

## METODOLOGÍA

Se realizaron ocho (8) parcelas de 20'50 m (0.1 Ha) en zonas con predominio de vegetación arbórea, cuatro por localidad. En cada una, se registró información como la altura de la planta, cobertura del dosel y circunferencia a la altura del pecho (grosor del tallo); a su vez, se recolectó una muestra del árbol, para ser identificada en el herbario de la UPTC.

Para el análisis de la estructura de los bosques se calculó el índice de valor de importancia (IVI), análisis que tiene en cuenta los atributos de densidad (número de individuos por unidad de área), dominancia (área basal, que es calculada a partir del grosor del tallo) y frecuencia (periodicidad con la que se encuentran individuos de la misma especie, en las subparcelas). Asimismo, se calculó el índice de predominio fisionómico (IPF), incluye tanto elementos arbóreos como arbustivos; estos valores se llevaron a porcentaje y se sumaron, para definir las especies ecológicamente más importantes; a su vez, se estimaron los intervalos de clase a partir de los atributos de cobertura, diámetro a la altura del pecho y altura (Rangel-Churio & Velázquez, 1997).

Se calculó el índice de valor de importancia ampliado (IVIA), el cual integra la suma del IVI, la posición fitosociológica relativa y la regeneración natural relativa; tiene en cuenta atributos, tanto de la estructura vertical como horizontal y con los valores obtenidos se puede observar la jerarquía de las especies (Finol, 1971).

Al interior de cada una de las parcelas se tomó una imagen del dosel del bosque para evaluar la intensidad lumínica en el sotobosque, mediante el uso de una cámara con lente ojo de pez de 180° analizada con el software WinSCANOPY (ver. Pro 2013a).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La riqueza encontrada en el área de estudio fue de 269 especies (6.2% del departamento de Casanare), en 131 géneros (10.4%) y 46 familias (25.9%), dichos porcentajes se basaron en Rangel-Churio (2015), pero son valores que pueden ser mayores, teniendo en cuenta la riqueza mencionada por Córdoba-Sánchez, Miranda-Cortés, Ávila-Avilán & Pérez-Rojas (2011) y que fueron registrados para el departamento de Casanare con 1.479 especies (con 11 subespecies y 19 variedades), 659 géneros y 146 familias (11 de Pteridophytas, 109 Magnoliopsida y 26 Liliopsida). La información previamente enunciada indica la diversidad de flora arbórea y arbustiva que se presenta en la zona, y que se ha visto afectada por problemas de cambio en el uso del suelo.

A nivel de familias se encuentra Fabaceae como la más diversa con 17 géneros y 37 especies, seguida de Rubiaceae (18/30) y Myrtaceae (7/20) (Tabla 1). Estos resultados varían con los registrados por Córdoba-Sánchez *et al.* (2011), quienes encontraron la mayor riqueza en Rubiaceae (85 especies), seguido de Poaceae (79), Fabaceae (77), Melastomataceae (71) y Mimosaceae (61).

Los géneros más diversos son *Eugenia* (Myrtaceae), *Miconia* (Melastomataceae) y *Casearia* (Salicaceae) con nueve especies cada uno, seguidos de *Psychotria* (8) (Rubiaceae) y *Ocotea* (7) (Lauraceae) (Tabla 1). Lo anterior, coincide con los registros de Córdoba-Sánchez *et al.* (2011) para *Miconia* y *Psychotria*; sin embargo, ellos incluyen como géneros con mayor número de especies a *Inga* (Mimosaceae), *Ficus* (Moraceae) y *Croton* (Euphorbiaceae).

**Tabla 1.** Familias y géneros con mayor riqueza de especies en dos bosques del piedemonte llanero (El Englobe y El Triunfo), Aguazul, Casanare.

Familias	Géneros	Especies	Géneros	Especies
Fabaceae	17	37	<i>Eugenia</i>	9
Rubiaceae	18	30	<i>Miconia</i>	9
Myrtaceae	7	20	<i>Casearia</i>	9
Melastomataceae	5	13	<i>Psychotria</i>	8
Lauraceae	4	12	<i>Ocotea</i>	7
Salicaceae	2	10	<i>Inga</i>	6
Primulaceae	4	9	<i>Myrcia</i>	6
Annonaceae	3	8	<i>Vochysia</i>	6
Moraceae	4	7	<i>Cordia</i>	5
Bignoniaceae	4	6	<i>Annona</i>	5
Malvaceae	5	6	<i>Siparuna</i>	5
Sapindaceae	4	6	<i>Piper</i>	5

El bosque El Triunfo registró la mayor riqueza con 199 especies, 103 géneros y 43 familias. Entre tanto, en el bosque El Englobe se registraron 180 especies, 105 géneros y 40 familias. La diferencia entre los dos bosques no es muy grande, lo que, en términos de riqueza de especies, se puede inferir que han venido recuperándose estas coberturas, producto de su aislamiento y de evitar el ingreso de ganado bovino y equino.

## ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Se presentan dos tipos de estructura: la horizontal y la vertical, estructuras que permiten evaluar espacialmente la distribución de los individuos y destacar las especies con mayor importancia ecológica en cada localidad, a partir de las medidas como altura, cobertura, CAP (con el cual se calcula el área basal) y frecuencia. Dentro de la estructura horizontal se destaca el IVI e IPF (Rangel-Churio & Velázquez, 1997).

Índice de valor de importancia. Según este índice, en las dos localidades predominan *Clusia lineata* y *Cupania americana* con los valores de 13.5% y 10.6% respectivamente, con altos valores en dominancia y densidad, seguidas de *Siparuna guianensis* (9.2%), *Myrcia dilucida* (8.1%), *Annona neovelutina* (6.8%), *Matayba purgans* (6.4%), *Schefflera morototoni* (5.9%), *Casearia sylvestris* (5.8%), *Psychotria anceps* y *Eugenia egensis* (5,7% cada una), en las cuales hay una gran influencia de la densidad, seguido de la dominancia y en menor valor la frecuencia.

Índice de predominio fisionómico (IPF). Las especies con mayores valores son *Clusia lineata* (27.2%) y *Cupania americana* (13.5%), seguidas de *Myrcia dilucida* (10.9%), *Siparuna guianensis* (10.1%), *Matayba purgans* (8.2%), *Tabeuia guayacan* (7.8%), *Psychotria anceps* (7.4%), *Annona neovelutina* (7.4%), *Aiphanes horrida* (6.8%) y *Eugenia egensis* (6.3%). La dominancia presentada por *Clusia lineata* se debe a los altos valores en su porcentaje de cobertura (14.4%) y área basal (8.5%), seguida de *Cupania americana*, la cual, su dominancia se debe a los valores del área basal (7%) y cobertura (3.5%).

Entre las familias con mayor importancia ecológica tenemos a Fabaceae (35.6%), que se destaca por ser la más abundante (12.4%) y la más diversa (13.7%); seguido por Rubiaceae (30%) con una densidad del 13.4% y diversidad (16.6%), Myrtaceae (26.3%) con el mayor valor dado por la densidad con el 10.8%, Clusiaceae (17.4%) se destaca por su dominancia (10.85%), Melastomataceae (16.8%) por su densidad (8.03%), Sapindaceae (13.8%) por su dominancia (7.6%), Siparunaceae (12.8%) con densidad 6.42%, Salicaceae (12.1%) con su densidad de 4.96%, Annonaceae (11.4%) y Moraceae (11%) en su dominancia 6.39% y 5.92% respectivamente.

**Intervalos de clase.** Se registró la mayor cantidad de individuos en los intervalos inferiores de cada parámetro como altura, cobertura y diámetro a la altura del pecho (DAP).

En los dos bosques, a partir del atributo cobertura se encontró que el 93.1% de los individuos (3.584), se ubican en el primer intervalo (0,02-8,4 m<sup>2</sup>), seguido por el 4.1% (158) de coberturas entre 8.5-17 m<sup>2</sup>; en los siguientes cuatro intervalos (17.1-54 m<sup>2</sup>), que suman el 2.8% de la abundancia (107 individuos). La especie que sobresale en cuanto a cobertura corresponde a *Erythrina poeppigiana* con 54 m<sup>2</sup>.

