

**CARACTERIZACIÓN FLÓRISTICA DE BOSQUES SECOS SUCESIONALES EN EL
CARIBE COLOMBIANO. INSUMOS PARA LA RESTAURACIÓN.**

JUAN SEBASTIÁN MANRIQUE PEÑA



Tutoras: Lilia Lisseth Roa-Fuentes

Gina Rodriguez

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES

CARRERA DE ECOLOGÍA

NOVIEMBRE DE 2024

Resumen: El bosque seco tropical (BST) es uno de los ecosistemas más amenazados de Colombia. En el Caribe, su explotación ha resultado en la transformación de la comunidad vegetal, causando la aparición de bosques sucesionales, con atributos diferenciales de composición, estructura y función. El objetivo de este proyecto es determinar la variación en la estructura y composición de la comunidad vegetal mediante la caracterización florística empleando 5 BST secundarios: 4 en San Juan Nepomuceno- Bolívar y 1 en Piojó-Atlántico. Según sus atributos, el conocimiento generado será útil como herramienta para la priorización de especies para la restauración ecológica. Para esto, se empleó información de muestreos, categorizando los sitios según la edad de abandono de la actividad productiva. Con estos, se caracterizó la composición taxonómica (*i.e.*, especies, familias) y estructura (*i.e.*, diámetro a la altura del pecho, altura, densidad de individuos), así como el tipo de fruto encontrado en las especies. Los sitios fueron comparados en cuanto a especies únicas registradas, especies compartidas entre ellos, así como empleando métricas de diversidad alfa y una medida de disimilitud entre estos. Posteriormente, se obtuvieron las especies representativas de cada sitio mediante el índice valor de importancia (IVI). Después, se realizó un análisis tamaño-abundancia con dichas especies, para generar una recomendación de manejo, en términos de la necesidad de colonización asistida. Finalmente, con esa información más categorías de amenaza, fueron sugeridas especies prioritarias para restaurar. Los principales resultados muestran bosques con poca dominancia (medida con Simpson), significativamente heterogéneos entre ellos (de acuerdo con la diversidad beta y las especies únicas por sitio). En dos sitios (“OMEC” y “P2”), se encontró que tres especies significativas según el IVI requieren de esfuerzos de colonización asistida, y en uno (“P1”), una de estas especies también, el resto de las especies significativas en sus sitios registran una buena relación tamaño-abundancia. Junto a esto, se encontraron, en todos los sitios, 8 especies con alguna categoría de amenaza de la UICN. Se sugiere continuar monitoreos y generar esfuerzos de colonización asistida tanto a especies amenazadas y con poca capacidad de reclutar juveniles.

Abstract: The tropical dry forest (TDF) is one of the most threatened ecosystems in Colombia. In the Caribbean, its exploitation has resulted in the transformation of the plant community, causing the appearance of successional forests, with differential attributes of composition and structure. The objective of this project is to determine the variation of plant community attributes through floristic characterization using 5 secondary BSTs: 4 in San Juan Nepomuceno-Bolívar and 1 in Piojó-Atlántico. According to their attributes, the knowledge generated will be useful as a tool for

the prioritization of species for ecological restoration. For this, sampling information was used, categorizing the sites according to the age of abandonment of productive activity. With these, the taxonomic composition (*i.e.*, species, families) and structure (*i.e.*, diameter at breast height, height, density of individuals) were characterized, as well as the type of fruit found in the species. The sites were compared in terms of unique species recorded, species shared among them, as well as using alpha diversity metrics and a measure of dissimilarity among them. Subsequently, the representative species of each site were obtained using the importance value index (IVI). A size-abundance analysis was then performed with these species to generate a management recommendation in terms of the need for assisted colonization. Finally, with this information, we Afterwards, a size-abundance analysis was carried out with these species to generate a management recommendation in terms of the need for assisted colonization. Finally, with this information plus threat categories, priority species for restoration were suggested. The main results show forests with low dominance (measured with Simpson), significantly heterogeneous among them (according to beta diversity and unique species per site). In two sites (“OMEC” and “P2”), it was found that three significant species according to the IVI require assisted colonization efforts, and in one (“P1”), one of these species also, the rest of the significant species in their sites register a good size-abundance relationship. Along with this, 8 species with any IUCN threat category were found in all sites. It is suggested to continue monitoring and generate assisted colonization efforts for both threatened species and those with little capacity to recruit juveniles.

