

**RESULTADOS REMEDICIÓN DE RED DE PARCELAS FORESTALES
PERMANENTES EN LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE
CHIVOR – CORPOCHIVOR**

Practicante

ELKIN DANILO VANEGAS VARGAS

Monitor

Ing. JUAN CARLOS SIERRA MONDRAGÓN

Tutor

Ing. NESTOR ALEXANDER VALERO FONSECA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES

JULIO 2020

RESUMEN

Los bosques juegan un papel fundamental en la sostenibilidad del ser humano y equilibrio del planeta al proveer diferentes servicios ecosistémicos como regulación del ciclo hídrico, protección de fauna, captura de carbono atmosférico, provisión de alimentos y combustible, entre otros. En este sentido, estudiar sus dinámicas y estado de estos, permite tener una lectura que permita la administración, conservación y planificación de dicho recurso en función de las necesidades de una comunidad en el territorio.

En el presente informe se realiza el monitoreo de la red de parcelas forestales permanentes establecidas en la jurisdicción de CORPOCHIVOR con el objetivo de conocer el estado de los bosques de la corporación y obtener los insumos necesarios para el desarrollo de estrategias y políticas que permitan mejorar el manejo de los bosques en el territorio. En este sentido, se presenta un análisis de composición florística y de contenidos de biomasa aérea en las 16 parcelas establecidas en la jurisdicción bajo un muestreo estratificado teniendo en cuenta las zonas de vida propuestas por Holdridge.

Dentro de las 6,65 hectáreas muestreadas se reportó el registro de 2.291 individuos correspondientes a 238 especies en 6 zonas de vida diferentes. Las distribuciones diamétricas arrojaron distribuciones de J invertida característica de bosques disetáneos y bien conservados con excepción de las parcelas ubicadas en el municipio de Nuevo Colón y Ventaquemada donde se ve alterada la distribución de las clases diamétricas.

Los resultados estimados para biomasa aérea y carbono arrojaron valores promedio de 83,8 ton/ha para el caso de biomasa y 41,9 ton/ha para el valor promedio de carbono. En las 68.514 de bosque natural asociado a la jurisdicción de CORPOCHIVOR, se determinó un valor de biomasa aérea en los bosques de 5.741.473 ton y 2.870.736 Mg de carbono siendo los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y Campohermoso los que presentan valores de biomasa aérea más altos. Los resultados evidenciados muestran la riqueza que presentan los bosques naturales de CORPOCHIVOR y demuestran el papel fundamental que juegan en escenarios presentes y futuros frente a la lucha contra el cambio climático. Conocer estos insumos es de vital importancia en la toma de decisiones y permiten construir un territorio agroambiental sostenible.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Importancia de los bosques en el planeta	4
1.2. Cobertura de bosques en Colombia	5
1.3. Gestión del recurso forestal en CORPOCHIVOR.....	5
1.4. Remedición de parcelas forestales permanentes.....	7
2. METODOLOGÍA	9
2.1. Área de estudio.....	9
2.2. Establecimiento red de parcelas forestales permanentes.....	11
2.2.1. Metodología propuesta en el POF	12
2.2.2. Metodología propuesta por IDEAM.....	12
2.3. Composición florística y diversidad	15
2.3.1. Riqueza	15
2.3.2. Dominancia	15
2.3.3. Diversidad	16
2.3.4. Equidad	16
2.4. Estimación de biomasa y carbono	16
2.4.1. Biomasa aérea y carbono en CORPOCHIVOR	17
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3.1. Composición florística y estructural de la red de parcelas forestales permanentes	18
3.2. Índice de valor de importancia y abundancia de especies	20
3.3. Resultados de los cálculos dasométricos	36
3.4. Resultados biomasa aérea y carbono	39
4. CONCLUSIONES.....	41
5. RECOMENDACIONES.....	42
6. REFERENCIAS	43
7. ANEXOS	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia de los bosques en el planeta

Los bosques son de vital importancia para la humanidad al proveer bienes y servicios ecosistémicos primordiales para el desarrollo y sostenibilidad de las comunidades en las diferentes regiones del mundo. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los bosques en el mundo corresponden al 31% de la superficie terrestre, donde aproximadamente la mitad de dicha superficie está relativamente intacta y más de un tercio corresponde a bosques primarios; en dichos ecosistemas se alberga la mayor biodiversidad terrestre de nuestro planeta y además son los hábitats para el 80% de las especies de anfibios, el 75% de las especies de aves y el 68% de las especies de mamíferos (FAO, 2020).

Dicho lo anterior, es importante recalcar que la pérdida de cobertura boscosa ha aumentado desde 1990, los efectos de la deforestación y degradación de los bosques se reflejan en la pérdida de la biodiversidad, originando desequilibrios perjudiciales no sólo para las diferentes especies de fauna, sino para las comunidades del mundo, las cuales se ven sometidas a enfrentarse a problemáticas más frecuentes e intensas como el cambio climático haciendo que dichas comunidades sean menos resilientes frente a dichos escenarios en los últimos años (IPCC, 2020).

Los bosques y su biodiversidad están estrechamente relacionados con la provisión de servicios ecosistémicos para las comunidades que los rodean; servicios tales como ciclaje de nutrientes, agua, provisión de productos maderables y no maderables, los diferentes vínculos del bosque en la producción de alimentos a través de procesos como la polinización, entre muchos otros servicios que muestran la importancia de conservar nuestros bosques y el estado de los mismos a través de su biodiversidad como uno de los indicadores más relevantes en cuanto a la sostenibilidad entre bosques y comunidades locales (FAO, 2022).

Mediante el proceso esencial que realizan las plantas llamado fotosíntesis, y en especial los bosques, se produce la fijación del dióxido de carbono, el ciclaje de nutrientes, y la regulación climática global a través de procesos como la evapotranspiración; en este sentido es fundamental conocer no sólo las dinámicas de los bosques del mundo sino estudiar su estado a escala regional y local para tomar decisiones e implementar políticas que permitan gestionar

de una manera sostenible los servicios ecosistémicos que nos ofrecen dichos ecosistemas (Guariguata, 2002). Dichas medidas deberán estar enfocadas a la conservación de la biodiversidad en los diferentes ecosistemas de bosques en el mundo, para de esta manera mantener un desarrollo sostenible en cada una de las comunidades.

1.2. Cobertura de bosques en Colombia

Para el caso colombiano, el territorio nacional cuenta con alrededor del 52% de su superficie terrestre cubierta en bosques y es catalogado como un país megabiobiodiverso, pese a las cifras de deforestación alcanzadas en los últimos años las cuales llegan a los 2,8 millones de hectáreas de bosque deforestadas entre los años 2000 y 2019 (DNP, 2020), convirtiéndose de esta manera la deforestación en uno de los principales problemas socioambientales del país en los últimos años.

Algunos documentos formulados por instituciones como el Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia (CONPES), apuntan hacia la mitigación de esta problemática bajo la formulación del documentos como el 4021 del año 2020, por el cual se formula una “política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques”; de la misma manera se han venido formulando iniciativas por parte de las entidades públicas y privadas para mitigar la deforestación y un manejo sostenible del recurso forestal en el territorio nacional, ejemplo de esto son las jornadas de siembra nacional donde se busca alcanzar el objetivo de sembrar 180 millones de árboles (MIN. AMBIENTE, 2022).

1.3. Gestión del recurso forestal en CORPOCHIVOR

La implementación y ejecución de los documentos y políticas generadas en materia socioambiental en el país, requiere que se deleguen ciertas funciones en instituciones como las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's), institutos de investigación, Ministerio de Medio Ambiente, entre otras. Para el caso del departamento de Boyacá, específicamente en el suroriente de Boyacá, dicha responsabilidad de administración de los bosques naturales recae en la Corporación Autónoma Regional de Chivor (CORPOCHIVOR), la cual, como ente encargado, regula el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sostenible, como lo son el suelo, aire, fauna, agua y el recurso forestal. Es así como en el presente documento se busca dar una mirada general al estado de los bosques en la jurisdicción de CORPOCHIVOR, bajo el Plan de Acción Cuatrienal 2020 – 2023 denominado “Aliados por

un territorio agroambiental sostenible” bajo la representación del director general Ingeniero Plinio Rolando Forero Dueñas (CORPOCHIVOR, 2020).

En el Plan de Acción Cuatrienal adoptado para COPORCHIVOR y correspondiente a la vigencia 2020 – 2023, en lo relacionado con la administración de los bosques se tiene contemplado el proyecto “Gestión Integral de Recurso Forestal”, el cual tiene como objetivo: “Promover el manejo del bosque y el desarrollo forestal de la región, garantizando la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, contribuyendo a mejorar el bienestar y los medios de vida de las comunidades locales y la sociedad en general”. Para alcanzar dicho objetivo, uno de los principales insumos establecidos como hoja de ruta corresponde al Plan de Ordenación Forestal (POF), aprobado mediante Acuerdo No. 05 del 27 de marzo de 2019.

Una vez aprobado el POF como una herramienta para el manejo y uso sostenible de los bosques en la jurisdicción de CORPOCHIVOR, algunos resultados que se tienen correspondientes al año 2018 son que, en la jurisdicción de las 311.117 hectáreas totales, el 24% correspondía a cobertura de bosque con 73.353 hectáreas. Además, dentro del marco de la ejecución del POF desde su primera versión en el año 2010, se han venido desarrollando diferentes estrategias como el establecimiento de la Red de Parcelas Permanentes de monitoreo forestal en la jurisdicción de CORPOCHIVOR, con el objetivo principal de estudiar fenómenos ecológicos a largo plazo que permitan desarrollar acciones y formular estrategias para el manejo sostenible de los bosques naturales y demás objetivos descritos en la Figura 1 (CORPOCHIVOR, 2019).

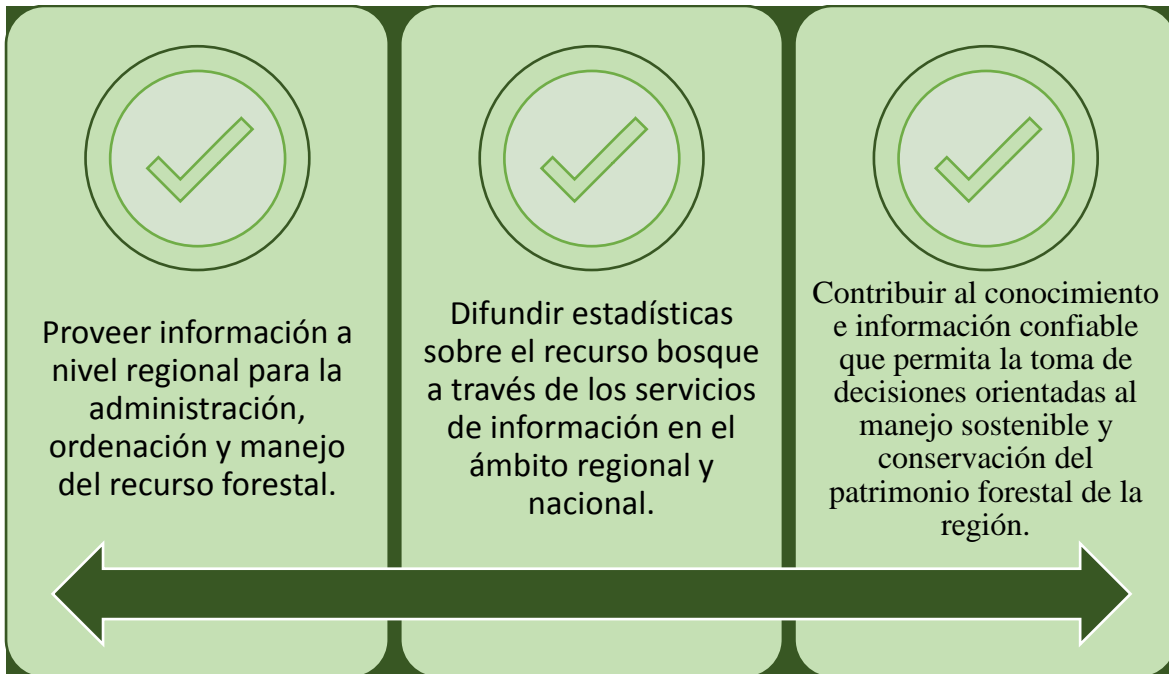


Figura 1. Objetivos de la red de parcelas forestales permanentes (CORPOCHIVOR, 2019)

1.4. Remedición de parcelas forestales permanentes

Desde la primera versión del POF se ha venido consolidando la red de parcelas forestales permanentes para monitoreo de los bosques en la jurisdicción de CORPOCHIVOR, de esta manera se tiene que para el año 2011 se instalan las 4 primeras parcelas, para el año 2014 se instalaron 3 parcelas más y en el año 2015 y 2016 se instalaron 5 y 4 parcelas respectivamente; lo anterior con trabajo mancomunado entre las diferentes instituciones públicas que involucran la ordenación y manejo del recurso forestal en la jurisdicción como lo son el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el apoyo técnico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el liderazgo de CORPOCHIVOR (CORPOCHIVOR, 2019). En este sentido se tienen establecidas hasta la fecha un total de 16 parcelas correspondientes a un área total de muestreo de 6,65 hectáreas.

Durante el primer semestre del año 2022 se realizó el proceso de remedición de las parcelas con el apoyo logístico y técnico del equipo de trabajo del recurso forestal perteneciente a CORPOCHIVOR. De esta manera se realiza un monitoreo en los bosques de la jurisdicción para tener una lectura acerca del estado de los bosques en dicha región y a su vez tomar medidas en aras de gestionar el recurso forestal en los 25 municipios que componen la

jurisdicción de la Corporación. En ese sentido, en el presente informe se presentan los principales hallazgos encontrados tras el análisis de los datos recolectados en el proceso de remediación de la red de parcelas forestales permanentes con dos enfoques: 1) caracterización de composición florística y estructural en la jurisdicción de CORPOCHIVOR y 2) estimación de biomasa aérea y carbono en los bosques correspondientes a los 25 municipios que son parte de la jurisdicción de CORPOCHIVOR.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

Los bosques correspondientes a la jurisdicción de CORPOCHIVOR se encuentran distribuidos a lo largo de 25 municipios del suroriente de Boyacá ocupando un área de 73353 hectáreas de la cual el 43% se encuentran declarada como áreas protegidas. La jurisdicción presenta un área total de 311700 hectáreas y limita con los departamentos de Casanare y Cundinamarca (Figura 2); las cuencas hidrográficas pertenecientes a la jurisdicción corresponden a la cuenca del río Garagoa, Súnuba, Guavio, Lengupá y Upía aportando sus aguas a la gran cuenca de la Orinoquía en los llanos orientales (CORPOCHIVOR, 2019).