En cuanto al diámetro a la altura del pecho (DAP), el 81.2% (3.127 individuos) corresponde al primer intervalo entre 0.7-7.3 m, seguido por el segundo intervalo (7.4-14.2) con 13.4% (516 individuos); los siguientes tres intervalos corresponden al 5.3% (205 especies) y presentan valores entre 14.4 y 55.3 m, y por último con 0.03% correspondiente a un solo individuo (intervalo >54 m), tenemos la especie *Ficus cuatrecasiana* con 87.85 m.

En el parámetro altura, se evidencia un mayor número de individuos en el primer intervalo (1.5-4.2 m/ 1.729 individuos/ 44.9%), caracterizándose por ser de hábito arbustivo; después en intervalos entre 4.24 y 12.48 m, que abarca tres intervalos, se da una reducción significativa de la abundancia por intervalo, formado en su mayoría por un estrato subarbóreo y unos pocos arbustos, pasando de 964 individuos en el intervalo de 4.24-6.97 m, 674 individuos (6.98-9.71 m), 399 individuos (9.72-12.48 m), 64 individuos (12.49-15.22 m) y cuatro individuos (17.97-20.70 m).

### Forma de crecimiento

Para el análisis de la estructura vertical se tuvieron en cuenta los valores de cobertura por estratos de los dos bosques (El Englobe y El Triunfo). El estrato arbustivo es representado por 45 familias y 228 especies (50%). De igual forma fueron los más abundantes con 2.270 individuos, seguido por el estrato subarbóreo con 44

familias, 187 especies (41%) y 1.496 individuos, y arbóreo inferior con 22 familias, 41 especies y 83 individuos.

A pesar de observarse una cobertura dominante de bosque, se concentran los mayores valores de especies y abundancias en el estrato arbustivo y subarbóreo, y se refleja en la estratificación vertical y el aprovechamiento energético de cada uno.

La estructura de la vegetación por localidad y parcela se encontró lo siguiente.

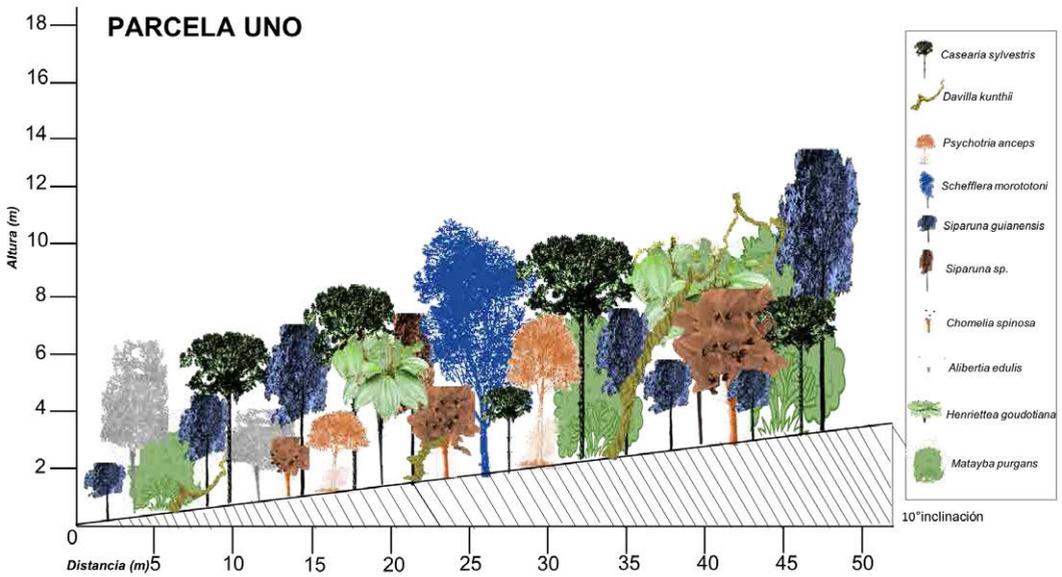
## BOSQUE EL ENGLOBE

El tipo de vegetación es un bosque secundario con gran influencia en términos de humedad, por localizarse en inmediaciones al río Únete. Este bosque se encuentra en regeneración, allí predominan individuos con tallos delgados y escasa estratificación vertical. La cantidad de radiación solar que ingresa al sotobosque oscila entre 3.38 y 13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día, presenta pendientes entre 5° y 35° con áreas de pastizales y suelos expuestos, que contribuyen a la erosión del suelo. Las especies dominantes son *Siparuna guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania americana*, *Chomelia spinosa*, *Casearia ulmifolia*, *Cordia bicolor*, *Matayba purgans*, *Psychotria anceps*, *Erythroxylum panamense* y *Davilla kunthii*. En el sotobosque predominan especies de *Adiantum diversifolia*, *Psychotria deflexa*, *Malvaviscus venustum*, *Blechnum insignis*, *Xiphidium lehmannii*, *Lygodium caucana*, *Selaginella diffusa*, *Commelina* sp. y *Paullinia acutangula*.

### PARCELA UNO

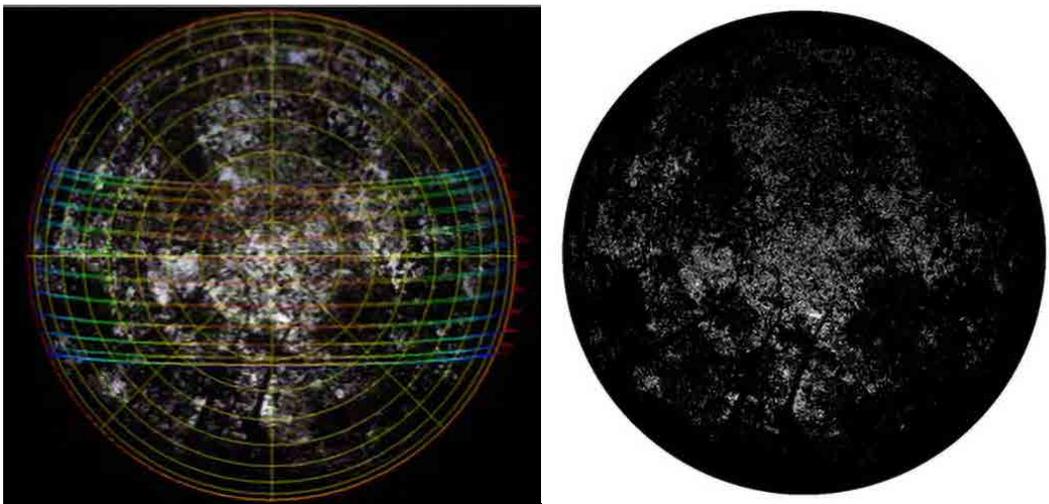
Índice de Valor de Importancia (IVI). Este índice permitió diferenciar las especies dominantes, tiene en cuenta los valores de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa (Rangel-Churio & Velázquez, 1997). Las especies *Siparuna guianensis* y *Casearia sylvestris*, son las dominantes en esta parcela, con altos valores de densidad, dominancia y frecuencia relativa. Es importante mencionar que el atributo de densidad relativa, se presenta con gran influencia en la dominancia de la parcela.

**Perfil de vegetación.** Este es idealizado, con el fin de conocer la estratificación vertical y dominancia de especies en cada parcela. Esta parcela presenta la mayor riqueza de especies y géneros (Figura 2).



**Figura 2.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela uno, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** A partir del análisis de las imágenes del interior de la parcela uno, se encontró que el porcentaje de abertura del dosel oscila entre 3.11–3.35. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 49.36 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, la que llega al sotobosque fue 3.38–3.69 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 3).