Introducción

La pérdida de hábitat es una de las mayores causas de pérdida de biodiversidad (Jackson et al., 2013). En Colombia, los ecosistemas sufren una afectación diferencial por la pérdida de hábitat, de tal forma que algunos ecosistemas enfrentan mayor amenaza debido a que, históricamente, han sufrido de mayores transformaciones y presiones humanas (Etter et al., 2020). Entre estos está el bosque seco tropical (BST), ecosistema entre los 0 y los 1000 m.s.n.m., con temperaturas promedio mayores a 24°C, precipitaciones entre 700 y 2000 mm anuales, y de uno a dos periodos de sequía anuales (Instituto Alexander von Humboldt, 1998)(Pizano & García, 2014). Suele tratarse de un bosque con altas tasas de endemismo y diversidad Beta, debido a las adaptaciones presentadas por las plantas para soportar la sequía, dominado por plantas de la familia Fabaceae, suele presentar menor número de especies frente a bosques húmedos (Londoño Lemos et al,

2022); dentro de las familias más recurrentes se encuentran Fabaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae y Capparacaeae (Gentry, 1995). Este ecosistema se encuentra entre los valles interandinos y en la región Caribe. En esta última, se ha visto una pérdida del 98% de la extensión del BST, debido a la extracción de hidrocarburos, cambios en el uso del suelo por motivos de producción agropecuaria, infraestructura asociada a la industria energética, infraestructura vial y vulnerabilidad del ecosistema frente a incendios (Etter et al., 2020). Estas actividades resultan en la transformación de la comunidad vegetal del ecosistema, induciendo cambios en la composición y estructura de la comunidad vegetal del ecosistema (Cuellar-Cardozo et al., 2022). La evidencia sugiere transformaciones de los atributos (i.e., estructura, composición y función) de los ecosistemas afectados, a veces resultando en la pérdida total de estos. Lo anterior plantea un problema general relacionado con la pérdida de las comunidades vegetales causadas por la degradación y pérdida del bosque seco tropical en la región Caribe colombiana.

Cuando el disturbio cesa o disminuye en intensidad, los ecosistemas inician procesos de regeneración natural, entendida como el crecimiento de las comunidades vegetales posterior a un disturbio (Chazdon, 2014). La regeneración natural determina el mecanismo para la sucesión ecológica, definida como el proceso en el que las comunidades de organismos, el sustrato asociado a ellos cambia en un ecosistema con el tiempo (Walker et al., 2007). Lo anterior resulta en la recuperación de atributos perdidos por el disturbio. Sin embargo, la sucesión no es un proceso lineal, de modo que los bosques “secundarios” que surjan tras un disturbio podrían no presentar todas las características del sistema histórico, a la vez que si mantienen algunas características. A pesar de esto, los bosques secundarios, tanto por su número en aumento como por sus características dinámicas e impredecibles, juegan un papel importante en la conservación de la biodiversidad (Hurtado et al., 2022). Y debido a estas mismas características impredecibles y dinámicas, es necesario conocer sus atributos con el fin de tomar decisiones de manejo relacionadas con su conservación y/o restauración. El problema de investigación corresponde al reconocimiento de las características en composición y estructura de las comunidades vegetales del BST secundarios, producto de la regeneración natural de sistemas degradados en la región Caribe.