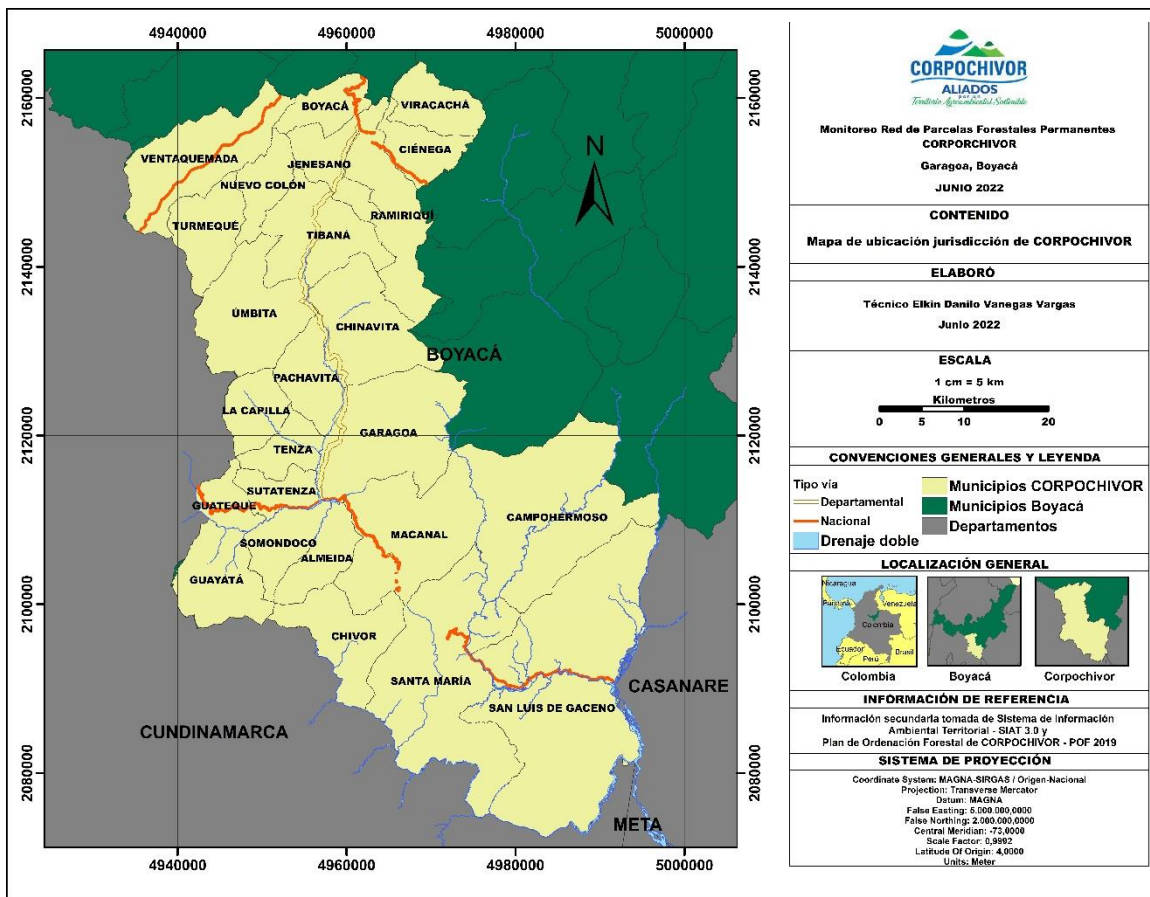


Figura 2. Jurisdicción de CORPOCHIVOR

La topografía del área de estudio presenta relieves desde ondulados hasta escarpados, con altitudes desde los 300 m.s.n.m. en el municipio de San Luis de Gaceno, hasta los 3500 m.s.n.m en los municipios de Viracachá y Ventaquemada; dicha diferencia altitudinal genera

una gran variedad de pisos térmicos ubicados entre los 8 °C y los 25°C los cuales juegan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico y hábitat para las especies migratorias de la Orinoquía colombiana. En la Tabla 1 se presenta la zonificación climática para la jurisdicción por área de acuerdo con la clasificación de zonas de vida propuesta por L.E. Holdridge.

Tabla 1. Zonas de vida jurisdicción de CORPOCHIVOR

Tipo de bosque	Altitud (m.s.n.m)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	área (ha)	Porcentaje (%)
bh-M	2800-3700	06-12	500-1000	35838	11,5
bh-MB	1800-2800	12-18	1000-2000	82467	26,5
bh-PM	800-1800	18-24	1000-2000	30169	9,7
bh-T	<800	>24	2000-4000	18042	5,8
bmh-M	2800-3700	06-12	1000-2000	12344	4,0
bmh-MB	1800-2800	12-18	2000-4000	40332	13,0
bmh-PM	800-1800	18-24	2000-4000	17652	5,7
bmh-T	<800	>24	4000-8000	48036	15,4
bp-M	2800-3700	06-12	>2000	1327	0,4
bp-PM	800-1800	18-24	>4000	13666	4,4
bs-MB	1800-2800	12-18	500-1000	11094	3,6
TOTAL				311700	100

El uso del suelo en la jurisdicción está relacionado en su mayor parte con pastos para ganadería y cultivos con un 62%, los bosques naturales corresponden al 19,6% ubicándose principalmente en las zonas altas de los municipios de Garagoa, Ciénaga y Viracachá y en las cuchillas de: San Cayetano en el municipio de Guayatá, Negra en Chivor y Santa María, Guaneque en Macanal y Santa María, Calichana en Santa María, Buenavista en Campohermoso y San Agustín en Campohermoso y San Luis de Gaceno (CORPOCHIVOR, 2019). Dichos usos del suelo provocan conflictos de las comunidades locales con la fauna silvestre, teniendo en cuenta las diferentes especies de fauna que tienen presencia en dicha región y la calidad de corredor ecológico entre la región de la Orinoquía y su transición hacia la región Andina.

2.2. Establecimiento red de parcelas forestales permanentes

Para el establecimiento de las 16 parcelas permanentes existentes en la jurisdicción de CORPOCHIVOR, se buscó que existiera un muestreo estratificado que permitiera abarcar las diferentes zonas de vida encontradas en la región; dichas parcelas se encuentran ubicadas en 6 zonas de vida diferentes y representan un área de muestreo de 6.65 hectáreas, en 13 de los 25 municipios se instalaron dichas parcelas teniendo en cuenta las zonas más representativas de bosque natural en la jurisdicción (Figura 3).

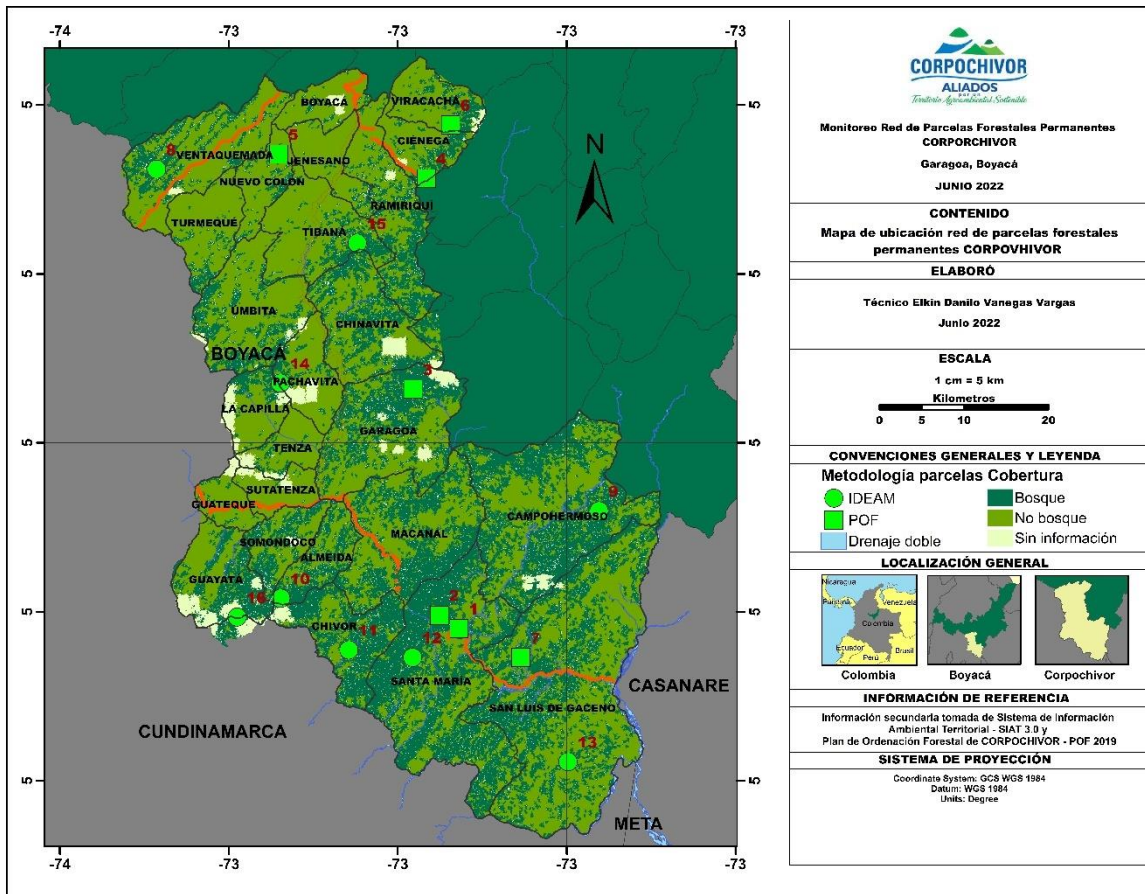


Figura 3. Ubicación red de parcelas forestales permanentes CORPOCHIVOR

En el establecimiento de las parcelas forestales permanentes se tuvieron en cuenta dos metodologías atendiendo a la formulación en el POF y al manual de campo del Inventario Forestal Nacional presentado por el IDEAM, dicha metodología se describe a continuación:

2.2.1. Metodología propuesta en el POF

Bajo esta metodología se establecieron las 7 primeras parcelas en la jurisdicción, dicha metodología consiste en establecer parcelas rectangulares de 100 x 50 metros, las cuales presentan subdivisiones de 50 cuadrantes, cada uno con 10m de longitud. En dichas parcelas se toman los registros al 100% de los individuos registrando altura total, altura comercial, diámetro, diámetros de copa mayor y menor, forma y estado del fuste y su respectiva clasificación taxonómica (Figura 4).

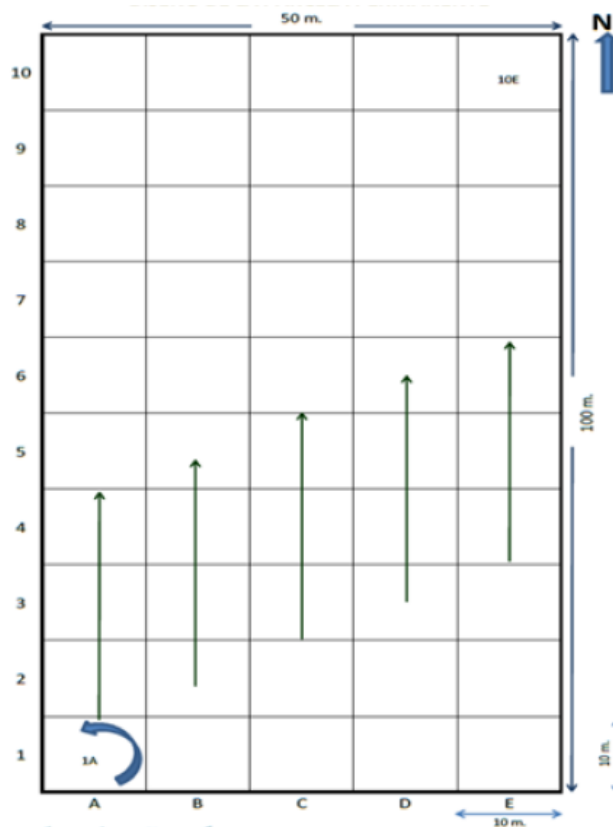


Figura 4. Metodología propuesta por el POF (CORPOCHIVOR, 2019)

2.2.2. Metodología propuesta por IDEAM

Bajo esta metodología se establecieron las 9 parcelas restantes, dicha metodología contempla un conglomerado correspondiente a 0,35 hectáreas compuesto por 5 subparcelas circulares con un radio de 15 metros y un área de 0,07 hectáreas como se ilustra en la Figura 5. Los datos tomados para cada subparcela corresponden al registro del 100% de los individuos como se realizó en la metodología propuesta en el POF.

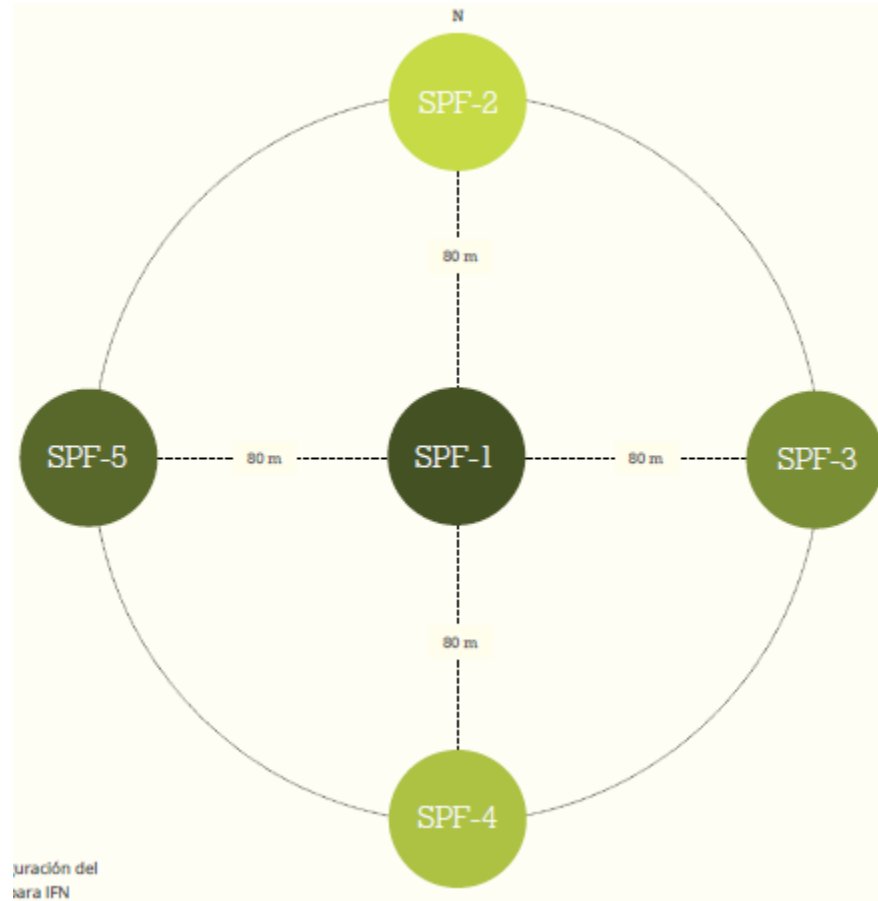


Figura 5. Metodología propuesta por el IDEAM (IDEAM, 2018).

Los datos tomados para las diferentes parcelas en el presente estudio correspondieron a las categorías fustal y fustal grande teniendo en cuenta los criterios establecidos en la guía del inventario forestal nacional (IDEAM, 2018). Para efectos del cálculo de biomasa aérea y estimación de Carbono se seleccionaron las categorías fustal y fustal grande, excluyendo además palmas y helechos arbóreos para el correcto ajuste de los respectivos modelos utilizados en la realización de dichas estimaciones. En la Tabla 2 se presenta una descripción general de la ubicación de las parcelas y el tipo de parcela que se estableció teniendo en cuenta las dos metodologías descritas.

Tabla 2. Ubicación de la red de parcelas forestales permanentes

Convenio	ID	Zona de Vida	Municipio	Vereda	Predio	Altitud (m.s.n.m)	Pendiente (%)	Forma	Tamaño (ha)
POF	1	Muy húmedo tropical	Santa María	Calichana	AES Cachipay	1200	8	Rectangular	0,5
POF	2	Pluvial premontano	Santa María	Calichana	AES Almenara	1280	45	Rectangular	0,5
POF	3	Húmedo montano bajo	Garagoa	Ciénega valvanera	Privado	2130	8	Rectangular	0,5
POF	4	Húmedo montano bajo	Ciénega	Cebadal	Municipio	3000	8	Rectangular	0,5
POF	5	Húmedo montano	Nuevo Colón	Llano grande	Municipio	2950	25	Rectangular	0,5
POF	6	Húmedo montano bajo	Viracachá	La isla	Municipio	2940	6	Rectangular	0,5
POF	7	Muy húmedo tropical	San Luis de Gaceno	El Cairo	Gobernación	570	5	Rectangular	0,5
IDEAM	8	Húmedo montano	Ventaquemada	Parroquia vieja	Municipio	3190	5	Conglomerados	0,35
IDEAM	9	Muy húmedo premontano	Campohermoso	San José	Gobernación	1230	35	Conglomerados	0,35
IDEAM	10	Húmedo montano bajo	Almeida	Molinos	Privado	2880	27	Conglomerados	0,35
IDEAM	11	Muy húmedo montano bajo	Chivor	Sinaí	Privado	1495	60	Conglomerados	0,35
IDEAM	12	Muy húmedo montano bajo	Santa María	Caño negro	Privado	1510	30	Conglomerados	0,35
IDEAM	13	Muy húmedo tropical	San Luis de Gaceno	Caño grande	Privado	900	7	Conglomerados	0,35
IDEAM	14	Húmedo montano bajo	Pachavita	Aguaquiña	Municipio	2860	20	Conglomerados	0,35
IDEAM	15	Húmedo montano bajo	Tibaná	Chiguata	Municipio	2750	15	Conglomerados	0,35
IDEAM	16	Húmedo montano bajo	Guayatá	Fonzaque arriba	Privado	2920	30	Conglomerados	0,35
TOTAL									6,65

2.3. Composición florística y diversidad

Con el objetivo de dar una caracterización inicial sobre cada una de las parcelas que se analizaron, se establecieron el número de individuos, especies y familias por parcela para tener una aproximación inicial de las particularidades de cada una de las parcelas; además para cada una de las parcelas se calculó el respectivo índice de valor de importancia (IVI) por especie, determinando de esta manera las especies más representativas en cada una de las parcelas.