**Figura 3.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela uno, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** Se observa que el mayor número de individuos se concentran en los dos primeros intervalos de clase. El primero (1.05–3.23 cm) con 312 individuos y en el segundo (3.24–5.42 cm) con 140 individuos, que demuestran un estado de recuperación temprana. Los otros intervalos de clase registran menos de 50 individuos; sin embargo, hay individuos con alturas hasta de 10 m.

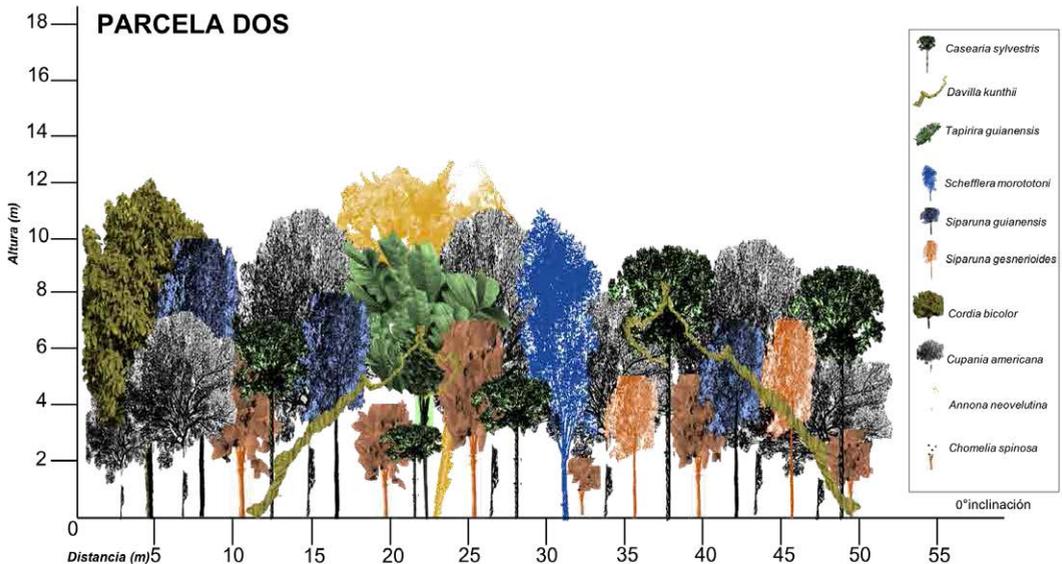
**Cobertura por estratos.** El estrato herbazal presenta los mayores valores de cobertura (2.200 m<sup>2</sup>), muestra el buen aprovechamiento de la poca luz que reciben. Seguido del estrato arbustal (1.600 m<sup>2</sup>) y arbóreo (200 m<sup>2</sup>). Este último a pesar de presentar árboles de gran porte, favorece la entrada de luz, a través del dosel.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). En esta parcela *Siparuna guianensis* se muestra como la especie más importante, debido a su participación en la estructura horizontal y vertical, seguida de *Casearia sylvestris* por su posición sociológica y *Davilla kunthii* por su alto valor en la regeneración natural.

## PARCELA DOS

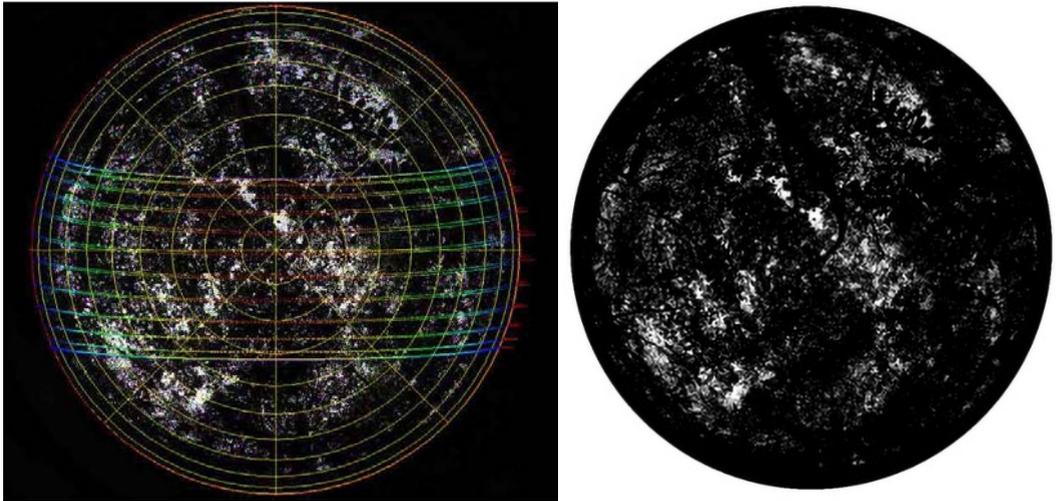
Índice de Valor de Importancia (IVI). La especie dominante corresponde a *Cupania americana* con un valor de 26.20, seguido de *Casearia sylvestris* (22.21), *Chomelia spinosa* (19.57) y *Siparuna guianensis* (17.21). Esta dominancia se expresa para *Cupania americana* en el mayor valor de dominancia relativa, lo que indica que presentan tallos más gruesos, a diferencia de *Casearia sylvestris* con tallos más delgados, pero con un mayor número de individuos. *Chomelia spinosa* a pesar de no tener valores muy altos en dominancia relativa, es la especie que registra la mayor abundancia, lo cual, le otorga una gran importancia dentro de la parcela.

**Perfil de vegetación.** El lugar donde se encuentra la parcela es plano, con abundantes árboles de gran porte y bajo número de arbustos e hierbas. Predominan las herbáceas que protegen el suelo y evitan la erosión. Se destacan individuos con alturas entre 4 y 10 m, con doseles solapados (Figura 4).



**Figura 4.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela dos, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de dosel abierto oscila entre 5.22-10.45. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 49.36 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, la que llega al sotobosque, la cual fue 4.29-9.81 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 5).



**Figura 5.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela dos, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La mayor cantidad de individuos se registran en los dos primeros intervalos (1.05–4.27 cm) con 240 individuos y (4.28–7.5 cm) 90 individuos, e indica predominio de juveniles y proceso de regeneración temprana.

**Cobertura por estratos.** El estrato herbazal y arbustal presentan una alta dominancia energética, el primero al encontrarse ocupando el sotobosque en el 95% de la superficie de la parcela, y el segundo al presentar copas amplias. El arbóreo tiene copas reducidas y laxas que favorecen el ingreso de la luz solar.

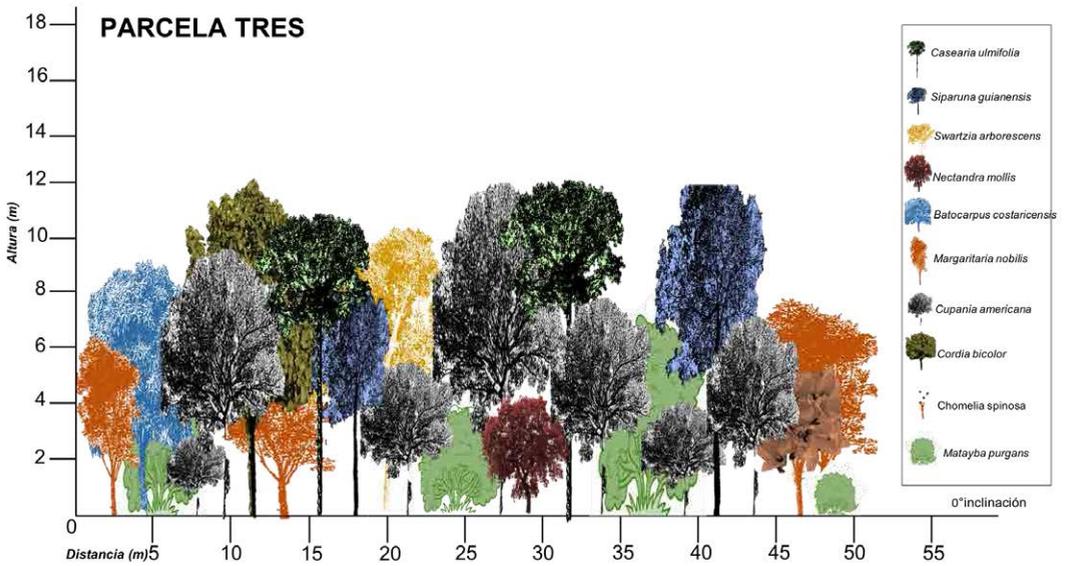
Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). *Cupania americana* es la especie mejor representada tanto en la estructura vertical como horizontal, con un alto valor en el atributo posición sociológica, indicando un alto número de individuos en todos los estratos. *Chomelia spinosa* tiene un mayor valor

de regeneración natural, esto significa que existe un elevado número de individuos en el estrato brinzal, con diferentes tamaños que permitirán que esta especie se mantenga en el bosque.