Se conoce que múltiples relictos de BST en la región Caribe son bosques secundarios (Luna-Blanco et al., 2022). Debido a esto, en la presente investigación se propone estudiar cómo varían

los atributos de las comunidades vegetales de BST en Piojó-Atlántico y en San Juan Nepomuceno-Bolívar, tanto como para comprender mejor el proceso sucesional como para aportar herramientas para procesos futuros de restauración ecológica llevados a cabo en estos. Para esto, se busca caracterizar la estructura y composición del sitio, encontrar que tipo de frutos son recurrentes en el BST, encontrar las especies importantes ecológicamente de cada sitio, realizar un análisis de tamaño abundancia y emplearlo, junto a categorías de amenaza de las especies encontradas, para sugerir un listado de especies que se beneficiarían de colonización asistida y otros esfuerzos de restauración.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la variación de los atributos de la comunidad vegetal de Bosques Secos Tropicales secundarios en proceso de regeneración natural, como herramienta para la priorización de especies para la restauración ecológica en los municipios de Piojo – Atlántico y San Juan Nepomuceno-Bolívar

Objetivos Específicos:

1. Caracterizar la composición y estructura de especies de la comunidad vegetal arbórea en los bosques secos tropicales secundarios estudiados en los municipios de Piojo – Atlántico y San Juan Nepomuceno-Bolívar.
2. Analizar la relación de clases por diámetro y abundancias de las especies vegetales a lo largo de la caracterización florística, como una herramienta para determinar el estado de las especies en la comunidad vegetal de Piojó-Atlántico y San Juan Nepomuceno-Bolívar.
3. Priorizar las especies para la restauración ecológica del bosque seco tropical en el municipio de Piojo – Atlántico y San Juan Nepomuceno-Bolívar.

Marco conceptual

Sucesión Ecológica

La sucesión ecológica es el proceso en el que los organismos de una comunidad y el sustrato vinculado a ellos cambia con el tiempo (Walker et al., 2007). Este proceso actúa también en ecosistemas degradados, generando bosques secundarios, que, en este caso, también pueden ser llamados bosques de segundo crecimiento (Chazdon, 2014). Las sucesiones ecológicas no son procesos determinísticos, de modo que un bosque de regeneración, aunque puede conservar características del ecosistema histórico en el que se encontraba previamente, puede no contener la misma composición (identidad de especies), estructura (distribución de dichas especies) o función (rol ecológico y procesos desarrollados por ellas) (Walker et al., 2010). La forma en la que se desarrolla una sucesión se ve afectada por la intensidad del disturbio, su cese o continuidad, y las sucesiones pueden tanto ir de estados más simples a complejos como de complejo a simple (Walker et al., 2010) (Yepes et al., 2010) (Cuellar Cardozo et al., 2022). Se habla de sucesión primaria cuando esta inicia en un suelo desnudo y de secundaria cuando hay un sistema histórico, como es el caso de los bosques de segundo crecimiento mencionados previamente (Walker et al., 2010); sin embargo, es posible que un disturbio muy fuerte elimine por completo el sustrato asociado al sistema histórico y resulte en un proceso de sucesión primaria.

Hurtado et al. (2022) notan que los bosques sucesionales en Colombia, como consecuencia del uso y posterior abandono de ecosistemas, se encuentran en aumento, y destacan la importancia de estos ecosistemas para la conservación, así como un número reducido de estudios alrededor de ellos.

Restauración Ecológica

La restauración ecológica es el proceso de llevar los atributos (estructura, función y composición) perturbado a un estado anterior al disturbio (Clewell, 2017). Debido a esto, es posible pensar la restauración ecológica como un proceso de manipulación de la sucesión ecológica de un ecosistema (Walker et al., 2007). Ejecutar un proceso de restauración ecológica requiere el diagnóstico del sistema a restaurar, con el fin de comprender en qué estado se encuentran sus atributos con respecto a un ecosistema de referencia y que disturbio(s) lo ha(n) llevado a su

estado actual, con el fin de proponer una intervención, ejecutarla, iniciar un proceso monitoreo y manejo posterior (Barrera et al., 2010). Debido a esto, los estudios de la sucesión ecológica pueden nutrir las decisiones que se tomen a la hora de intervenir un ecosistema (Walker et al., 2007).