En cuanto a la diversidad alfa los diferentes cálculos se realizaron utilizando el programa de R Studio en la versión 4.2.0 y con la ayuda del paquete *vegan* en su versión 2.6 – 2 (RStudio Team, 2020); para los demás cálculos se utilizó el programa de Excel correspondiente al paquete de Microsoft Office. Los diferentes índices calculados se relacionan a continuación con sus respectivas fórmulas:

2.3.1. Riqueza

Para estimar la riqueza por parcela se estimó el índice de Margalef el cual relaciona el número de especies y el total de individuos en cada parcela, dicho índice se expresa de la siguiente manera:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N)} \text{ (Valdez, 2018)}$$

Donde

S = Número de especies en la parcela

N = Número total de individuos en la parcela

2.3.2. Dominancia

El índice de Simpson, utilizado para estimar la dominancia, determina la probabilidad de que dos individuos sacados al azar sean de la misma especie, para estimar la dominancia en las diferentes parcelas se empleo dicho índice el cual se expresa como:

$$\lambda = \sum Pi^2 \text{ (Bouza, 2005)}$$

Donde

Pi = Abundancia relativa de la especie i.

2.3.3. *Diversidad*

Para estimar la diversidad en cada una de las parcelas se utilizó el inverso de Simpson el cuál da una aproximación de dicha variable y se expresa como un valor opuesto a la dominancia representada por medio de este índice, dicho valor corresponde a:

$$D = \frac{1}{\lambda} \text{ (Bouza, 2005)}$$

2.3.4. *Equidad*

En la estimación de la equidad para cada una de las parcelas se utilizó el índice de Shannon Weiner el cual asume que todas las especies están representadas en las muestras y el muestreo es al azar y proviene de una población infinitamente grande, dicho índice puede estar influenciado por las especies más abundantes, puede variar entre 1,5 y 4,5 pero para un número infinitamente grande de especies puede ser >5.

$$H' = - \sum P_i \ln(P_i) \text{ (Shrestha, 2021)}$$

2.4. **Estimación de biomasa y carbono**

La estimación de las reservas de biomasa y carbono en las coberturas forestales en diferentes casos resulta un trabajo dispendioso y costoso, esto teniendo en cuenta los diferentes compartimientos donde se almacena el carbono en las plantas, dicho carbono, el cual es capturado y almacenado por las plantas por medio de la fotosíntesis se encuentra en compartimientos como biomasa aérea viva, correspondiente a las ramas y fustes de los árboles; biomasa subterránea, en las raíces de los árboles; y biomasa muerta o necromasa correspondiente a árboles muertos en pie, caídos y hojarasca (Phillips, 2011).

Para el presente reporte correspondiente al monitoreo de la red de parcelas forestales permanentes de CORPOCHIVOR, se analizó el componente correspondiente a la biomasa aérea considerando los datos colectados en campo y, además, teniendo en cuenta que alrededor del 60% de las reservas de carbono se encuentra representado en la biomasa aérea. En las estimaciones de biomasa existen métodos directos e indirectos los cuáles pueden ser más invasivos para el caso de los directos al requerir el corte de árboles y sus componentes para el desarrollo de modelos alométricos que permitan realizar las diferentes estimaciones;

en el caso del alcance del presente informe se utilizaron métodos indirectos determinados a partir de las zonas de vida propuestas por Holdridge y presentados por Álvarez y colaboradores (Phillips, 2011).

2.4.1. Biomasa aérea y carbono en CORPOCHIVOR

En el presente informe se implementaron modelos para estimación de biomasa propuestos por Álvarez et al, dichos modelos presentan un ajuste de acuerdo con las zonas de vida de Holdridge y resultaron útiles en el presente estudio debido a que el muestreo que se realizó en las 16 parcelas permanentes corresponde a un muestreo estratificado en el cual se tuvieron en cuenta las diferentes zonas de vida para establecer la red de parcelas (Tabla 3). Para el caso de las densidades de la madera en cada especie se tomaron las densidades presentadas en el estudio previo realizado para dicha red de parcelas en el año 2017 (Saldaña, 2017); de esta manera la densidad correspondió a la reportada por especie, el género o la familia de acuerdo con los datos encontrados y para el caso de las especies que no se encontró el respectivo dato se asignó el promedio de densidad para la parcela objeto de estudio (Saldaña, 2017).

Tabla 3. Modelos utilizados en determinación de biomasa

Zona de vida	Símbolo	Ecuación utilizada
Bosque húmedo montano bajo	bh-MB	$\exp(-1,993+(0,932*\ln(D^2*H*\rho)))$
Bosque húmedo montano	bh-M	$\exp(-2,450+(0,932*\ln(D^2*H*\rho)))$
Bosque muy húmedo montano bajo	bmh-MB	$\exp(-1,993+(0,932*\ln(D^2*H*\rho)))$
Bosque muy húmedo premontano	bmh-PM	$\exp(-2,289+(0,932*\ln(D^2*H*\rho)))$
Bosque muy húmedo tropical	bmh-T	$\exp(-2,218+(0,932*\ln(D^2*H*\rho)))$
Bosque pluvial premontano	bp-PM	$\exp(-2,289+(0,932*\ln(D^2*H*\rho)))$

Tomado de: (Saldaña, 2017)

Una vez establecidos los valores de biomasa se procedió a multiplicar el valor de biomasa obtenido por parcela por el factor de 0,5 recomendado por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) por sus siglas en inglés, para de esta manera obtener un valor de carbono capturado por parcela en la jurisdicción de CORPOCHIVOR (Saldaña, 2017). Los valores de biomasa y carbono obtenidos para cada parcela fueron extrapolados a la cobertura boscosa de la jurisdicción de la Corporación con el objetivo de modelar el

comportamiento de la biomasa y carbono contenido en los bosques de la región, esto con el uso de software ArcGis 10.5.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización florística y estructural de las 16 parcelas forestales permanentes arrojaron algunas diferencias marcadas entre dichas parcelas relacionadas con su diversidad, riqueza y productividad de estas; dichos hallazgos tienen relación con las diferentes 6 zonas de vida que se abarcaron con el muestreo de las 16 parcelas permanentes. Con 2291 individuos muestreados en las 6,65 hectáreas establecidas como parcelas permanentes, se lograron identificar 334 especies y una cantidad de individuos extrapolados a hectáreas para el área de muestre de 5673.

3.1. Composición florística y estructural de la red de parcelas forestales permanentes

De acuerdo con el número de especies encontradas por parcela se evidencia que las parcela de Nuevo Colón y Ventaquemada presentan un menor número de especies con 3 y 5 respectivamente, esto puede ser evidencia de algún tipo de disturbio natural o antrópico en la parcela de Nuevo Colón especialmente, donde el número de individuos muestreados también es bajo, otra de las razones posibles es que la zona de vida correspondiente a estas dos parcelas puede presentar menos diversidad comparadas con otras zonas de vida como las encontradas en Santa María o San Luis de Gaceno.

Tabla 4. Resultados preliminares composición florística de parcelas forestales

Parcela	Municipio	Zona de vida	Altitud (m.s.n.m)	Especies	Individuos	Individuos (ha)
1	Santa María	Muy húmedo tropical	1200	30	175	350
2	Santa María	Pluvial premontano	1280	37	236	472
3	Garagoa	Húmedo montano bajo	2130	31	217	434
4	Ciénega	Húmedo montano bajo	3000	18	112	224
5	Nuevo Colón	Húmedo montano	2950	3	29	58
6	Viracachá	Húmedo montano bajo	2940	13	120	240
7	San Luis de Gaceno	Muy húmedo tropical	570	24	129	258
8	Ventaquemada	Húmedo montano	3190	5	116	331
9	Campohermoso	Muy húmedo premontano	1230	24	81	231
10	Almeida	Húmedo montano bajo	2880	15	406	1160

11	Chivor	Muy húmedo montano bajo	1495	16	191	546
12	Santa María	Muy húmedo montano bajo	1510	42	212	606
13	San Luis de Gaceno	Muy húmedo tropical	900	23	37	106
14	Pachavita	Húmedo montano bajo	2860	18	63	180
15	Tibaná	Húmedo montano bajo	2750	18	84	240
16	Guayatá	Húmedo montano bajo	2920	17	83	237
TOTAL	-	-	-	334	2291	5673

Para el caso de los resultados obtenidos en los diferentes índices de diversidad se observa que las parcelas correspondientes a los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y Campohermoso son las que presentan una riqueza más alta de acuerdo con el índice de Margalef; En el caso del índice de dominancia de Simpson, las parcelas de Nuevo Colón y Viracachá resultan ser las más dominantes, esto quiere decir que fueron unas pocas especies las que más se encontraron en dichas parcelas; en cuando a la diversidad se encuentra que los valores de diversidad obtenidos son altos con excepción de las parcelas de Nuevo Colón y Viracachá.

Tabla 5. Índices de diversidad determinados para cada parcela

Parcela	Municipio	Riqueza (Margalef)	Dominancia (Simpson)	Diversidad (Inv. Simpson)	Equidad (Shannon)	Equidad (Pielou)
1	Santa María	5,61	0,11	0,89	2,68	0,79
2	Santa María	6,59	0,09	0,91	2,87	0,79
3	Garagoa	5,58	0,09	0,91	2,87	0,83
4	Ciénega	3,60	0,17	0,83	2,14	0,74
5	Nuevo Colón	0,59	0,62	0,38	0,65	0,59
6	Viracachá	2,51	0,49	0,51	1,29	0,50
7	San Luis de Gaceno	4,73	0,10	0,90	2,64	0,83
8	Ventaquemada	0,84	0,41	0,59	1,05	0,65
9	Campohermoso	5,23	0,07	0,93	2,88	0,91
10	Almeida	2,33	0,28	0,72	1,63	0,60
11	Chivor	2,86	0,22	0,78	2,00	0,72
12	Santa María	7,65	0,07	0,93	3,02	0,81
13	San Luis de Gaceno	6,09	0,06	0,94	2,95	0,94
14	Pachavita	4,10	0,11	0,89	2,48	0,86
15	Tibaná	3,84	0,17	0,83	2,20	0,76
16	Guayatá	3,62	0,11	0,89	2,47	0,87

3.2. Índice de valor de importancia y abundancia de especies

Los resultados obtenidos a nivel general en lo relacionado con el índice de valor de importancia (IVI), reflejan que las especies con mayor valor son *Cyathea caracasana*, *Tibouchina lepidota* y *Clusia multiflora*; estas especies están relacionadas con un helecho arbóreo en el caso de la primer especie, con el siete cueros en el caso de la segunda especie la cual es representativa de la región y con una especie de gaque las cuales son representativas de un bosque en estados sucesional primario por su característica de especies heliófitas, las tres especies nombradas anteriormente también coinciden como especies más abundantes en las parcelas muestreadas en el presente informe.

Especies con mayor IVI

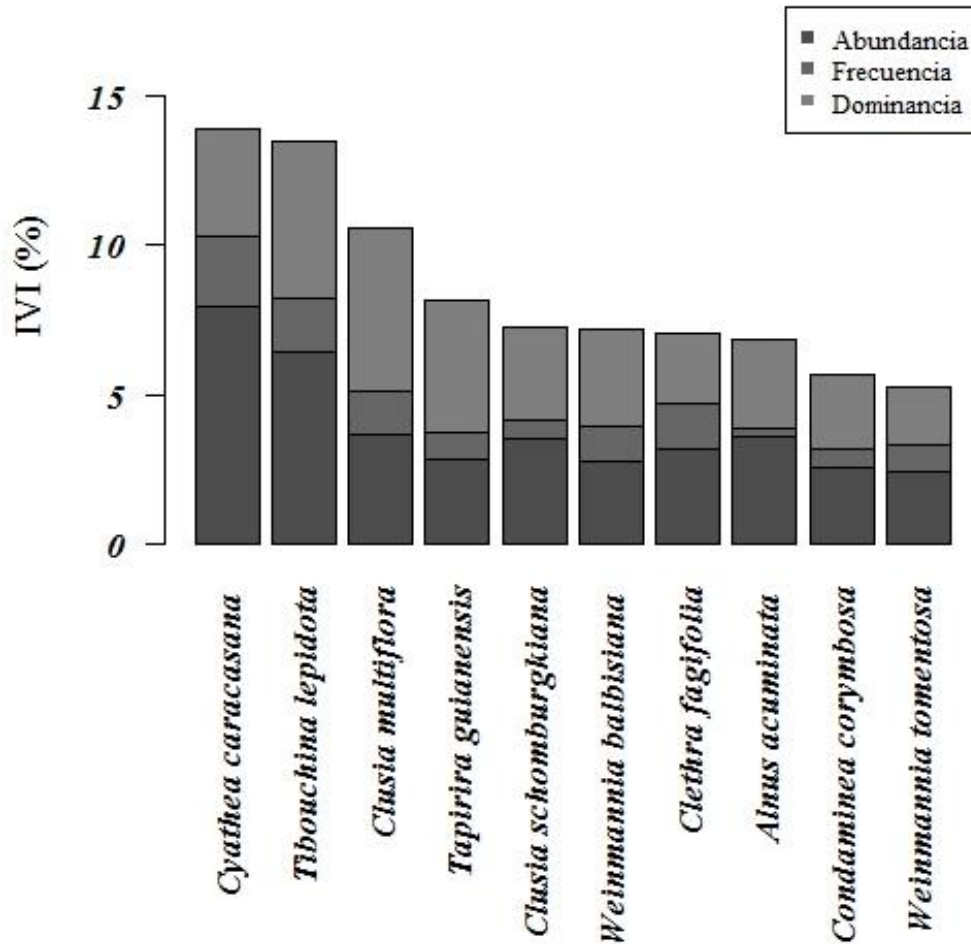


Figura 6. Especies con mayor IVI

- Resultados IVI parcela 1

En cuanto a la parcela 1 y el IVI, se evidencia que la especie *Tapiria guianensis*, seguida de *matayba elegans* y *Trichanthera gigantea* son las especies más importantes en las dinámicas ecológicas de dicha parcela, estas especies corresponde a especies de crecimiento lento en el caso de las primeras dos lo cual demuestra que en dicho bosque se presenta un buen estado de conservación y regeneración de acuerdo con los resultados presentados; de igual manera se evidencia que son las especies más abundantes en el análisis de la composición florística realizado en el presente ejercicio.