#### **PARCELA TRES**

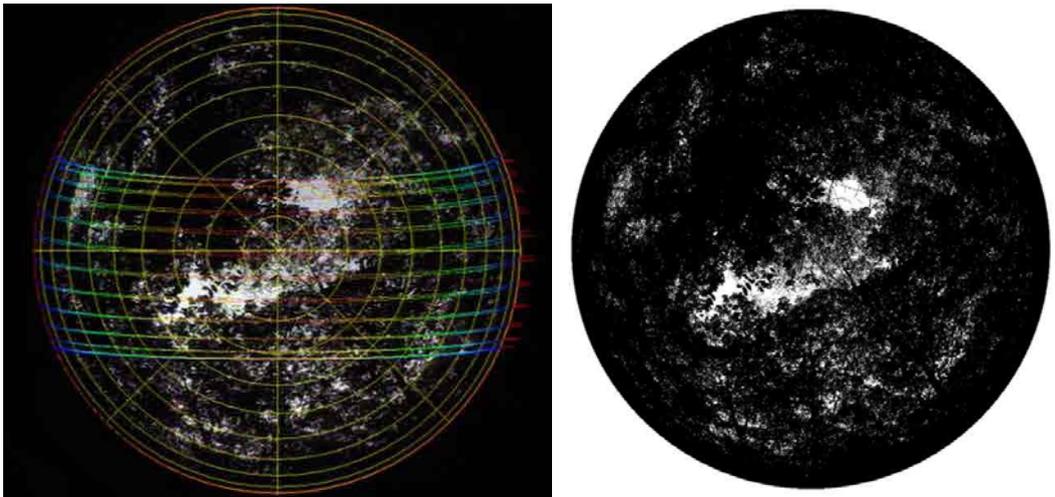
Índice de Valor de Importancia IVI. La especie *Cupania americana* predomina en esta parcela con un valor de 51.21, y presenta la mayor dominancia (área basal) y densidad relativa. La siguiente especie es *Matayba purgans* con un IVI de 17.71, donde se destaca por su alta densidad relativa y escasa área basal y frecuencia. Las otras especies presentan valores muy similares.

**Perfil de vegetación.** Predominan individuos con alturas entre 4 y 8 m, con algunos árboles emergentes de hasta 12 m. En la estructura vertical se encuentran arbolitos y arbustos con escasos árboles (Figura 6).



**Figura 6.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela tres, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** A partir del análisis de las imágenes capturadas al interior de la parcela tres, se encontró que el porcentaje de dosel abierto oscila entre 5.12-14.98. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 49.32 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir la que llega al sotobosque fue 5.66-13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 7).



**Figura 7.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela tres, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La comunidad vegetal se encuentra en un proceso de regeneración. En el primer intervalo (1.08-4.2 cm) hay 190 individuos, en el segundo (4.21-7.33 cm) 82 individuos, en los siguientes intervalos, menos de 40 individuos. Empero, hay tres intervalos (desde 26.12 hasta 35.5 cm) donde no se encontraron plantas, lo que presume que ocurrió algún evento de extracción, como tala que alteró el curso normal del crecimiento en esta zona.

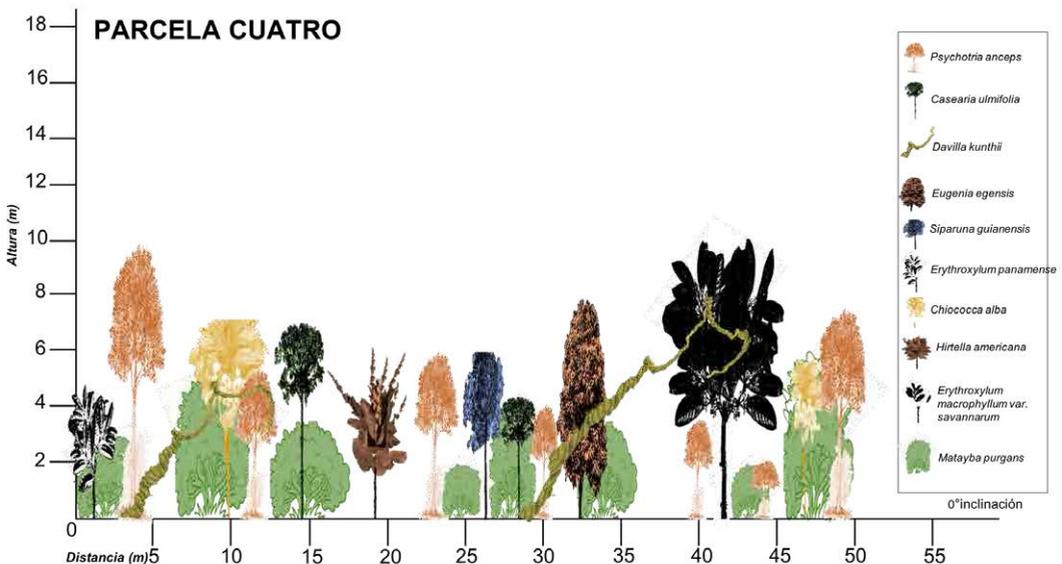
**Cobertura por estratos.** La mayor dominancia energética corresponde al estrato latizal, allí se concentra el mayor valor de cobertura, con cerca de 1.190 m<sup>2</sup>; seguido del brinjal que cubre buena parte de la superficie del sotobosque. El estrato fustal presenta pocos individuos y doseles poco densos, lo que favorece el ingreso de luz.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). *Cupania americana* en la parcela tres es la especie dominante, por aspectos en la estructura vertical y horizontal. Además, duplica en el valor de IVIA a la segunda especie, que es *Matayba purgans*, la cual presenta el mayor valor de regeneración natural, que indica, que actualmente no es la más dominante, pero podría llegar a serlo. Con respecto a las otras especies, se observa una mayor homogeneidad.

### PARCELA CUATRO

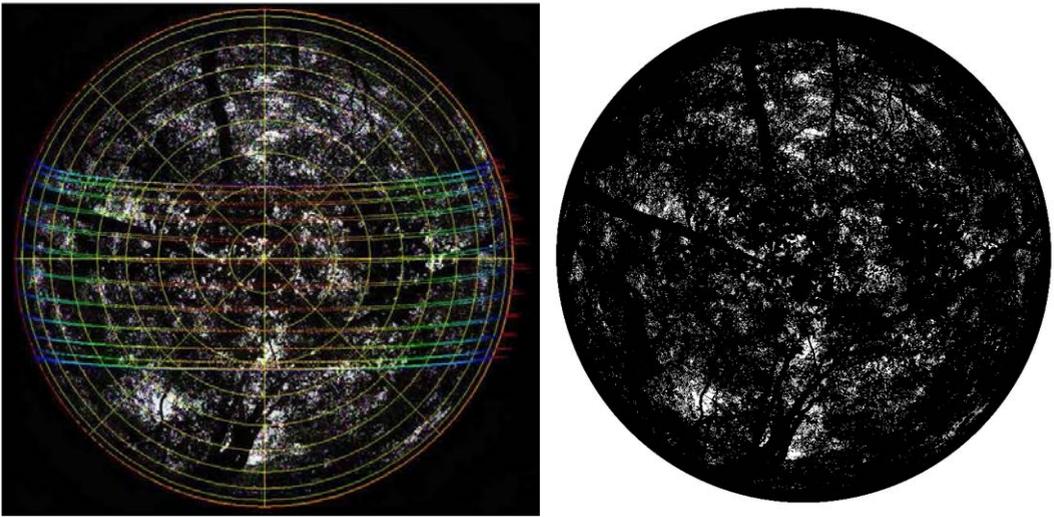
Índice de Valor de Importancia IVI. Las especies *Psychotria anceps* y *Matayba purgans*, registran los mayores valores de dominancia con 53.14 y 43.44 respectivamente. El atributo que mejor representa la dominancia de estas especies corresponde a la densidad relativa, seguida de la dominancia. En general se observa un escaso número de individuos.