Bosque seco tropical

El BST es un ecosistema que se encuentra bajo los 1000 m.s.n.m, caracterizado por temperaturas promedio mayores a 24°C, precipitaciones entre 700 y 2000 mm anuales, y de uno a dos periodos de sequía anuales (Instituto Alexander von Humboldt, 1998). Se encuentra en los valles interandinos y en la región caribe, y, dado el asentamiento de la población en estas regiones y el desarrollo de actividades productivas en estas, se encuentra amenazado en ambas; en la región Caribe, particularmente, tan solo un 2% del BST maduro original permanece (Etter et al., 2020).

Londoño-Lemos et al (2022) establecieron una parcela de 1 ha dividida en 25 cuadrantes y muestrearon individuos con DAP mayor a 2.5 cm, en el Jardín Botánico Guillermo Piñerez (JBGP) , un remanente de BST protegido cercano a esta ciudad. Registraron familias, especie, encontrando 62 especies en 34 familias, considerado normal dentro del rango de especies de un BST de 55 a 155 especies. Calcularon índices de Shannon y Simpson, con resultados de 2.884 y 0.911, respectivamente, lo que refleja una alta diversidad y una dominancia relativamente baja. Encontraron una alta abundancia de *Brosimum alicastrum* y *Trophis racemosa*, donde la mayor parte de sus individuos eran juveniles. Las especies significativas de acuerdo con el IVI incluyen las 2 mencionadas más *Morisonia frondosa* (Jacq.) Christenh. & Byng, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Martinella obovata* (Kunth) Bureau & K. Schum. Concluyeron que es un bosque en estado sucesional intermedio a tardío. Se registraron 1602 individuos, que ocupaban un área total de 20.9 m².

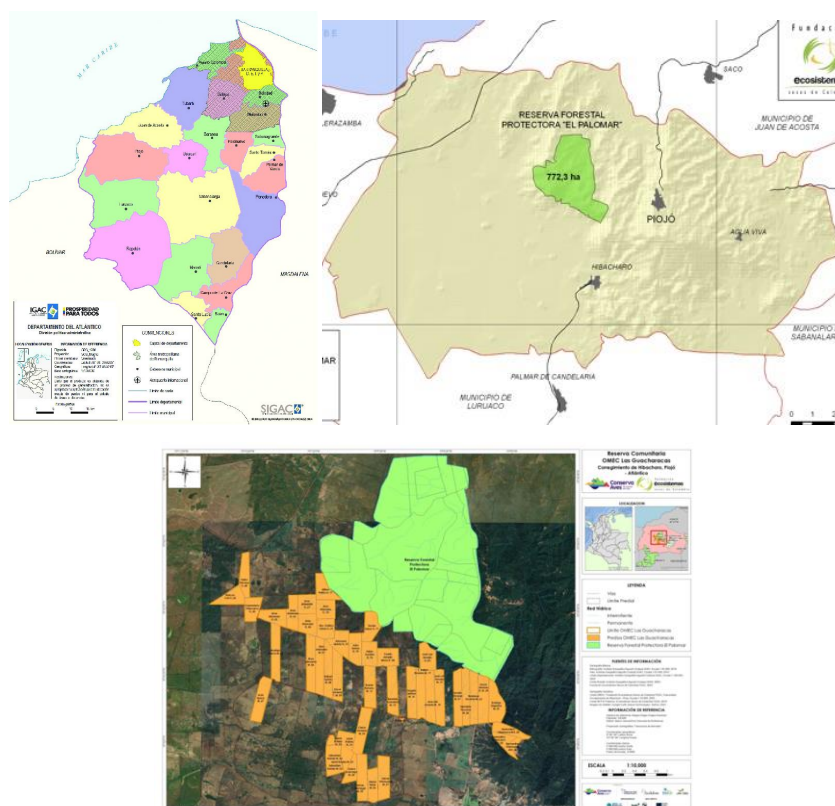
Luna Blanco et al (2022), en los municipios de Ovejas (“El principio”) y Morroa (“Bremen”) (ambos del departamento de Sucre), tomaron información de dos sitios considerados BST. Realizaron un muestreo tipo Gentry en 0.1 ha, tomando individuos con DAP mayor o igual a 1cm y altura mayor a 1.5 m. 75 especies y 29 familias fueron identificadas. Las más importantes fueron Fabaceae, Sapindaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Malvaceaea y Arecaeae Las especies con mayor IVI fueron *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl (ambos sitios), *Coccoloba caracasana* Meisn. (“Bremen”) *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (“Bremen”),