Especies con mayor IVI Santa María

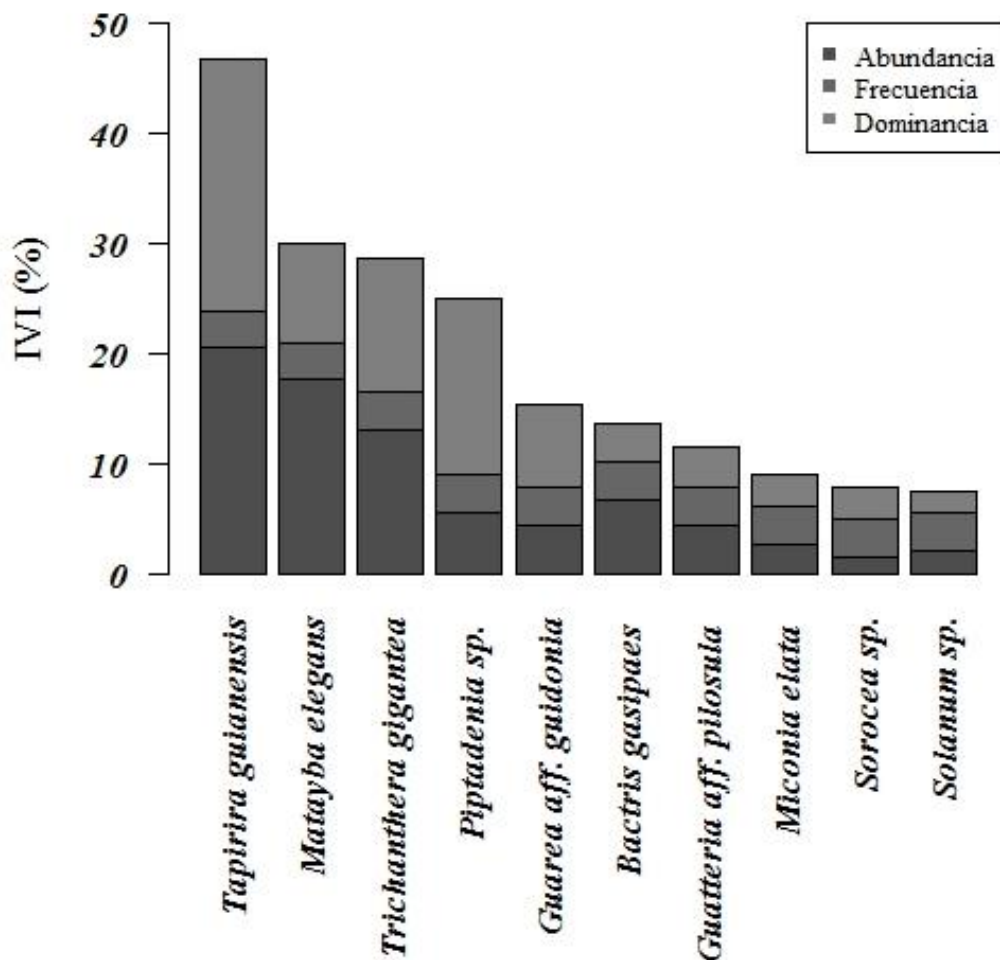


Figura 7. Especies con mayor IVI en parcela 1

- Resultados IVI parcela 2

Para la parcela 2 se evidencia que la especie *Condaminea corymbosa* es la que juega un papel más importante en dicho bosque, además presenta la mayor abundancia en la parcela, las 4 principales especies presentadas en dicha gráfica hacen referencia a especies de bosques en estado sucesional inicial por lo cual se deduce que el bosque en Santa María ha venido presentando un recuperación y avance en sus primeros estados sucesionales.

Especies con mayor IVI Santa María

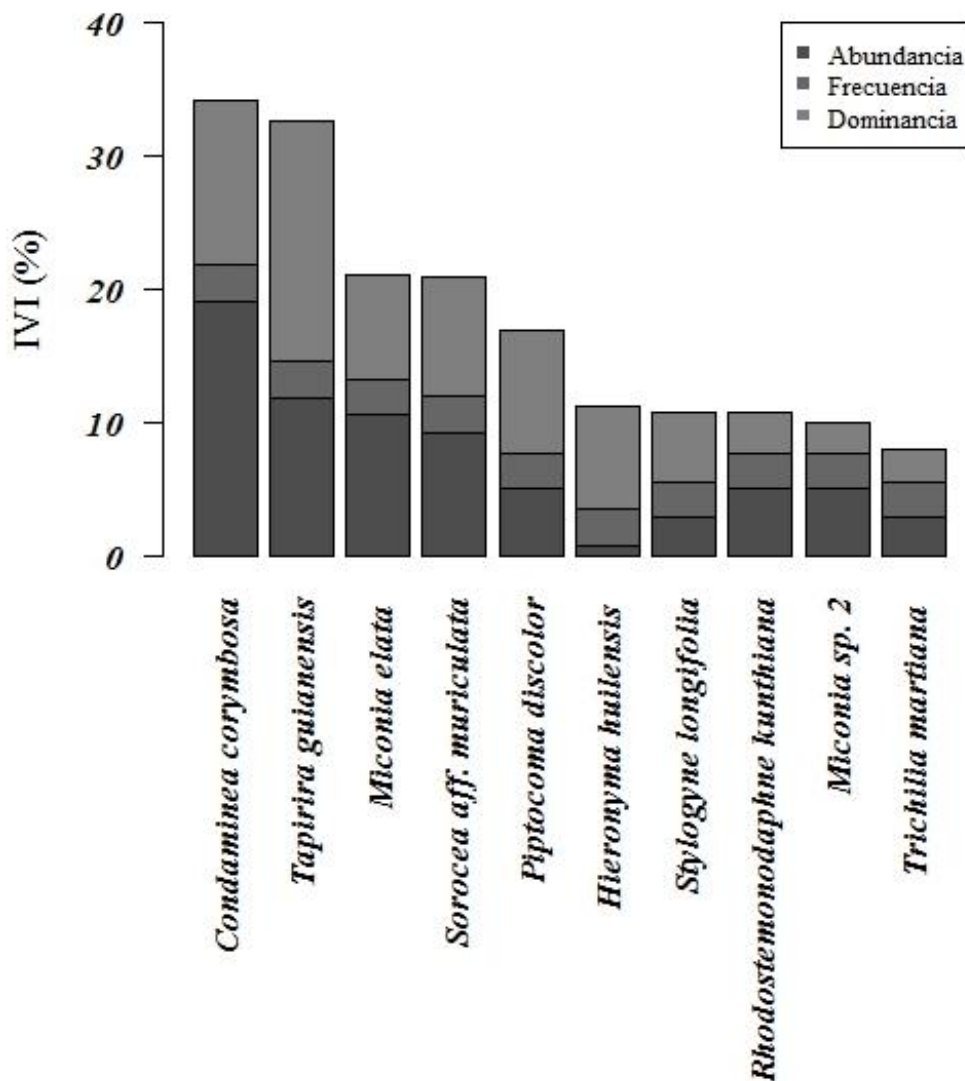


Figura 8. Especies con mayor IVI en parcela 2

- Resultados IVI parcela 3

La parcela de Garagoa, correspondiente a bosque húmedo Montano Bajo, evidencia especies típicas de esta zona de vida y un estado de bosque natural consolidado el cual está dominado por la especie *Geissanthus andinus*. También es importante anotar que dentro de las especies con un valor de importancia considerable se encuentra una especie que no ha sido identificada por lo cual es de vital importancia desarrollar estrategias que permitan la plena identificación de los individuos muestrados en su totalidad teniendo en cuenta el papel que pueden jugar en las diferentes dinámicas del bosque de la jurisdicción.

Especies con mayor IVI Garagoa

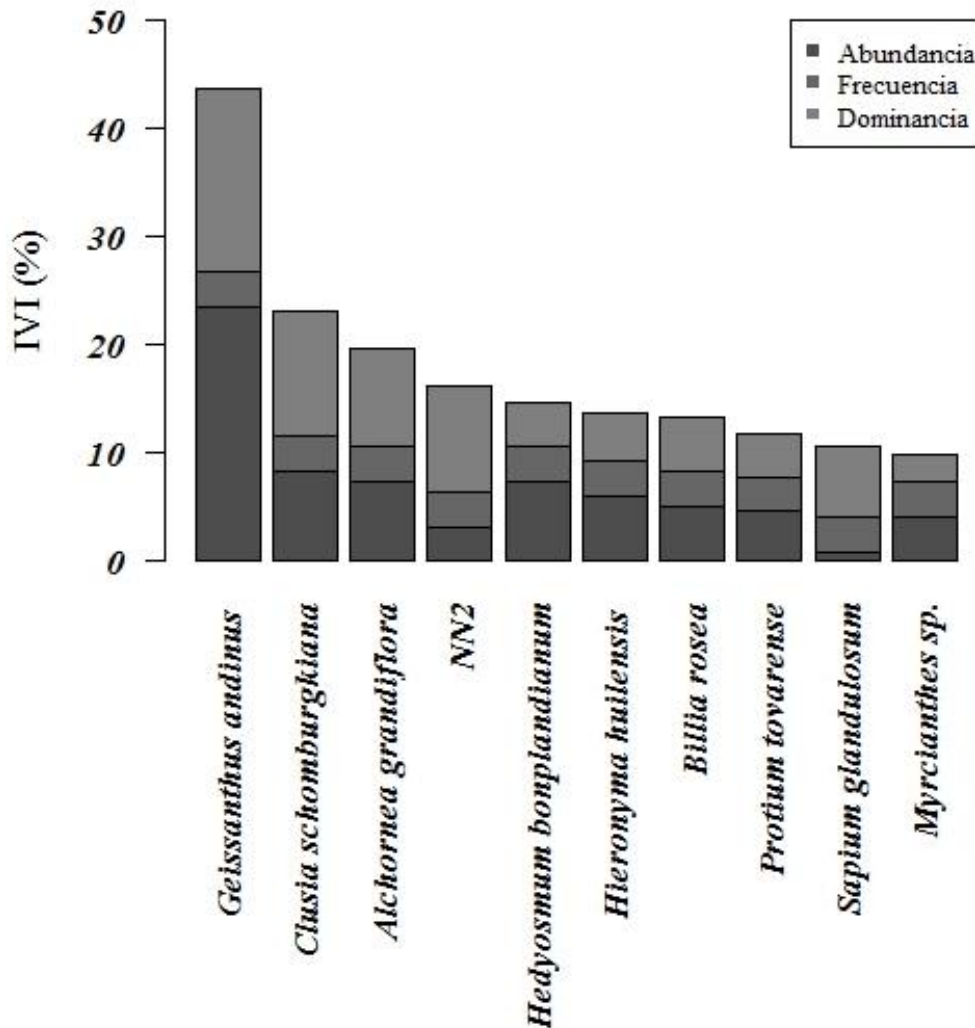


Figura 9. Especies con mayor IVI en parcela 3

- Resultados IVI parcela 4

Las especies que se presentan como más importantes en la parcela de Ciénega corresponden a especies de estados sucesionales iniciales por lo cual se pensaría que dichos bosques se encuentran en recuperación y consolidación de una estructura vertical y horizontal correspondientes a un bosque natural primario.

Especies con mayor IVI Ciénega

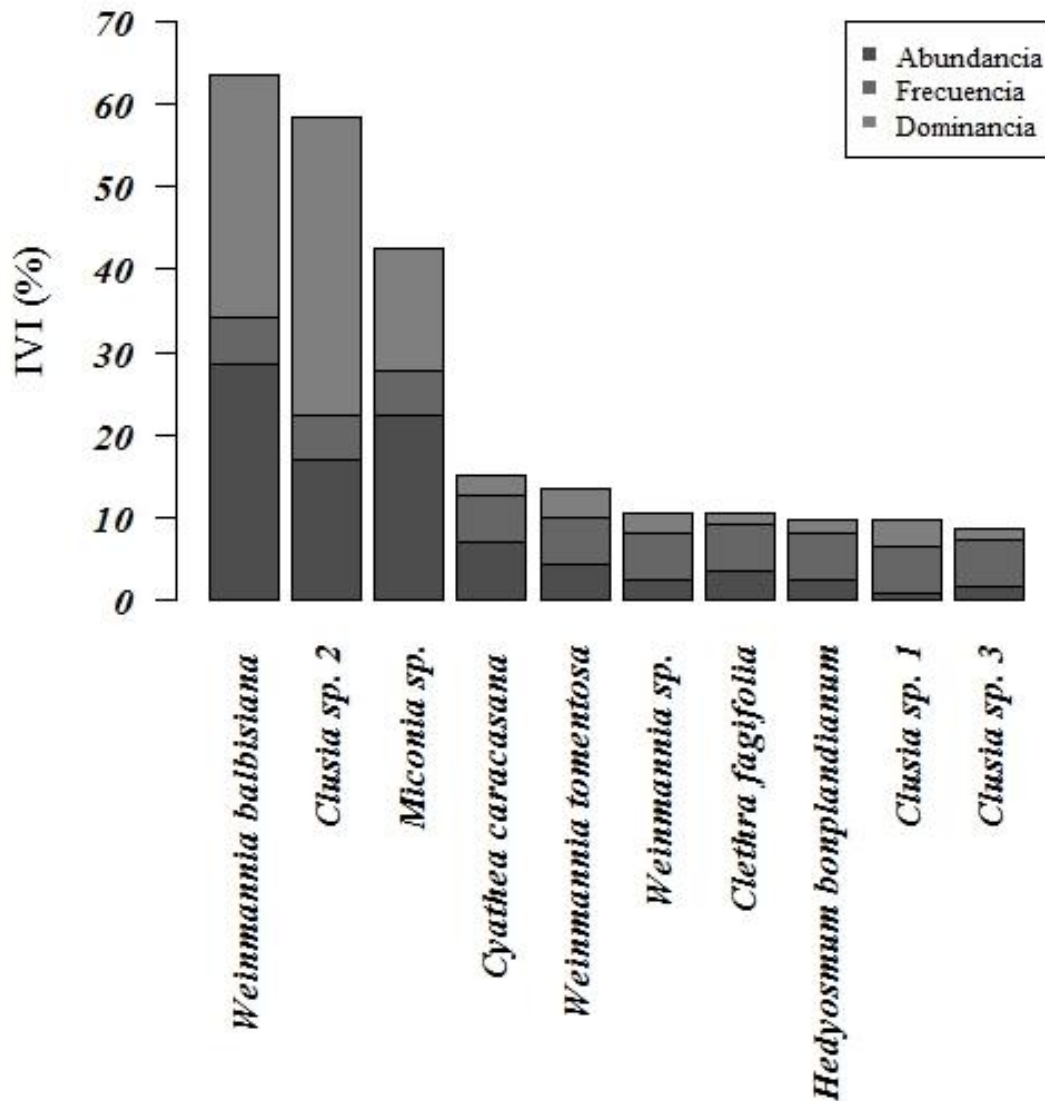


Figura 10. Especies con mayor IVI en parcela 4

- Resultados IVI parcela 5: Existe una particularidad con dicha parcela debido a que únicamente que registraron 3 especies para este muestreo donde cada una de las mismas registra un alto valor de importancia en especial la especie *Weinmannia tomentosa* el cual es una especie muy representativa de este ecosistema y se conoce con el nombre común de encenillo.

Especies con mayor IVI Nuevo Colón

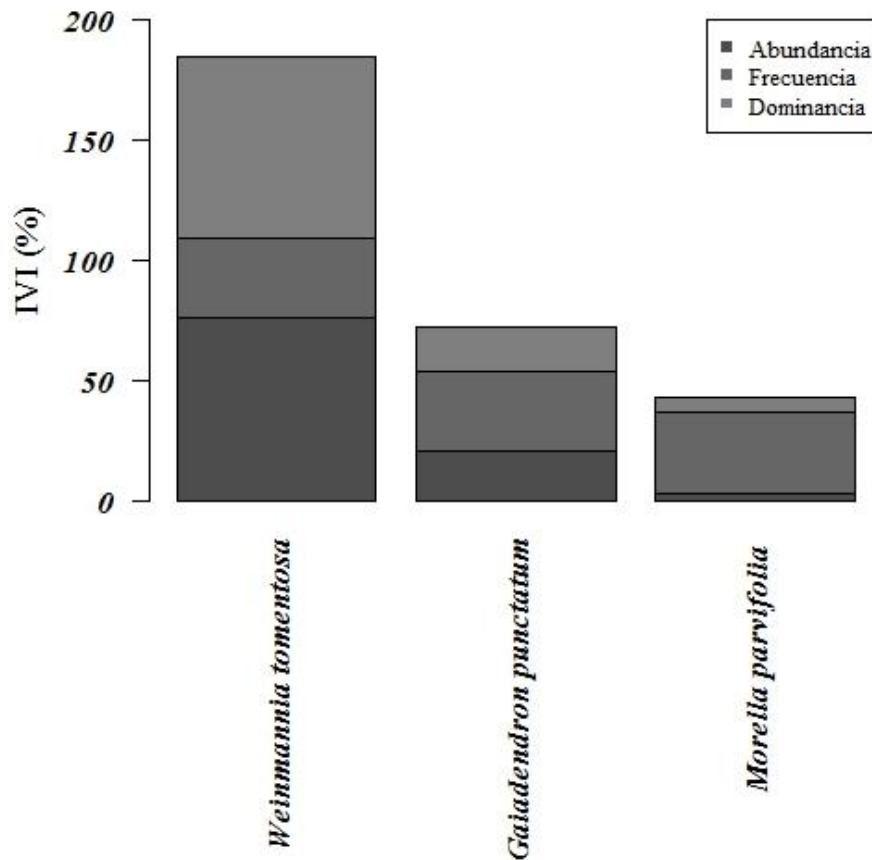


Figura 11. Especies con mayor IVI en parcela 5

- Resultados IVI parcela 6: Para esta parcela se encontró que la especie de mayor importancia se ve representada por el aliso, en cuanto a dominancia y abundancia resultó ser la especie más determinante en dicho ecosistema por lo cual es importante analizar el papel que juega en este tipo de bosque y estudiar su estado de conservación en la zona.