**Perfil de vegetación.** La estratificación vertical es escasa, con predominio de arbolitos que se encuentran muy distantes entre sí. La altura oscila entre 4 y 7 m, con elementos arbóreos hasta de 10 m. Los suelos son compactos, lo que ha dificultado el establecimiento de vegetación herbácea (Figura 8).



**Figura 8.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela cuatro, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de dosel abierto oscila entre 5.25-6.3. De otro lado, la cantidad de radiación solar que llega sobre el dosel fue de 49.33 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel; es decir, la que llega al sotobosque fue 3.95-6.99 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 9) indicando entrada de muy poca luz solar.



**Figura 9.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela cuatro, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La distribución de los individuos presenta una mayor concentración en los primeros intervalos de clase con 245 (intervalo 1.11–5.19 cm), 110 (5.2–9.28 cm), 40 (9.29–13.37 cm) y los demás con menos de 10 individuos. Se observan varios intervalos sin individuos evidenciando que existió intervención humana, y que posteriormente se dio abandono a dichas áreas, conllevando a la regeneración actual.

**Cobertura por estratos.** La dominancia energética corresponde al estrato latizal donde predominan los mayores valores de cobertura (1.190 m<sup>2</sup>), seguido por el brinzal (400 m<sup>2</sup>), escaso en el sotobosque. El fustal registra doseles muy cortos y poco densos (210 m<sup>2</sup>).

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). En la parcela cuatro se observa el dominio de dos especies *Matayba purgans* y *Psychotria anceps*. La primera especie presenta los mayores valores de regeneración natural y posición sociológica. La segunda especie contiene los mayores valores de IVI. Las otras especies tienen una distribución homogénea con predominio de los valores de la estructura horizontal (IVI).

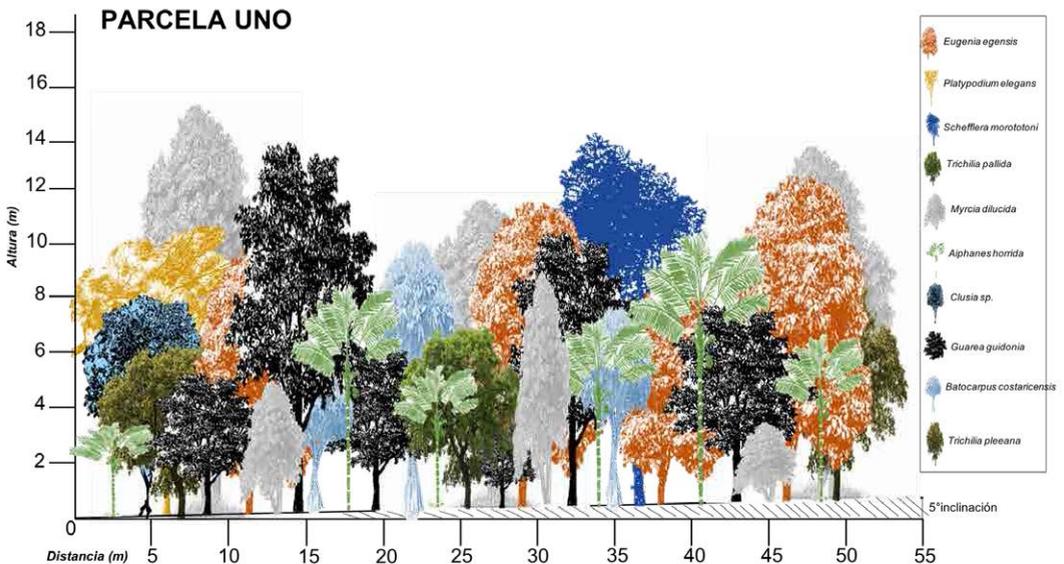
## BOSQUE EL TRIUNFO

Son bosques secundarios con vegetación principalmente arbórea y arbustiva, de doseles amplios que permiten el ingreso de radiación solar al sotobosque. Las especies dominantes son *Myrcia dilucida*, *Aiphanes horrida*, *Guarea guidonia*, *Clusia lineata*, *Eugenia egensis*, *Miconia gracilis*, *Handroanthus guayacan*, *Aphelandra scabra*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*. En el estrato brinzal predominan individuos de *Lindsaea guianensis*, *Asplenium formosum*, *Selaginella diffusa*, *Costus spiralis*, *Panicum pulchellum*, *Commelina* sp. y *Campyloneurum nitidissimum*. La geomorfología del terreno es quebrada con pendientes de 10–45°, con movimientos de tierra.

### PARCELA UNO

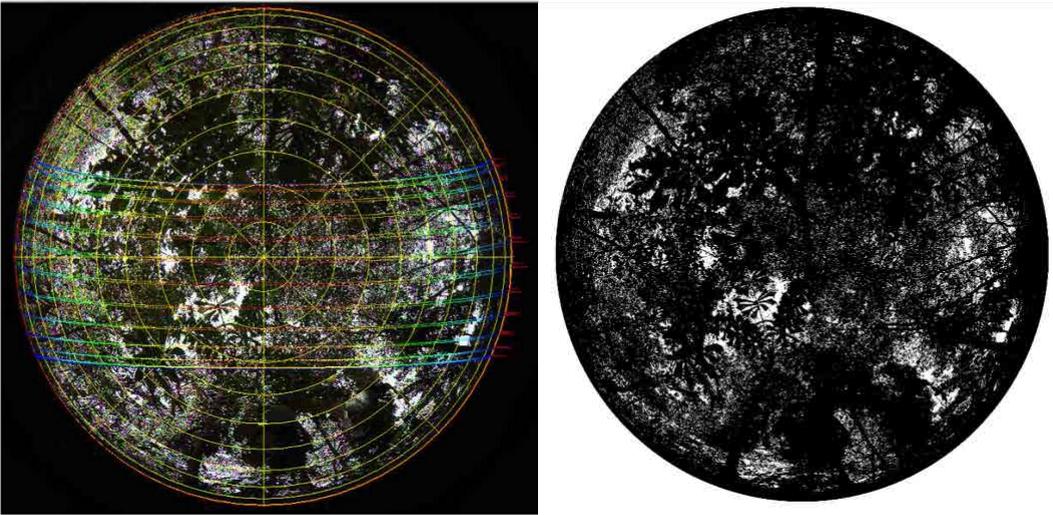
Índice de Valor de Importancia IVI. La especie *Myrcia dilucida* tiene el mayor valor con 25.53, seguido de la palma *Aiphanes horrida* con 22.29. *M. dilucida* presenta el mayor número de individuos, entre tanto *A. horrida* los mayores valores de frecuencia y dominancia relativa. *Guarea guidonia* y *Eugenia egensis* registran valores de IVI de 18.05 y 14.38 respectivamente.

**Perfil de vegetación.** Se observa una estratificación vertical, que concentra el mayor número de individuos en alturas entre los 4 y 10 m; se destacan las especies *Aiphanes horrida* por su densidad y *Myrcia dilucida* por el grosor de sus tallos. La pendiente registrada es de 5° (Figura 10).



**Figura 10.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela uno, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** Se encontró que el porcentaje de abertura del dosel oscila entre 8.37-9.09; a su vez, la cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 50.56 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel fue 4.23-7.25 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 11).