Tabernaemontana grandiflora Jacq. (“El principio”) y *Morisonia frondosa* (“El principio”).

Concluyen que los bosques se beneficiarían de medidas de restauración y no se encuentran en un estadio maduro por intervención antrópica.

Área de estudio

Los muestreos empleados en el trabajo fueron tomados en los municipios de: Piojón, en el departamento de Atlántico (**Figuras 1a, 1b y 1c**) y San Juan Nepomuceno, en el departamento de Bolívar (**Figuras 2a y 2b**).



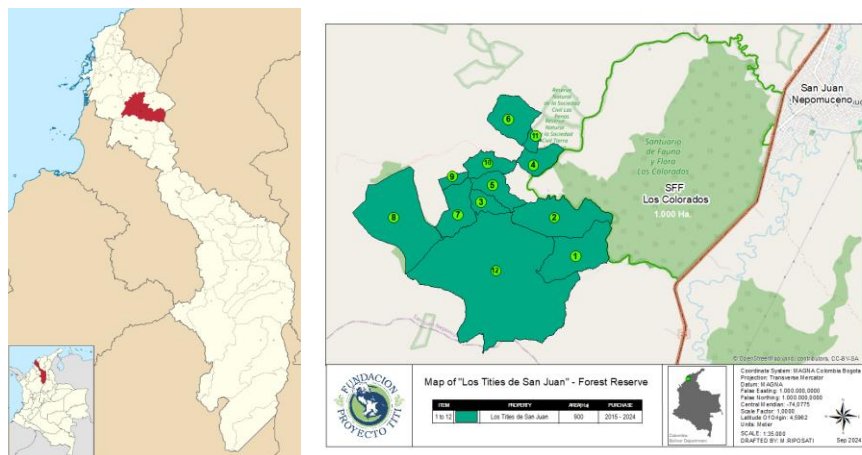
Figuras 1a, 1b y 1c: División político-administrativa del departamento de Atlántico y ubicación de Piojón en este (1a), mapa de la reserva forestal “El Palomar” en Piojón (1b) y mapa de la Reserva forestal protectora “OMECE Los Guacharacos” (1c). Nota: Imágenes tomadas de Castro-Vásquez (2016) , Fundación Ecosistemas secos (2011) y Fundación ecosistemas secos de Colombia (2023).

Piojó

Con alturas entre 0 a 530 m.s.n.m, Piojó se encuentra en el departamento de Atlántico, notorio por contar con un porcentaje de áreas transformadas cercano al 87% (Rodríguez Gómez, 2019). Entre los ecosistemas de la zona se encuentran Bosques secos tropicales (11% de la cobertura), humedales (10%) y manglares (1%) (DANE, 2020). Al año, se da una estación seca entre los meses de diciembre a abril, mientras que las mayores precipitaciones se ven de agosto a octubre. (Wheatherspark, s.f). En el municipio, es posible evidenciar, junto a las amenazas regulares al bosque seco tropical (Etter et al., 2020), deforestación asociada a la producción de carbón vegetal (Pérez Torres, 2017).