Especies con mayor IVI Viracachá

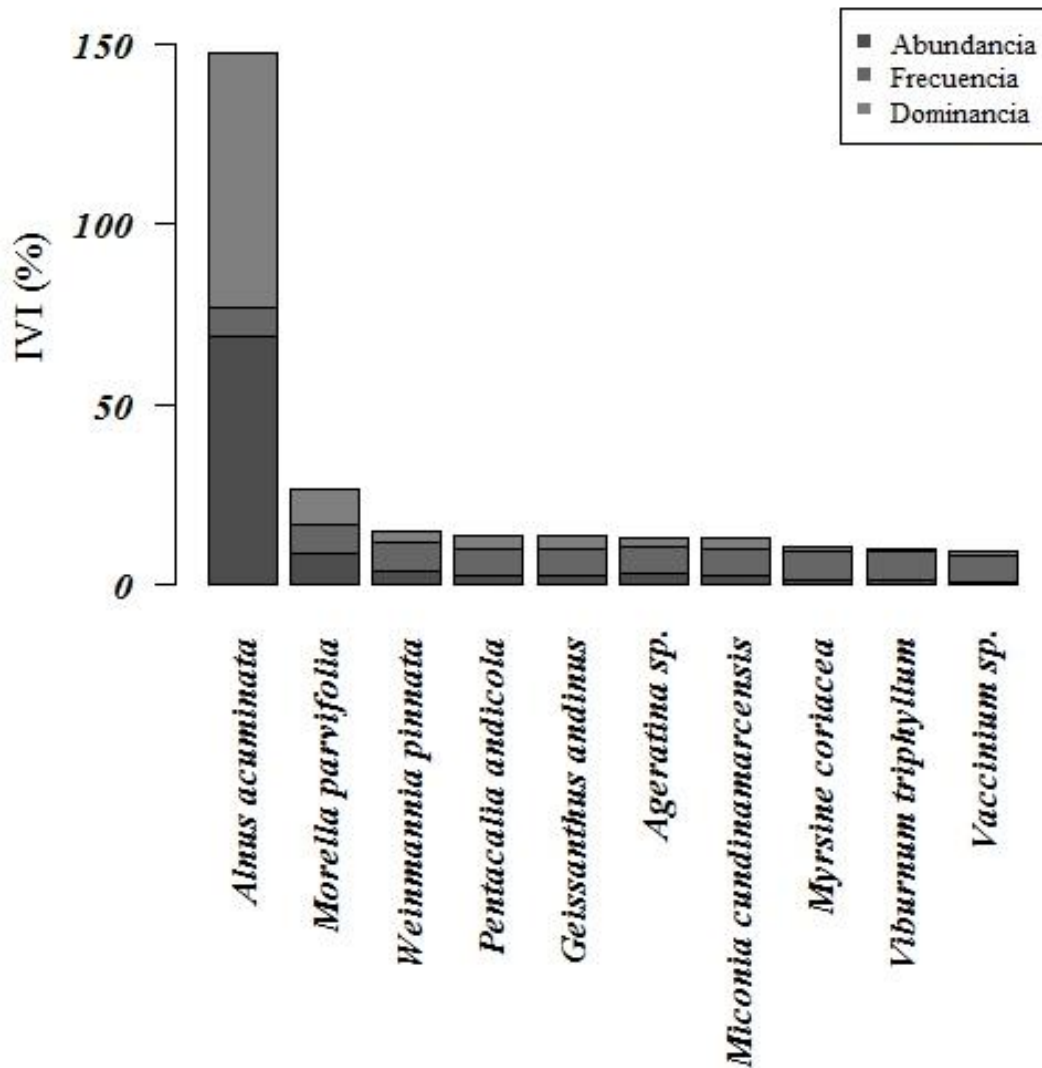


Figura 12. Especies con mayor IVI en parcela 6

- Resultados IVI parcela 7: Las especies dominantes en dicha parcela evidencian que el bosque se encuentra en un estado sucesional primario en el cual dominan especies colonizadoras con características como requerimientos elevados de luz para el caso de los yarumos.

Especies con mayor IVI San Luis de Gaceno

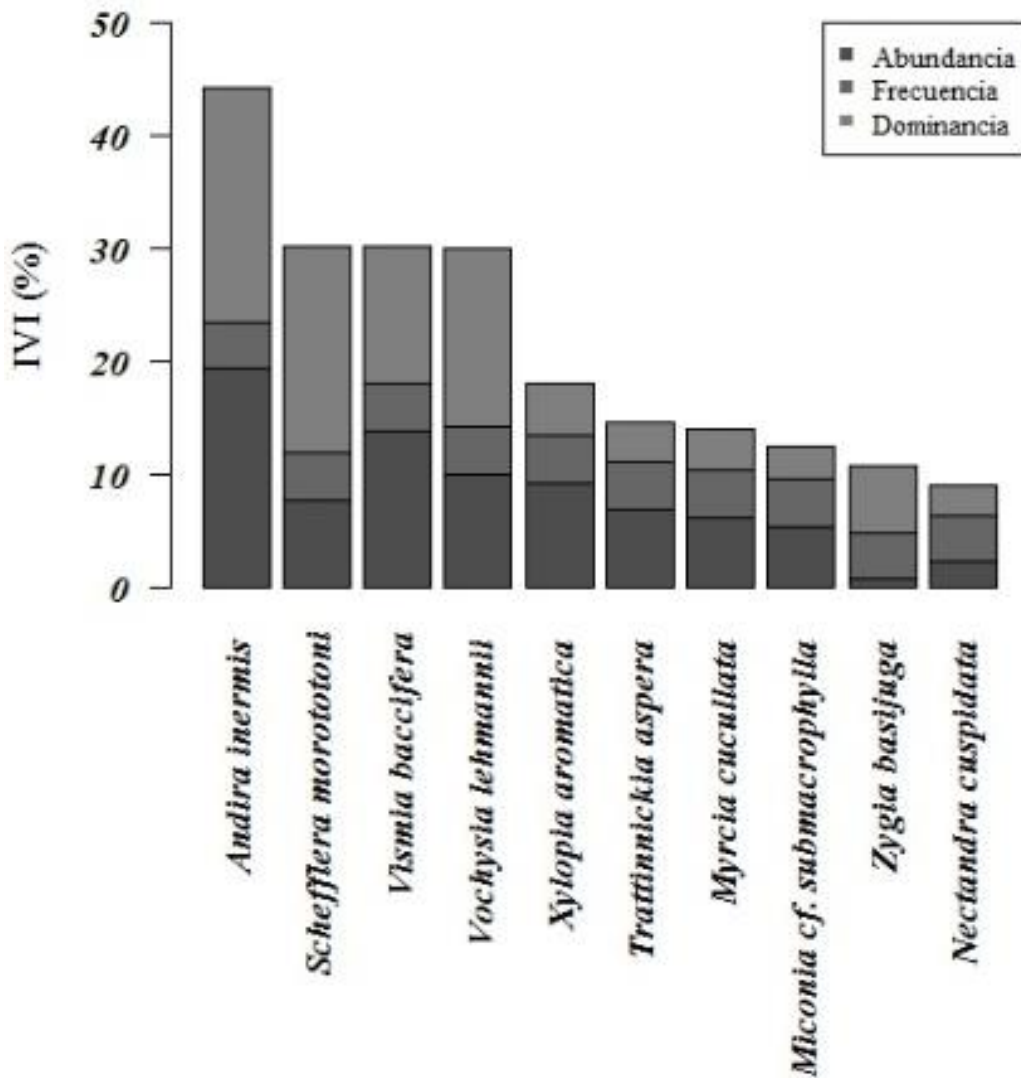


Figura 13. Especies con mayor IVI en parcela 7

- Resultados IVI parcela 8: Ventaquemada es otra de las parcelas en las cuales los valores de importancia obtenidos son muy altos debido a que el número de especies encontradas tras el muestreo realizado es muy bajo y no alcanza a completar las 10 especies con mayor IVI relacionadas en el presente estudio.

Especies con mayor IVI Ventaquemada

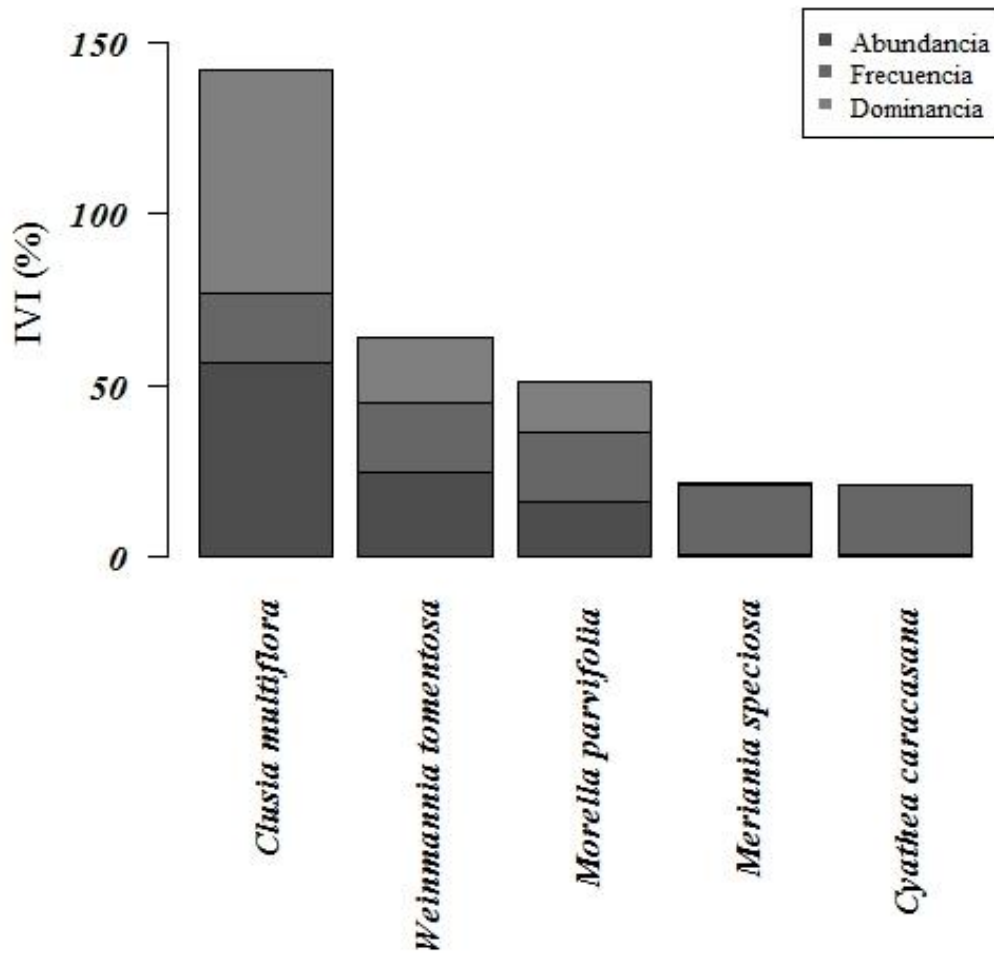


Figura 14. Especies con mayor IVI en parcela 8

- Resultados IVI parcela 9: La parcela correspondiente al municipio de Campohermoso refleja una distribución donde diferentes especies juegan un papel fundamental en la conformación del bosque analizado. Si bien en la visita a campo se encontraron algunos disturbios naturales asociados a movimientos en masa, se observa que existe una distribución de IVI heterogénea entre especies primarias y secundarias en dicha parcela.

Especies con mayor IVI Campohermoso

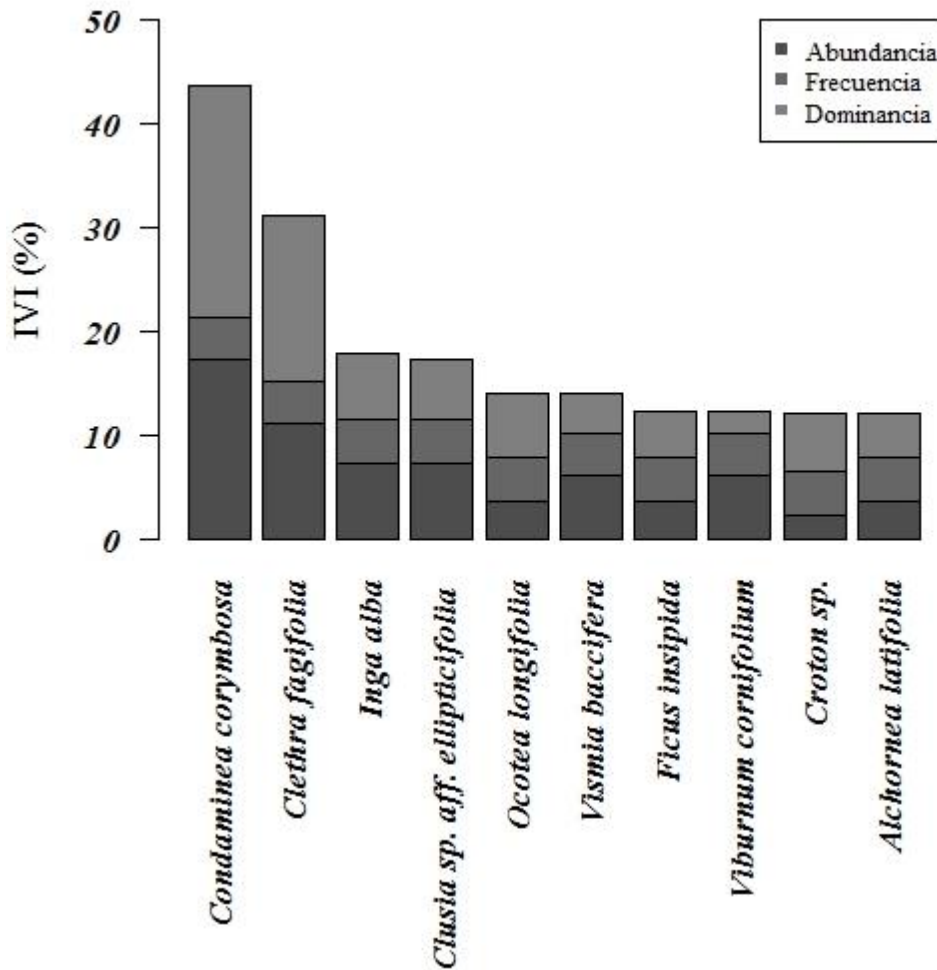


Figura 15. Especies con mayor IVI en parcela 9

- Resultados IVI parcela 10: En el bosque húmedo montano bajo el siete cueros y el helecho arbóreo representan las dos especies más importantes en la conformación de la estructura de dicho bosque, estas especies demuestran que la parcela muestreada representa un ecosistema particular con características de humedal especialmente por *Cyathea caracasana*.