**Figura 11.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela uno, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La distribución de los individuos se concentra en los tres primeros intervalos (0.92-9.88 cm), con 360 individuos, seguido de 55 (9.89-18.85 cm), y 10 (18.86-27.82 cm); los siguientes intervalos no registran individuos, excepto el último con uno, lo que demuestra la perturbación que esta cobertura presentó en el pasado.

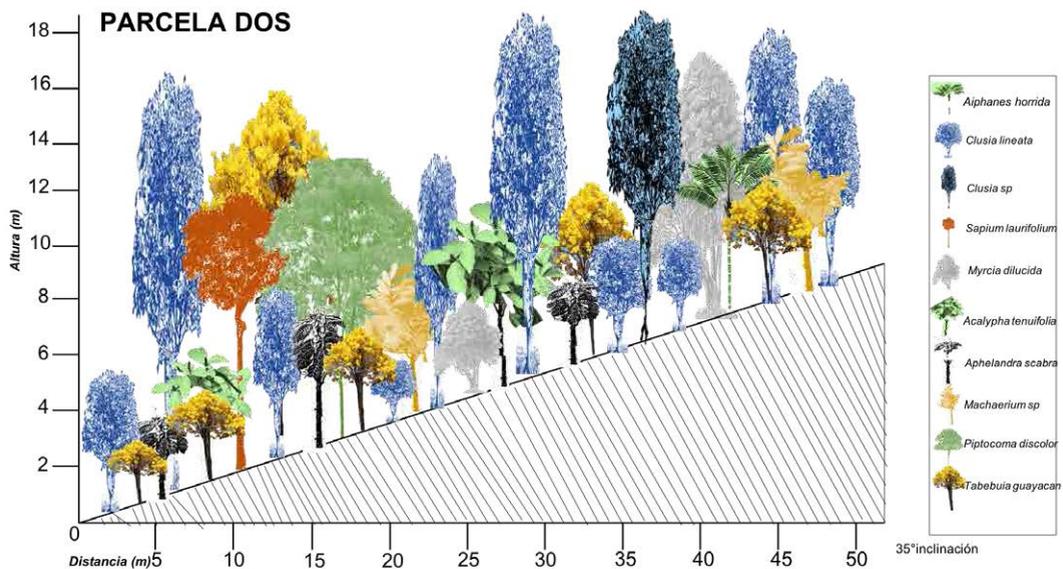
**Cobertura por estratos.** El estrato latizal registra la mayor dominancia energética con 335 m<sup>2</sup>, debido a los doseles amplios y un alto número de individuos; seguido del estrato fustal con un valor de cobertura de 270 m<sup>2</sup>, a pesar de ser escaso el número de individuos. Entre tanto, el brinzal registra el valor más bajo en cobertura (75 m<sup>2</sup>).

**Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA).** La especie *Guarea guidonia* es la de mayor jerarquía, ya que presenta los mayores valores de estructura vertical (regeneración sociológica y regeneración natural), lo que garantiza su permanencia en este bosque. De otro lado, *Myrcia dilucida* y *Aiphanes horrida* tienen los mayores valores de la estructura horizontal (IVI); sin embargo, la primera especie presenta un mayor valor de regeneración natural, que la ubica en el segundo lugar. Es preocupante observar que *Aiphanes horrida*, a pesar de ser la tercera especie más importante en esta parcela, no registra regeneración natural, lo cual puede con el tiempo desaparecer de este bosque.

## PARCELA DOS

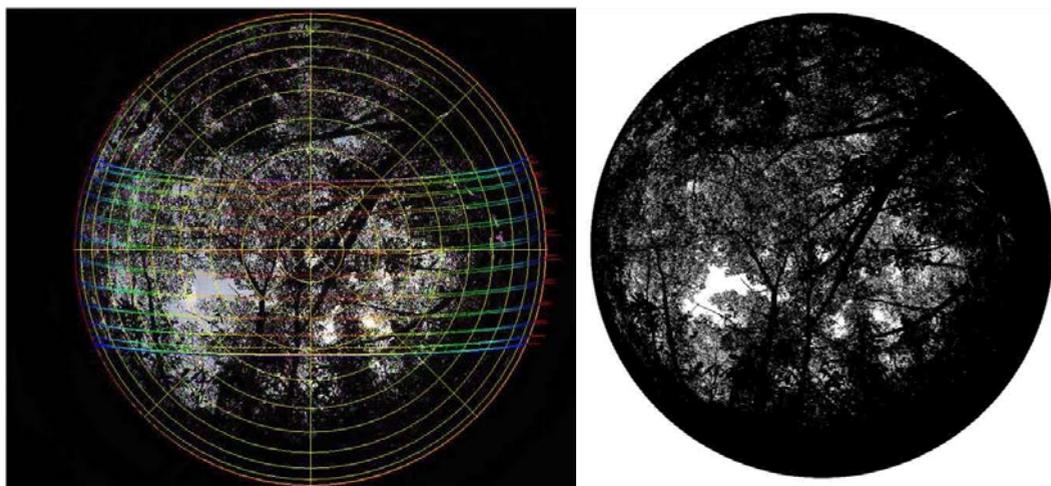
**Índice de Valor de Importancia IVI.** *Clusia lineata* presenta el mayor índice con 50.70, y a su vez, tiene los valores más altos en densidad, dominancia y frecuencia relativa, seguido de *Handroanthus guayacan* (29.99). Las otras especies presentan valores muy similares.

**Perfil de vegetación.** Parcela con la mayor pendiente (35°), y área con inestabilidad del suelo. Allí se encuentra un rápido crecimiento de especies como *Clusia lineata*. El mayor número de individuos están entre 3-7 m de altura, con árboles emergentes hasta de 15 m (Figura 12).



**Figura 12.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela dos, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de abertura del dosel oscila entre 7.43-10.29. Por lo cual la cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 50.56 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, la que llega al sotobosque fue 8.51-7.28 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 13).



**Figura 13.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela dos, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** Se observa una mayor concentración en el primer intervalo de clase (1.08-3.87 cm) con 330 individuos. A su vez, un decrecimiento en la medida que incrementan los valores de DAP, es decir, se encuentra en un proceso de regeneración.

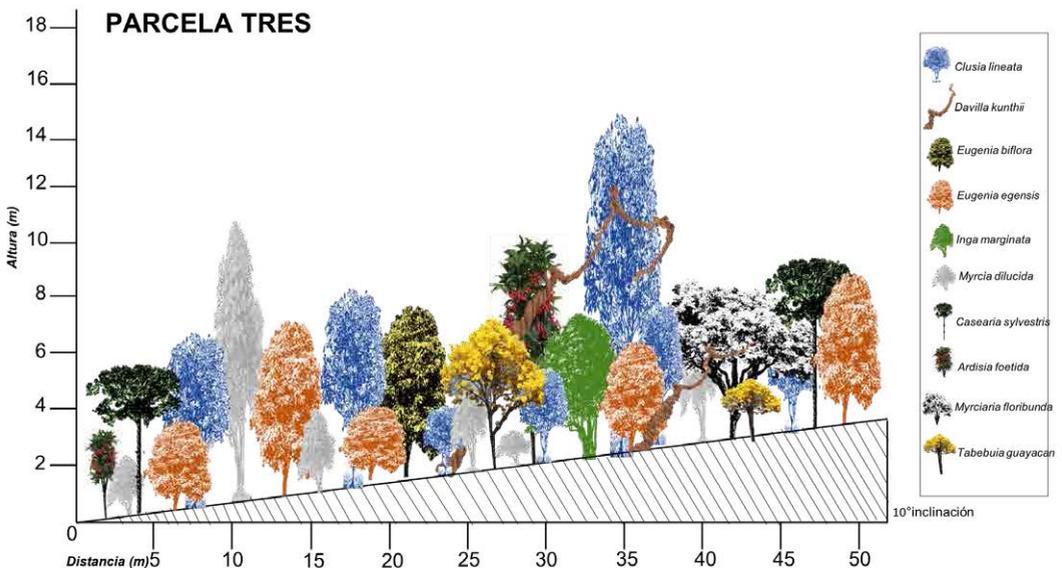
**Cobertura por estratos.** La presencia de un gran número de árboles de *Clusia lineata*, *Myrcia dilucida* y *Handroanthus guayacan* con coberturas amplias y laxas, posicionó el estrato fustal como el de mayor dominancia energética (1.390 m<sup>2</sup>), seguido del latizal (1.280 m<sup>2</sup>), donde predomina *Acalypha tenuifolia*, *Aphelandra scabra* y *Clusia lineata*. El estrato brinzal es escaso (90 m<sup>2</sup>), relacionado con la calidad del suelo que es principalmente arcilloso.

**Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA).** Las tres especies dominantes bajo este índice (IVIA) corresponden a las registradas en el análisis de la estructura horizontal (IVI). *Clusia lineata* y *Handroanthus guayacan* tienen los mayores valores de posición sociológica y *Aphelandra scabra* el mayor valor de regeneración natural.

### PARCELA TRES

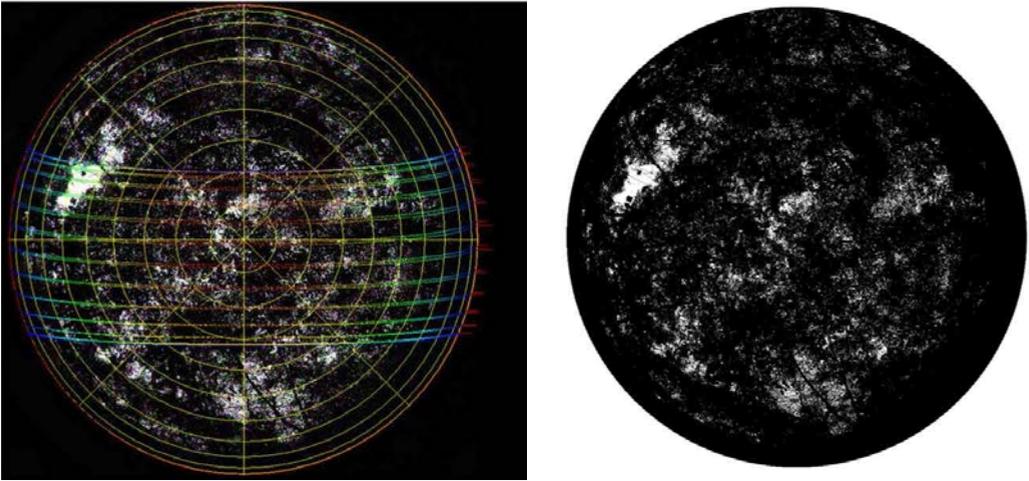
**Índice de Valor de Importancia IVI.** Las especies *Clusia lineata*, *Eugenia egensis* y *Myrcia dilucida* registran los mayores valores de este índice con 30.68, 23.40 y 19.38 respectivamente. El atributo más significativo en el índice es la dominancia relativa, seguida de la densidad. Las demás especies registran valores muy similares, los cuales muestran una gran homogeneidad florística.

**Perfil de vegetación.** La estructura de la vegetación presenta una estratificación con predominio de individuos entre 2.5 y 6 m, con algunos emergentes hasta de 12 m, del mismo modo se destaca la presencia de *Davilla kunthii* una liana que se encuentra dominando en un sector de la parcela y alcanza los 12 m de larga (Figura 14).



**Figura 14.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela tres, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** A partir del análisis de las imágenes tomadas al interior de la parcela tres, se encontró que la abertura del dosel oscila entre 4.81-4.98%. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 50.33 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, y la que llega al sotobosque es de 4.56-4.65 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 15).



**Figura 15.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela tres, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La mayor concentración de individuos se distribuye en los intervalos 1.08-3.25 y 3.26-5.43 cm, con 350 y 160 individuos respectivamente, que reflejan que es un bosque joven con alto número de individuos reclutados y pocos de tallos gruesos.

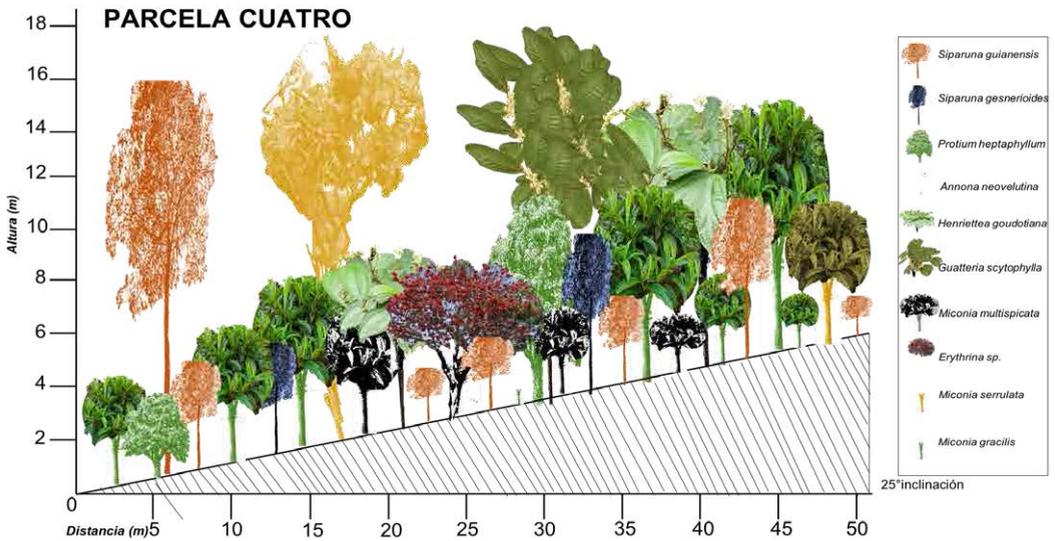
**Cobertura por estratos.** El estrato latizal (690 m<sup>2</sup>) y fustal (570 m<sup>2</sup>) registran los mayores valores de cobertura, presentando la más alta dominancia energética en esta parcela, debido a la densidad de individuos presentes en el estrato latizal y al amplio dosel que presentan las especies arbóreas. El estrato brinzal registra 350 m<sup>2</sup>.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). *Clusia lineata* tiene un alto valor, debido a la mejor posición sociológica e IVI. Las tres primeras especies (*C. lineata*, *Eugenia egensis* y *Myrcia dilucida*), predominan en la estructura horizontal como vertical. Se destaca la especie *Eugenia victoriana* por tener la mayor representatividad en la regeneración natural, lo que demuestra que podría llegar a ser una especie muy importante en este bosque.

#### **PARCELA CUATRO**

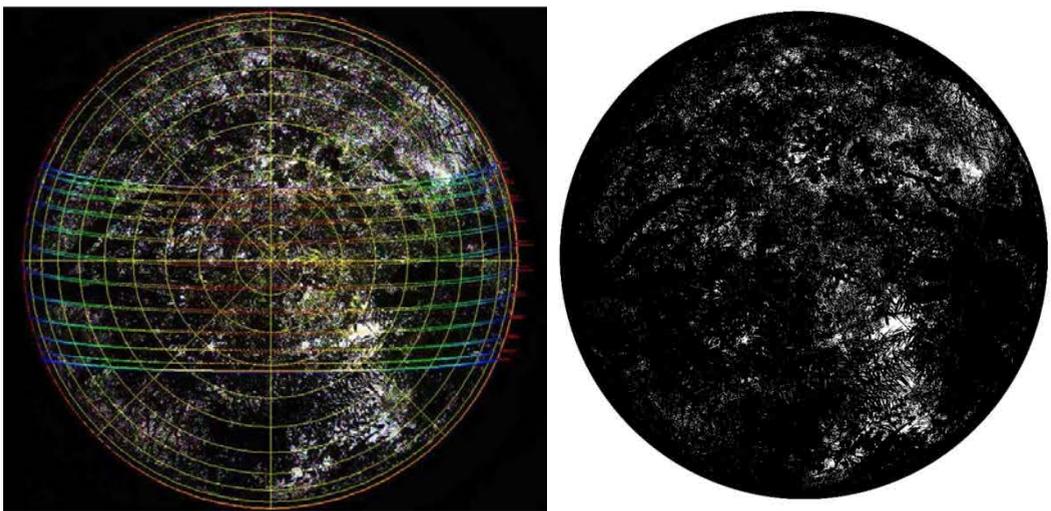
Índice de Valor de Importancia IVI. Las especies *Miconia gracilis* y *Siparuna guianensis* registran los mayores valores de IVI con 31.10 y 25.32 respectivamente, seguido de *Annona neovelutina* con 14.09. Siendo especies presentan los mayores valores de dominancia relativa y densidad, mientras las otras presentan valores similares para los tres atributos.