57% de la población de Piojó vive en la parte rural del municipio. 24% de los habitantes de Piojó se identifican como indígenas y 5% como afrocolombianos (no raizal o palenqueros). 45% de la población vive bajo “pobreza multidimensional” y 20% cuenta con sus necesidades básicas insatisfechas. La industria manufacturera corresponde al 21% del valor agregado de la actividad económica del municipio; el valor de la actividad agropecuaria, a un 20%; los establecimientos financieros, seguros y servicios, otro 20%, siendo estas 3 las actividades económicas más importantes del municipio (Dane, 2020). Dentro de Piojó se encuentran 3 corregimientos: Hibácharo, el Cerrito y Agua viva.

Dentro de Piojó, el bosque estudiado corresponde a una caracterización florística realizada en la OMEC Comunitaria Las Guacharácas, creada en la zona de amortiguación de la reserva forestal protectora “El Palomar”, con el objetivo de obtener resultados positivos para la biodiversidad, las funciones y servicios ecosistémicos, mientras le permite a la comunidad vivenciar sus valores culturales, socioeconómicos y espirituales (Fundación Ecosistemas Secos de Colombia, 2023) referida a partir de este momento como “OMEC”, en referencia a su tipo de área de conservación (Otras medidas efectivas de conservación).



Figuras 2a y 2b: Ubicación geográfica de San Juan Nepomuceno (a nivel departamental y nacional) (2a) y Santuario de Fauna y Flora Los Colorados (2b), junto a Reserva Natural de la sociedad civil los Titíes de San Juan. Tomado de: Institución Educativa San Agustín (s.f) y Fundación Proyecto Tití (2022)

San Juan Nepomuceno

Con una cabecera municipal ubicada a 167 m.s.n.m., pero alturas que varían entre 100 y 300 m.s.n. m., San Juan Nepomuceno se encuentra en el departamento de Bolívar. Cuenta con una temperatura promedio de 27.7°C y precipitaciones anuales. Las mayores precipitaciones se registran entre agosto y noviembre. (Alcaldía municipal de San Juan Nepomuceno, 2019)

Las actividades económicas más importantes del municipio son el cultivo de productos agrícolas (36%), las actividades de servicios no financieros o inmobiliarios (9%) y las actividades inmobiliarias y de alquiler de vivienda (6%). Un 9.3% de la población se identifica como afrocolombiana y un 83% de esta vive bajo “pobreza multidimensional” (DNP, 2013).

Tres de los bosques seleccionados en San Juan Nepomuceno corresponden a parcelas permanentes de observación de 0.25 hectáreas establecidas en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Los Titíes, zona de conservación establecida por esfuerzos en conjunto de la fundación Proyecto Tití y la Fundación Ecosistemas Secos de Colombia; esta reserva corresponde a bosques secundarios que se establecieron por regeneración natural tras explotación con fines agropecuarios (información suministrada por la Fundación Ecosistemas secos de Colombia).

El otro bosque ubicado en este municipio corresponde a una parcela de observación de una hectárea establecida en el Santuario de Flora y Fauna los Colorados, declarado como zona protegida en 1986; el ecosistema puede ser descrito como un bosque seco tropical maduro.

Métodos

Selección de sitios

Los sitios seleccionados corresponden a la información de muestreos registrados en 3 bases de datos distintas (Tabla 1). De acuerdo con la edad del sitio, estos fueron clasificados como bosques de edad temprana, intermedia o madura. La información secundaria fue provista por la Fundación Ecosistemas Secos de Colombia.

Sitio	Municipio	Edad (Categoría)
Tities-P1	San Juan Nepomuceno	Intermedio
Tities-P2	San Juan Nepomuceno	Intermedio
Tities-P3	San Juan Nepomuceno	Intermedio
Colorados	San Juan Nepomuceno	Maduro
OMEC	Piojó	Temprano

Tabla 1: Datos de los sitios empleados.