Especies con mayor IVI Almeida

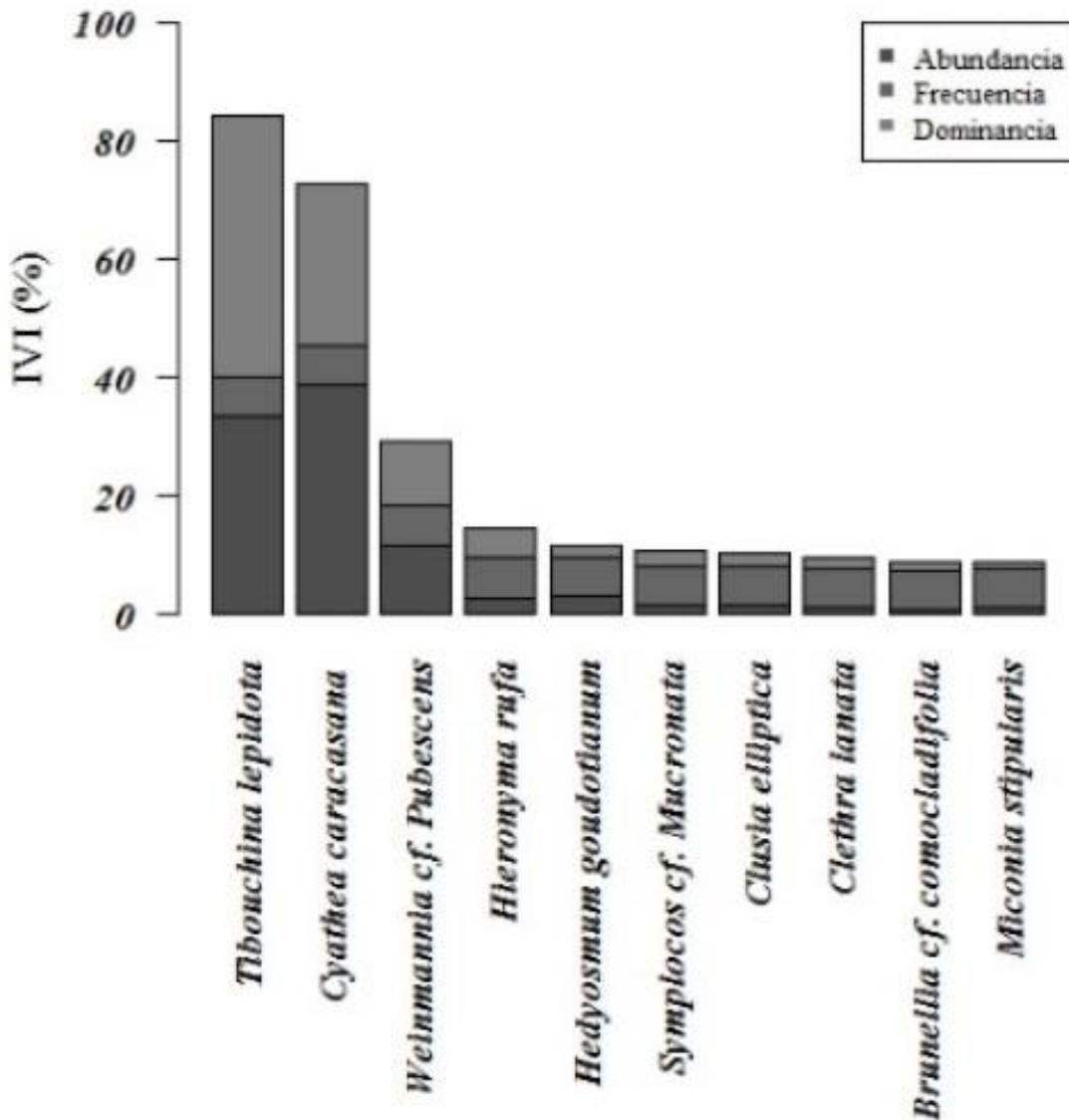


Figura 16. Especies con mayor IVI en parcela 10

- Resultados IVI parcela 11: Las características de un bosque húmedo montano bajo se ven reflejadas en las dos especies de la siguiente figura mostradas como más importantes, dichas especies son típicas de un bosque consolidado en este tipo de ecosistemas, las demás especies demuestran una distribución uniforme en la estructura de este tipo de bosque.

Especies con mayor IVI Chivor

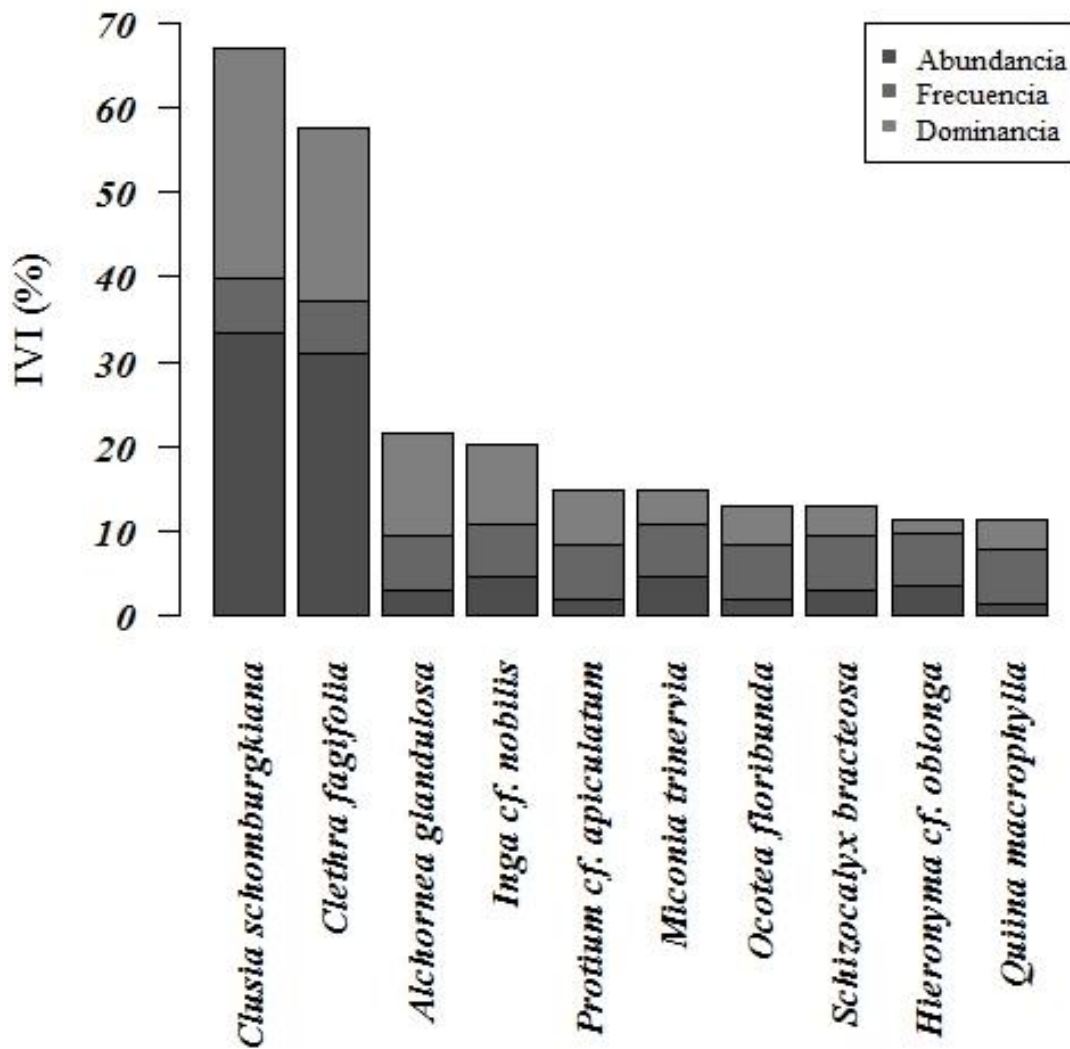


Figura 17. Especies con mayor IVI en parcela 11

- Resultados IVI parcela 12: La presente parcela presenta uno de los ecosistemas de regeneración primaria con mayor uniformidad en las especies que están colonizando y avanzando a estados sucesionales más avanzados en los cuales se consolida el bosque hasta llegar a un bosque secundario.

Especies con mayor IVI Santa María

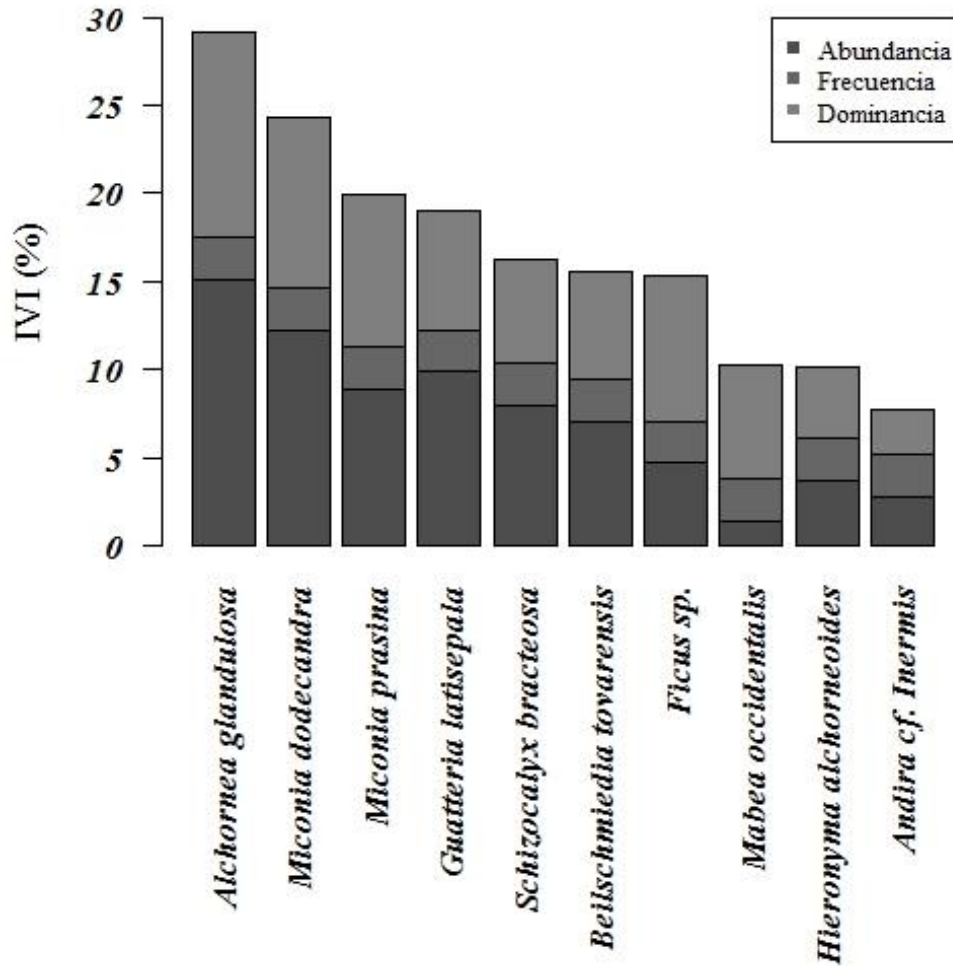


Figura 18. Especies con mayor IVI en parcela 12

- Resultados IVI parcela 13: El bosque muy húmedo tropical representado en la presente parcela muestreada refleja una distribución uniforme en la importancia de sus especies donde se encuentran pocas especies típicas de bosque en su estado sucesional inicial por lo cual se deduce que el bosque se encuentra en un buen estado de conservación.

Especies con mayor IVI San Luis de Gaceno

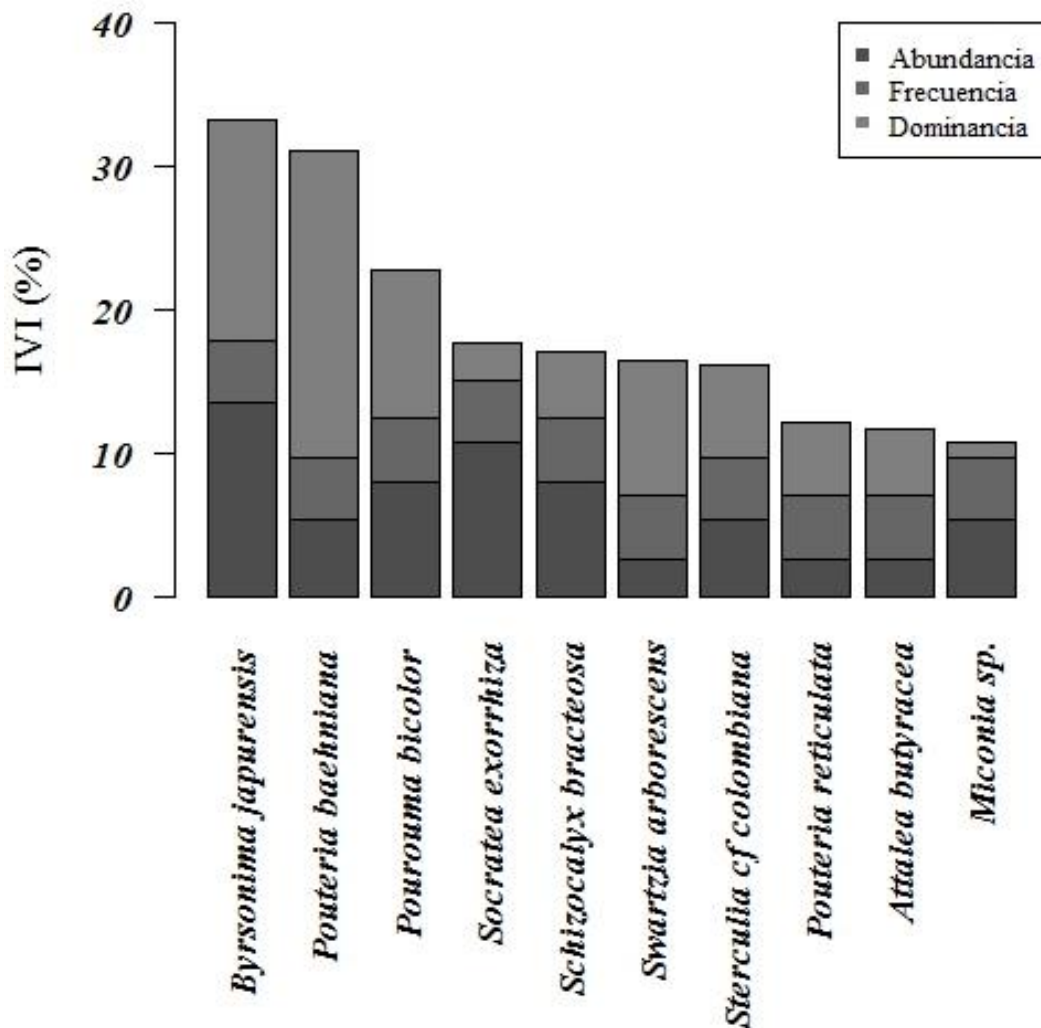


Figura 19. Especies con mayor IVI en parcela 13

- Resultados IVI parcela 14: La parcela de Pachavita refleja un índice de valor de importancia heterogéneo reflejo de un buen grado de conservación del ecosistema analizado, las especies presentes en dicha figura corresponden en su gran mayoría a especies de un bosque consolidado en un estado de sucesión avanzado.