**Perfil de vegetación.** La parcela se ubica en un terreno quebrado con una pendiente de 25°, donde predominan individuos de las especies *Miconia gracilis*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*, con alturas entre 3 y 8 m, con elementos arbóreos de hasta 15 m, y una buena estratificación vertical de los individuos (Figura 16).



**Figura 16.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela cuatro, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de abertura del dosel oscila entre 3.23-5.12; de otro lado, la cantidad de radiación solar que llega sobre el dosel fue de 50.37 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel (sotobosque) fue 3.34-3.72 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 17).



**Figura 17.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela cuatro, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** El mayor número de individuos presentan diámetros entre 1.05–5.01 cm (345), los cuales en la medida que aumenta el diámetro, el número se va reduciendo. Se observan intervalos de clase que no registran individuos, lo que indica que esta cobertura fue afectada por tala y que se encuentra en proceso de regeneración.

**Cobertura por estratos.** El estrato latizal presenta el mayor dominio energético (5.950 m<sup>2</sup>), en el gran número de individuos de *Miconia gracilis* y *Siparuna guianensis*, a diferencia de los estratos fustal (850 m<sup>2</sup>) y brinzal (460 m<sup>2</sup>), que tienen bajo número de individuos y coberturas estrechas.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). Se observa un predominio de las especies *Siparuna guianensis* y *Miconia gracilis*, por los valores que integran la estructura vertical y horizontal; sin embargo, la primera especie registra el mayor valor de regeneración natural y posición sociológica, lo cual garantiza la permanencia en este bosque.



# CONSIDERACIONES FINALES

La riqueza florística del área de estudio es alta, con predominio de familias andinas como Rubiaceae, Fabaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. Lo mismo, se ve reflejado a nivel de género con *Miconia*, *Casearia*, *Eugenia* y *Psychotria*. El número de especies entre los bosques fue de 188 especies para El Triunfo y 172 en El Englobe; sin embargo, a escala de parcelas, la uno de El Englobe tiene la mayor riqueza con 114 especies, 78 géneros y 35 familias.

Las especies dominantes según el índice de valor de importancia difieren entre parcelas y bosques, siendo las más representativas para el bosque El Englobe *Siparuna guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania americana*, *Chomelia spinosa*, *Casearia ulmifolia*, *Cordia bicolor*, *Matayba purgans*, *Psychotria anceps*, *Erythroxylum panamense* y *Davilla kunthii*, esta última corresponde a una liana que alcanza los 12 m de larga. Entre tanto, para el bosque El Triunfo dominan *Myrcia dilucida*, *Aiphanes horrida*, *Guarea guidonia*, *Clusia lineata*, *Eugenia egensis*, *Miconia gracilis*, *Handroanthus guayacan*, *Aphelandra scabra*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*.

La cantidad de radiación solar que reciben los individuos de las parcelas evaluadas, fue mayor en el bosque El Englobe con un valor hasta de 14.98 (parcela tres), a diferencia del bosque El Triunfo donde el valor máximo fue de 10.29 (parcela dos). Estos valores están directamente relacionados, con la cantidad de luz que recibe el sotobosque donde oscilan para el bosque El Englobe, entre 3.38 y 13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día y en el Triunfo 3.34–8.51 Mol. m<sup>2</sup>/día.

Respecto a la cantidad de luz que recibe el dosel de las parcelas, registra mayores valores para el Triunfo con 50.33–50.56 Mol. m<sup>2</sup>/día, entre tanto, para El Englobe 49.32–49.36 Mol. m<sup>2</sup>/día, esto se debe a la interferencia que pueden ocasionar árboles aledaños a los individuos de las parcelas.

Los intervalos de clase según el parámetro diámetro a la altura del pecho (DAP), permiten deducir que estos bosques se encuentran en un proceso de regeneración con predominio de individuos jóvenes; sin embargo, se observa que la intensidad de la perturbación antrópica en cada parcela fue diferente, en ocasiones eliminando por completo la cobertura vegetal natural y en otros, mediante entresaca selectiva, debido a la presencia de árboles de gran tamaño.

Las coberturas predominantes fueron los latizales en la mayoría de las parcelas, seguido de los brinzales y fustales. Estos últimos presentan generalmente doseles bajos y laxos.

# BIBLIOGRAFÍA

- Castro García, G. & Sosa Rico, M.D. (2017). Descripción de datos climatológicos para el periodo 2012-2015 en El Yopal (Casanare, Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria*, 35: 73-81.
- Chiappy-Jhones, C., Gama, L., Giddings, L., Rico-Gray, V., Velázquez, A. (2000). Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 42: 28-39.
- Corpes Orinoquía, Consejo regional de planificación económica y social. (1996). *La Orinoquía Colombiana: Visión Monográfica*. Editorial: Corpes Orinoquía. Santafé de Bogotá.
- Córdoba-Sánchez, M., Miranda-Cortés, L., Avila-Avilán, R. & Pérez-Rojas, C. (2011). Flora de Casanare, pp. 82-101. En: Usma, J.S. & F. Trujillo (Eds.). *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia*. Bogotá, D.C. 286 p.
- Correa-Gómez, D.F. & Stevenson, P.R. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia*, 14(1): 31-48.
- Cuatrecasas, J. (1989). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Pérez-Arbelaezia*, 2(8): 155-283.
- EOT, Esquema de Ordenamiento Territorial, Aguazul, Casanare 2000 - 2003. (2003). Alcaldía Municipal de Aguazul, Casanare. Consultado en: [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/A/aguazul\\_-\\_casanare\\_-\\_eot\\_-\\_2000\\_-\\_2003/aguazul\\_-\\_casanare\\_-\\_eot\\_-\\_2000\\_-\\_2003.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/A/aguazul_-_casanare_-_eot_-_2000_-_2003/aguazul_-_casanare_-_eot_-_2000_-_2003.asp)
- Finol, U.H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14(21): 29-42.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1997). *Regiones Naturales de Colombia: mapa, edición 1997, 1:5000000*. Consultado 17 de diciembre de 2018 ([http://www.colectivomaloka.org/uploads/editor/mapas/01a\\_regiones.jpg](http://www.colectivomaloka.org/uploads/editor/mapas/01a_regiones.jpg)).
- Rangel-Churio, J.O. & Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: J. Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P. (eds.) *Colombia diver-*

- sidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., 59-87 pp.
- Rangel-Churio, J.O. (1998). Flora Orinoquense. En: Colombia Orinoco. Fondo FEN Colombia, pp. 103-133.
- Rangel-Churio, J.O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 39(151): 176-200.
- Salamanca, S. (1984). La vegetación de la Orinoquía y Amazonía, fisiografía y formaciones vegetales. *Colombia Geográfica*, 10(2): 5-31.
- Ulloa-Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M.J., Bernal, R., Berry, P.E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R.F., Gradstein, S.R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S., Magill, R.E., Neill, D.A., Nee, M., Raven, P.H., Stimmel, H., Strong, M.T., Villaseñor, J.L., Zarucchi, J.L., Zuloaga, F.O. & Jorgensen, P.M. (2017). An integrated assessment of the vascular plants species of the Americas. *Science*, 358: 1614-1617.