Muestreo de la vegetación

Se participo directamente en el muestreo en OMEC del 2-13 de octubre de 2023, el cual consistió en 12 transectos (4 x 50 mt) basadas en transectos tipo Gentry (1981). Los transectos fueron modificados en cuanto a sus dimensiones (sin que el área cambie), empleadas para una caracterización de la vegetación de la reserva. Se muestrearon dos “coberturas” de acuerdo con el mapa Corine Land cover. Posteriormente se determinó que los bosques no varían lo suficiente para considerarlos distintos.

Los datos de los sitios adicionales corresponden a muestreos de vegetación realizados por la Fundación Ecosistemas Secos de Colombia.

Los muestreos realizados en la reserva “Los Titíes” consistieron en un monitoreo de parcelas permanentes de 0.25 ha, cada una dividida en 25 cuadrantes. Dichas parcelas fueron establecidas en 2017 y han contado con 3 monitoreos posteriores a su establecimiento. Los datos empleados corresponden a individuos vivos e identificados taxonómicamente en el último monitoreo, en febrero de 2023., durante 10 días (aproximadamente 3 por parcela) El muestreo en el Parque Natural Nacional “Los Colorados” consistió en un monitoreo de una parcela permanente de 1 ha, dividida en 100 cuadrantes. El último monitoreo, del que se emplearon los datos, fue realizado en junio de 2022, durante 6 días, en parte por un mayor número de personal y menor necesidad de desplazarse para buscar las parcelas, reporta la Fundación.

Preparación de datos

Se realizó la estandarización de los nombres científicos de las especies registradas en las bases de datos, con el fin de evitar reportes incorrectos y emplear la nomenclatura más reciente. Para esto, se empleó la lista del sitio web “The World Flora Online” (s.f).

Con el fin de estandarizar los muestreos, solo fueron incluidos individuos con un DAP mayor a 2.5 cm. Adicionalmente, en los resultados se reportan valores de número de especies y familias tanto en bruto como estandarizado por el área de cada muestreo.

Análisis de estructura de la vegetación

La estructura de la vegetación se refiere a la forma en la que la biomasa se encuentra distribuida en el espacio físico y se puede dividir en 2: estructura vertical (asociada a la altura de los individuos) y horizontal (en el área) (Domínguez Gómez et al, 2018). Para estudiar la estructura vertical, se calculó la altura promedio de los bosques (y su desviación estándar). La estructura horizontal fue caracterizada calculando el área basal de los individuos mediante el DAP de estos. Posteriormente, el área basal promedio y DAP promedio de los sitios fueron calculados. Junto a estos datos, se calculó la densidad de individuos sobre hectárea.

Análisis de diversidad

El número de especies y de familias, tanto de cada sitio como de su conjunto, fue calculado. Con el fin de estudiar la diversidad alfa de los sitios, se calculó el índice de Shannon (Villareal et al., 2004). Los análisis se llevaron a cabo usando el paquete “Vegan” de R (Oksanen et al, 2022). La diversidad beta fue evaluada mediante la disimilitud de Bray Curtis comparando todos los pares de sitios posibles, con el fin de determinar que sitios se asemejan más entre ellos; se realizó una interpretación gráfica de la similitud entre sitios con los resultados del índice. Se registró, como medida descriptiva, el número de especies sobre hectárea y familias sobre hectárea. Con el fin de comparar entre los sitios y estandarizar para las diferencias en área, se empleó una rarefacción para determinar cuántas especies aparecerían en los sitios para el mínimo esfuerzo de muestreo que devuelva todas las especies en OMEC (que tuvo el menor esfuerzo de muestreo). Finalmente, se tomó nota de que especies son exclusivas de cada sitio, así como que especies se encuentran bajo una categoría de amenaza de la IUCN.