Especies con mayor IVI Pachavita

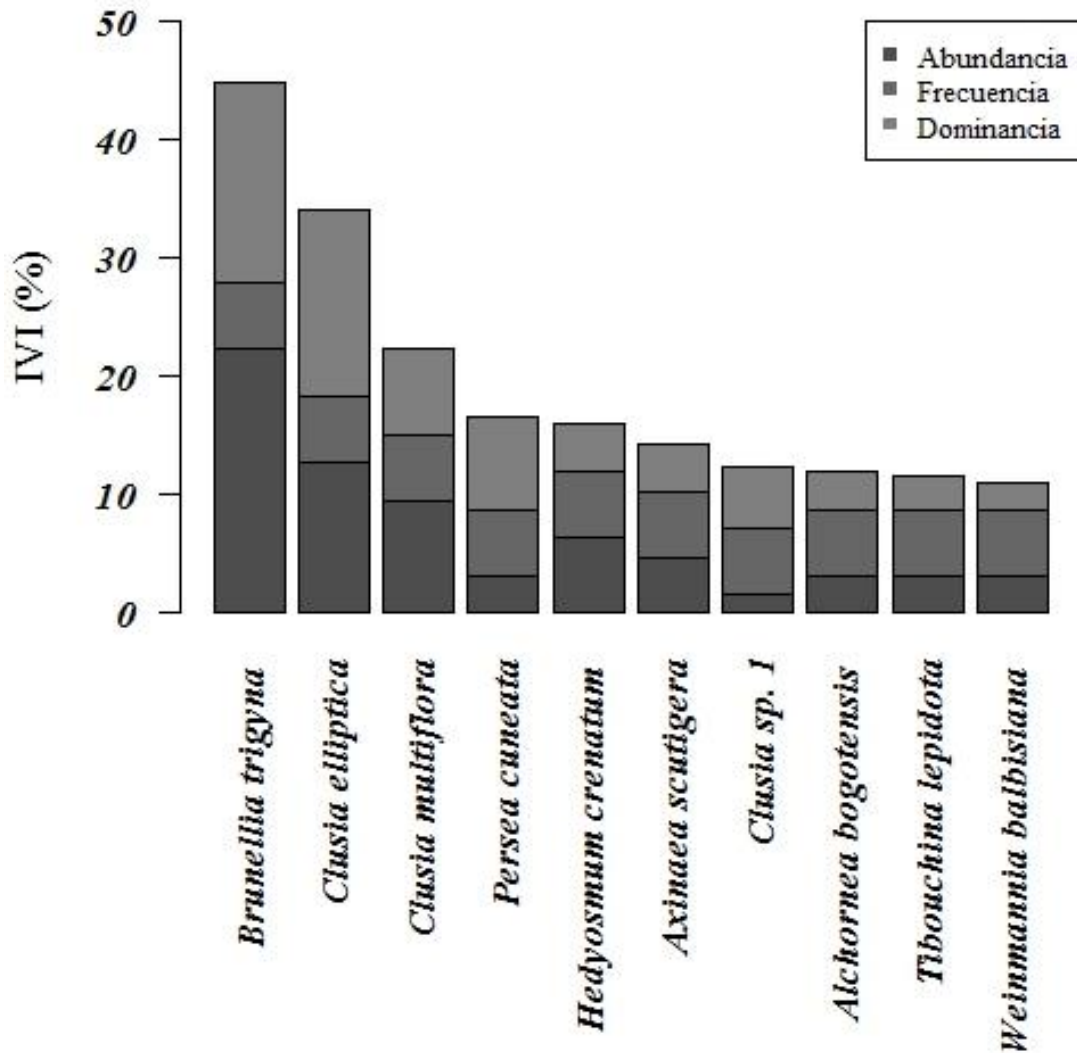


Figura 20. Especies con mayor IVI en parcela 14

- Resultados IVI parcela 15: La especie *Weinmannia balbisiensis* es la que más importancia representa en la presente parcela debido a la abundancia y dominancia reportada para dicho ecosistema; las demás especies presentan una distribución uniforme lo cual refleja un buen estado de conservación de dicho tipo de bosque.

Especies con mayor IVI Tibana

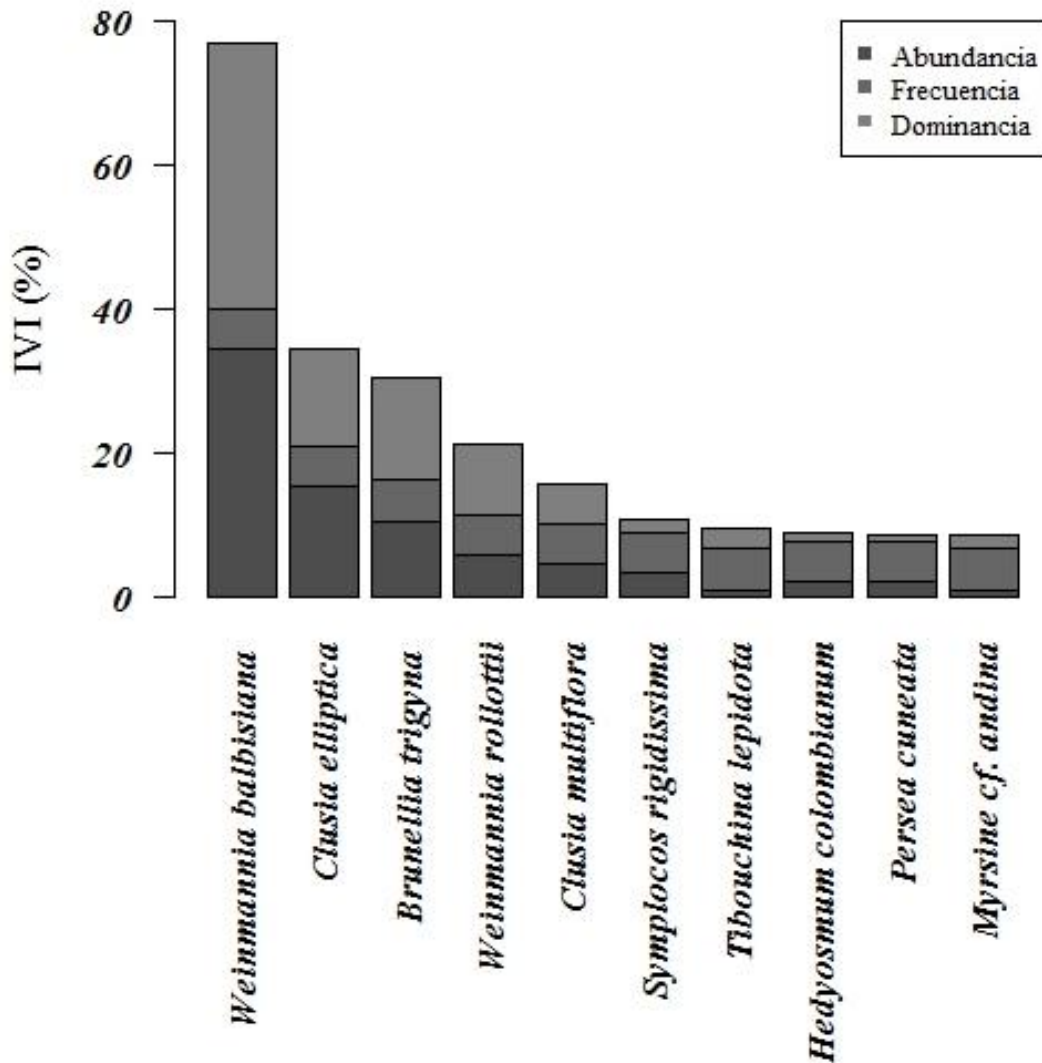


Figura 21. Especies con mayor IVI en parcela 15

- Resultados IVI parcela 16: Las especies presentadas en la lista de las más importantes reflejan un buen estado de conservación para la presente parcela debido a sus bajos valores referidos para el IVI. Las especies muestreadas corresponden en su mayoría a especies esciófitas lo cual da indicios de que se trata de un estado sucesional secundario para el bosque estudiado.

Especies con mayor IVI Guayatá

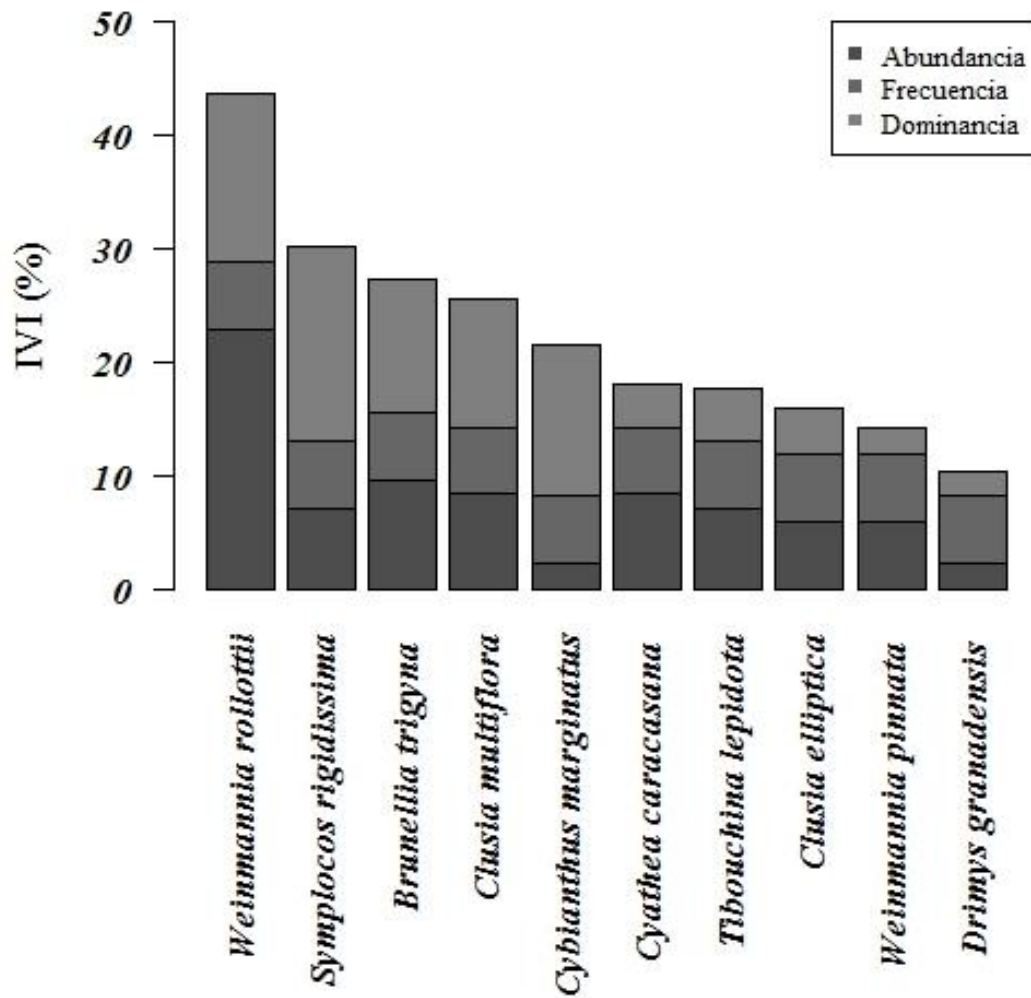


Figura 22. Especies con mayor IVI en parcela 16

3.3. Resultados de los cálculos dasométricos

Los resultados relacionados con la productividad de las 16 parcelas permanentes de la jurisdicción arrojan que, en los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y Almeida

los contenidos de biomasa y carbono son más elevados. Para el caso de Almeida es necesario aclarar que los cálculos se hicieron incluyendo palmas y helechos, es por lo que este valor se ve sobrestimado en los resultados presentados, los resultados obtenidos para Nuevo Colón permiten entrever que es necesario realizar una inspección en los datos y la parcela remedida en la presente ocasión debido a que presenta valores para las variables dasométricas calculadas muy por debajo de los valores normales reportados en la literatura.

Tabla 5. Resultados de cálculos dasométricos por parcela

Parcela	Municipio	Tamaño (ha)	Área basal (m ² /ha)	Volumen comercial (m ³ /ha)	Volumen total (m ³ /ha)	Biomasa aérea (Ton/ha)	Carbono (Ton/ha)
1	Santa María	0,5	8,1	50,2	73,1	106,3	53,2
2	Santa María	0,5	10,8	61,8	94,5	118,1	59,0
3	Garagoa	0,5	9,0	43,6	69,0	120,4	60,2
4	Ciénega	0,5	5,6	32,1	46,5	81,8	40,9
5	Nuevo Colón	0,5	0,3	0,6	1,4	1,7	0,8
6	Viracachá	0,5	3,6	13,5	22,0	32,1	16,1
7	San Luis de Gaceno	0,5	4,3	24,4	37,8	51,4	25,7
8	Ventaquemada	0,35	6,2	36,0	52,5	84,7	42,3
9	Campohermoso	0,35	3,8	21,4	30,1	53,8	26,9
10	Almeida	0,35	9,6	49,3	68,3	184,6	92,3
11	Chivor	0,35	6,0	30,5	50,5	124,4	62,2
12	Santa María	0,35	7,7	47,6	75,7	185,6	92,8
13	San Luis de Gaceno	0,35	3,7	30,3	43,6	90,2	45,1
14	Pachavita	0,35	1,3	6,4	9,0	18,8	9,4
15	Tibaná	0,35	2,8	12,8	21,6	41,8	20,9
16	Guayatá	0,35	2,9	15,9	23,4	45,2	22,6
TOTAL	-	6,65	85,8	476,3	719,0	1340,9	670,4

Los volúmenes obtenidos para las diferentes parcelas muestran valores representativos para Santa María especialmente con valores de 94,5, 73,1 y 75,7 los cuales se encuentran por encima del promedio de las parcelas correspondiente a un valor de 44,9 m³/ha. La parcela de Pachavita presenta bajos volúmenes tanto comerciales como totales por lo cual puede presentar algún disturbio de tipo antrópico o natural.

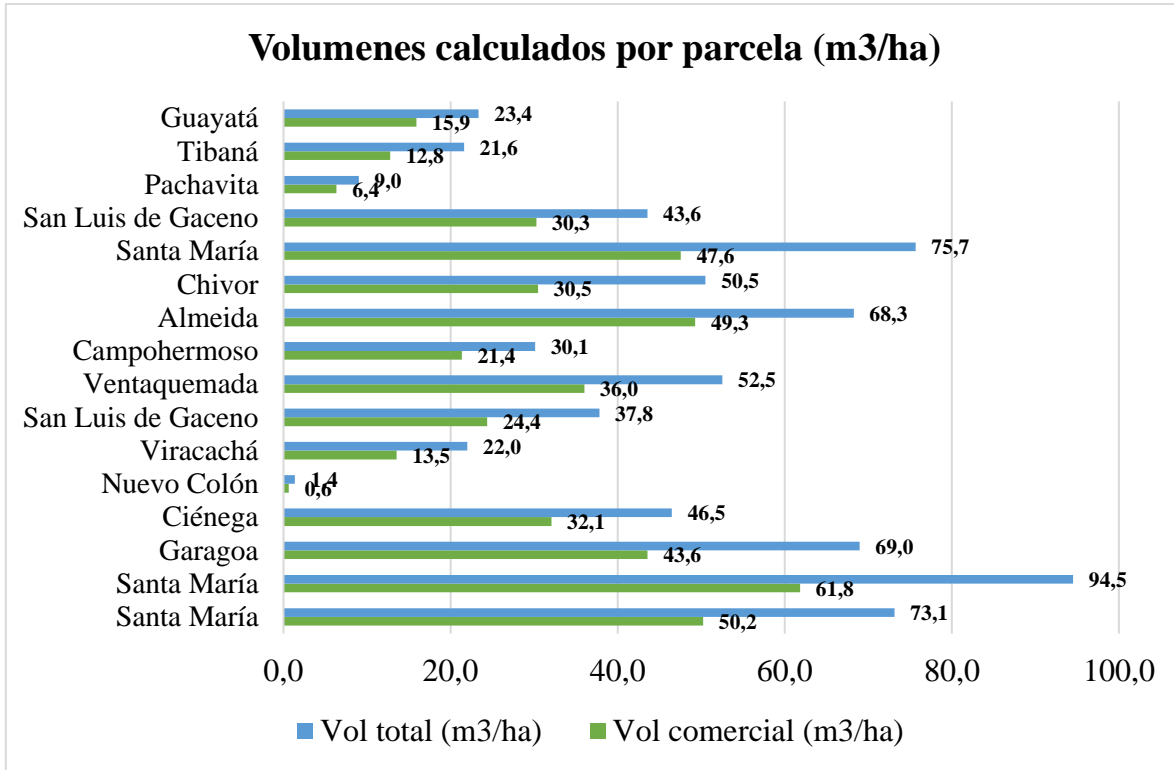


Figura 23. Volúmenes estimados por parcela

Sin tener en cuenta el caso de Almeida por las circunstancias mencionadas, la parcela de Santa María representa la mayor cantidad de biomasa almacenada con 186 ton/ha, lo cual tiene sentido para el municipio estudiado el cual es considerado como uno de los principales sumideros de carbono de la jurisdicción junto con San Luis de Gaceno y Campohermoso. Los bajos valores obtenidos para municipios como Pachavita, Tibaná y Guayatá reflejan cómo en ecosistemas con biotemperaturas más bajas las capturas de biomasa son inferiores.

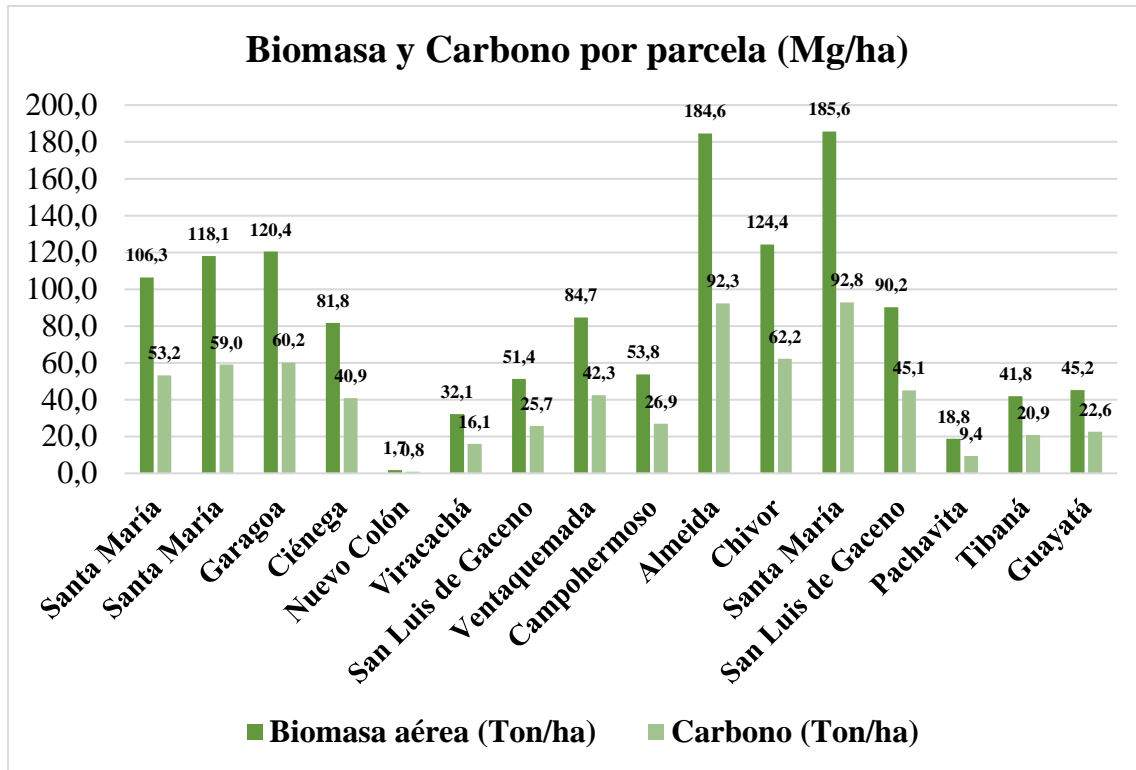


Figura 24. Biomasa y Carbono por parcela

3.4. Resultados biomasa aérea y carbono

Los resultados obtenidos en la estimación de biomasa aérea muestran que en la jurisdicción en promedio se tiene una captura de biomasa de 83,8 ton/ha, los valores más altos en los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y Campohermoso. Esto quiere decir que para las 68514 hectáreas de bosque en la jurisdicción se tendría un aproximado de biomasa de 5'741.473 Mg de biomasa aérea, los valores obtenidos para cada parcela se ilustran a continuación:

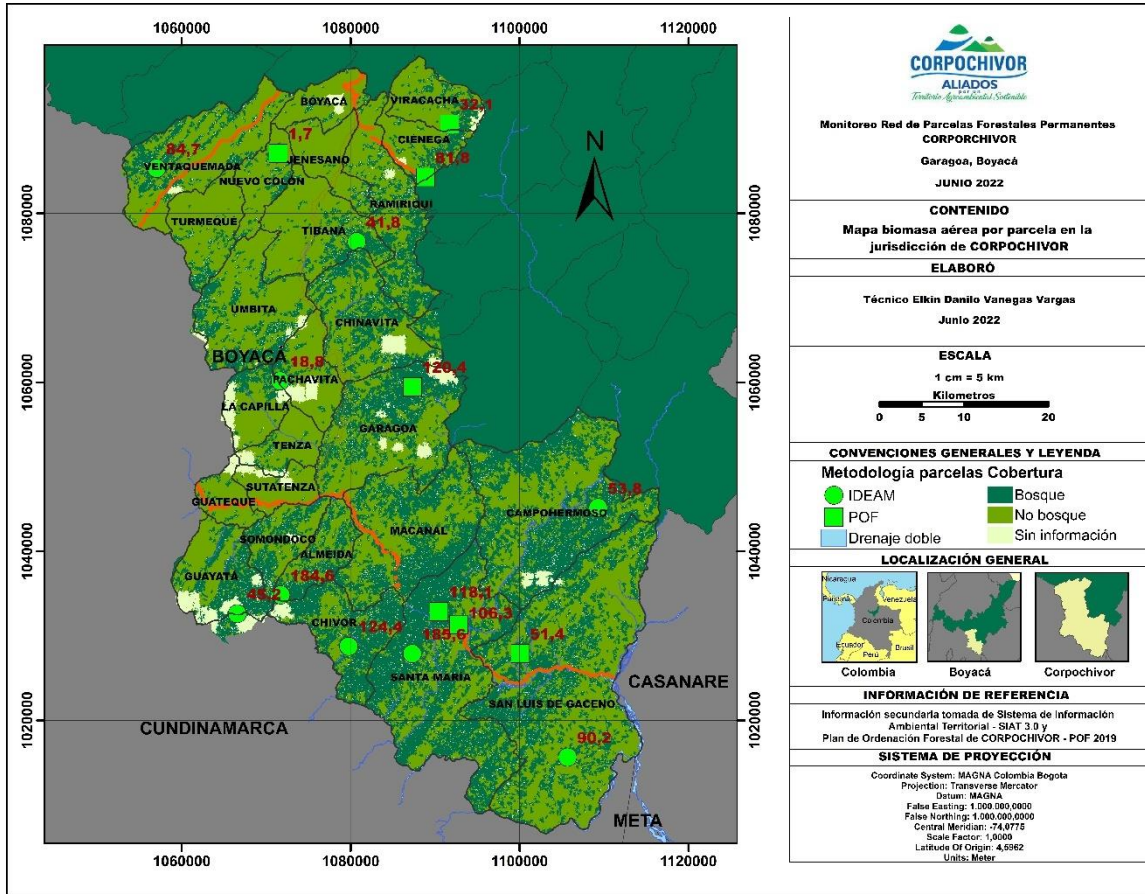


Figura 25. Ubicación de parcelas y resultados de biomasa

En cuanto a los valores de captura de carbono se tendría que la jurisdicción tendría una captura de 2'870.736 Mg de carbono en el componente aéreo de los bosques de CORPOCHIVOR, se demuestra una vez más que los bosques con mayores tasas de captura de Carbono corresponden a los municipios del suroriente de la jurisdicción correspondientes a Santa María, San Luis de Gaceno y Campohermoso, los resultados a nivel de parcela se presentan a continuación:

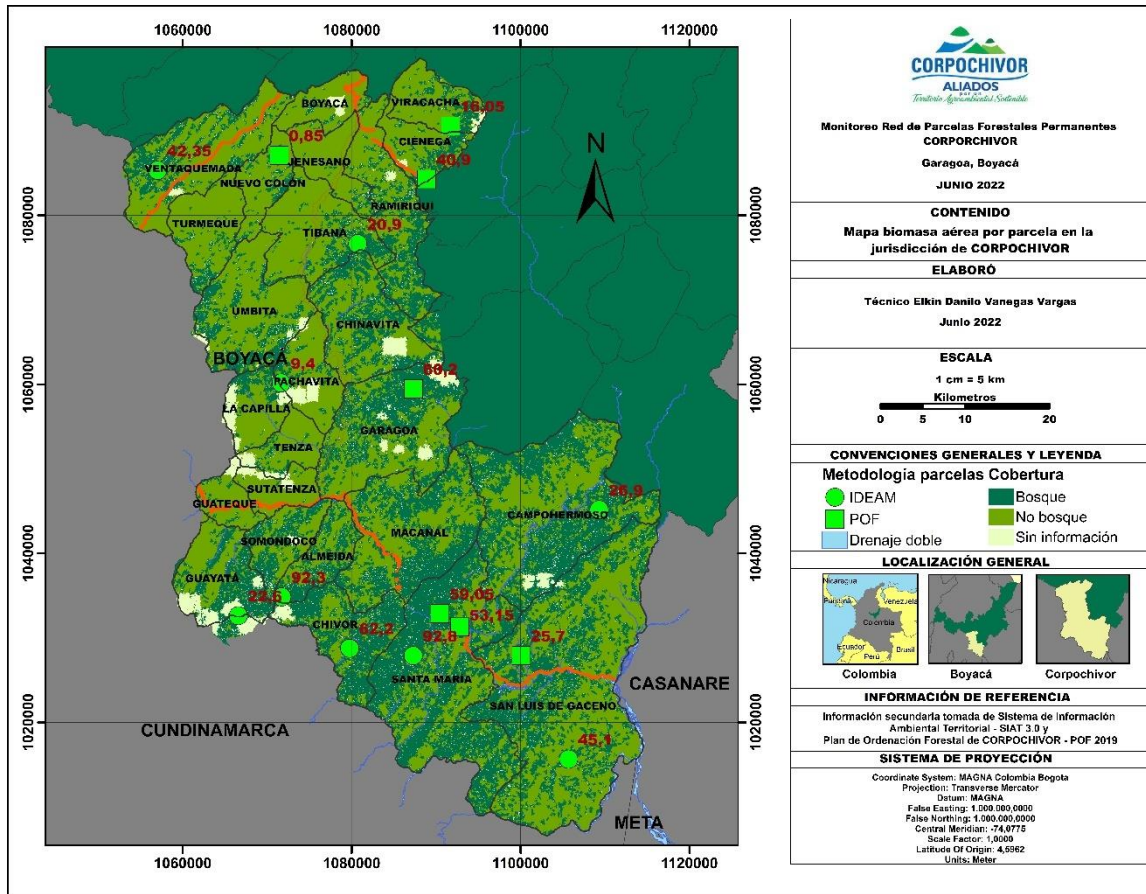


Figura 26. Ubicación de parcelas y resultados de carbono

4. CONCLUSIONES

Tras el análisis de la información recolectada se evidencia que existen algunas especies que juegan un papel fundamental en los bosques de CORPOCHIVOR, prueba de esto lo arrojan los resultados obtenidos para los valores de IVI de especies como *Cyathea caracasana*, *Tibuochina lepidota*, *Clusia multiflora*, *Tapiria guianensis*, *Alnus acuminata*, entre otras. En la mayoría de los casos la distribución de clases diamétricas en cada parcela arrojó una forma de J invertida lo cual refleja el buen estado de conservación de los bosques al tener un alto número de individuos en las clases diamétricas inferiores lo cual garantiza una sucesión exitosa en los bosques disetáneos como los analizados.

En cuanto a los valores obtenidos para la caracterización de diversidad, se logró identificar que la mayoría de las parcelas presentan altos valores de diversidad salvo por las parcelas de Nuevo Colón y Ventaquemada donde el número de especies identificadas tras la remediación

de la parcela permanente resultó ser muy bajo, en estos casos existe una influencia de carácter antrópico que es necesario reevaluar con el establecimiento de nuevas parcelas que permitan mejorar la calidad de los datos obtenidos para el monitoreo de los bosques de la jurisdicción.

Los cálculos realizados en la estimación de las diferentes variables dasométricas arrojaron valores altos para las parcelas ubicadas en los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y Campohermoso; en este sentido los bosques ubicados en el suroriente de la jurisdicción representan tasas mayores de productividad comparados con los bosques encontrados al norte de la jurisdicción donde la escala de biotemperatura disminuye paulatinamente al acercarse a las zonas de páramo y aumentar la altitud.

Los resultados y diferentes valores obtenidos para las parcelas demuestran que es necesario reevaluar la ubicación, identificación, marcaje y demás aspectos del monitoreo de la red de parcelas forestales permanentes de la jurisdicción a fin de tener una calidad en los datos más verídica que permita ser más precisos en las diferentes estimaciones que se llevan a cabo para cada una de las zonas de vida existentes en la zona de influencia de CORPOCHIVOR.

5. RECOMENDACIONES

Tras el ejercicio de monitoreo de la red de parcelas forestales permanentes en el año 2022, es necesario replantear diferentes aspectos técnicos y logísticos que permitan mejorar en la toma de datos en campo y tener datos más fiables para tener buenas estimaciones y formular las mejores propuestas en la jurisdicción de CORPOCHIVOR en lo que a la administración y manejo del recurso forestal se refiere. Es importante que se identifiquen las diferentes especies de flora que no han sido identificadas en la red de parcelas establecida, esto es necesario debido a que permitirá tener una idea más acertada acerca de la diversidad de los bosques en la jurisdicción, dicho aspecto se podría mejorar con el fortalecimiento del herbario presente en la corporación.

Por otro lado, es necesario realizar el mantenimiento a la red de parcelas forestales ya establecida en lo que respecta al marcaje y asignación de placas de individuos nuevos encontrados en el monitoreo del presente año. En el mismo sentido, es necesario implementar la instalación de parcelas adicionales para obtener mejores resultados en cuanto a la variabilidad de los datos en la jurisdicción y tener un mayor número de especies identificadas como se piensa existen en la jurisdicción.

6. REFERENCIAS

- FAO. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020: Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8642es>
- Bouza, C. N. (2005). *ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON EN m SITIOS DE MUESTREO*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/236611307_ESTIMACION_DEL_INDICE_DE_DIVERSIDAD_DE_SIMPSON_EN_m_SITIOS_DE_MUESTREO
- CORPOCHIVOR. (2019). *Gestión y Fomento Forestal Sostenible en el Suroriente de Boyacá*. Garagoa Boyacá.
- CORPOCHIVOR. (2020). *Plan de Acción Cuatrienal 2020 - 2023: "Aliados por un territorio agroambiental sostenible"*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional de Chivor: <https://www.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2020/06/CORPOCHIVOR-PLAN-DE-ACCION-CUATRIENAL-2020-2023.pdf>
- DNP. (2020). *CONPES 4021 POLÍTICA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA DEFORESTACIÓN Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación : <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4021.pdf>
- FAO. (2022). *El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/cb9363es/cb9363es.pdf>
- Guariguata, M. (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Obtenido de <https://ebooks.tec.ac.cr/pdfreader/ecologa-y-conservacin-de-bosques-neotropicales>
- IDEAM. (2018). *Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023785/Manual.pdf>
- IPCC. (2020). *El cambio climático y la tierra*. Obtenido de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf
- MIN. AMBIENTE. (Abril de 2022). *Desde mañana, Colombia se propone plantar cuatro millones de árboles en la Gran Sembratón*. Obtenido de Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas/desde-manana-colombia-se-propone-plantar-cuatro-millones-de-arboles-en-la-gran-sembraton/>
- Phillips, J. (2011). *Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y*

métodos analíticos. Obtenido de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022100/EstimaciondelasReservas2010.pdf>

RStudio Team. (2020). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, PBC, Boston.
Obtenido de <http://www.rstudio.com/>

Saldaña, A. B. (2017). *ANÁLISIS FLORÍSTICO Y ESTRUCTURAL DE LA RED DE PARCELAS PERMANENTES ESTABLECIDA EN EL BOSQUE NATURAL DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR*. Bogotá.

Shrestha, S. (2021). *Ecology and Diversity of Ectomycorrhiza in moist Tropical Forest of Sunsari District, Eastern Nepal*. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/352569045_Ecology_and_Diversity_of_Ectomycorrhiza_in_moist_Tropical_Forest_of_Sunsari_District_Eastern_Nepal

Valdez, C. G. (2018). *Structure and diversity of the vegetation of pristine scrubland in Tamaulipas, Mexico*. Obtenido de
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401674

7. ANEXOS



Figura 27. Visita parcela forestal permanente de Campohermoso Boyacá



Figura 28. Equipo de Recurso Forestal CORPOCHIVOR



Figura 29. Remediación de parcelas forestales permanentes