Empleando la información del sitio “The World Flora Online” (también usado para homologar nombres científicos), se registró la información correspondiente al tipo de fruto de cada especie a partir de la descripción encontrada en su página. Fuentes de información adicionales fueron empleadas cuando la información del sitio fue insuficiente. (Croat & Mori, 1974) (Bittrich & Kühn, 1993)(Mendoza et al, 2004)

Con el fin de determinar cuáles especies muestran importancia ecológica en las comunidades vegetales de cada sitio, se calculó el índice de valor importancia (IVI) (Lozada, 2010). Para esto, se llevó a cabo la sumatoria de los valores de la abundancia relativa (número total de individuos de una especie frente a todos los individuos), frecuencia relativa (número de subparcelas/subtransectos en el que aparece una especie frente a todos los subtransectos) y dominancia relativa (área basal ocupada por los individuos de una frente al área basal de todos los individuos).

Listado de especies prioritarias para la restauración

De acuerdo con el método descrito por Meli et al. (2013), se llevó a cabo la correlación entre el número de individuos y las clases diamétricas presentes para cada especie. Se puede sugerir que especies requieren esfuerzos de colonización asistida empleando una correlación de Spearman

entre las abundancias de las especies que sumen el 50% del valor del IVI y las clases diamétricas que ocupan. La correlación negativa (P) y estadísticamente significativa (ρ) es interpretada como que la especie no requiere asistencia; una correlación no significativa o positiva, sugiere la necesidad de colonización asistida, debido a ausencia (o insuficiencia) del proceso de reclutamiento en su población.

Junto al análisis de la correlación de Spearman, se empleó literatura sobre especies amenazadas, empleando información del sitio de la UICN.

Resultados

Diversidad taxonómica

A lo largo de todos los sitios de muestreo fueron identificadas 44 familias y 192 especies. El sitio que más especies presentó fue “Los colorados”, clasificado como un bosque maduro. El sitio que menos especies presentó fue “OMEC-1”, clasificado como un sitio de sucesión temprana. Las familias más recurrentes fueron Fabaceae, Meliaceae, Ulmaceae, Capparaceae, Moraceae, Apocynaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae, Malvaceae y Polygonaceae. Las especies más recurrentes fueron: *Trichilia acuminata* (Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.), *Ampelocera macphersonii* (Todzia), *Morisonia verrucosa* ((Jacq.) Christenh. & Byng), *Astronium graveolens* (Jacq.), *Brosimum alicastrum* (Sw), *Aspidosperma polyneuron* (Müll. Arg.), *Guazuma ulmifolia* (Lam.), *Machaerium biovulatum* (Micheli), *Pittoniotis trichantha* (Griseb.) y *Sorocea sprucei* ((Baill.) J.F. Macbr).

Tabla 2. Tabla con las 10 familias y 10 especies más recurrentes en la caracterización florística, junto a su número de registros.

Familia	# de registros	Especie	# de registros
Fabaceae	916	<i>Trichilia acuminata</i>	430
Meliaceae	446	<i>Ampelocera macphersonii</i>	420
Ulmaceae	422	<i>Morisonia verrucosa</i>	259
Capparaceae	326	<i>Astronium graveolens</i>	237
Moraceae	310	<i>Brosimum alicastrum</i>	186
Apocynaceae	271	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	175

Anacardiaceae	267	<i>Guazuma ulmifolia</i>	138
Rubiaceae	248	<i>Machaerium biovulatum</i>	116
Malvaceae	164	<i>Pittoniotis trichantha</i>	112
Polygonaceae	164	<i>Sorocea sprucei</i>	106

Tabla 3: Familias con mayor número de registros por sitio

OMEC	Colorados	P1	P2	P3
Fabaceae	Meliaceae	Fabaceae	Fabaceae	Fabaceae
Malvaceae	Ulmaceae	Anacardiaceae	Malvaceae	Anacardiaceae
Anacardiaceae	Capparaceae	Sapindaceae	Apocynaceae	Rubiaceae
Polygonaceae	Moraceae	Myrtaceae	Rubiaceae	Apocynaceae
Lecythidaceae	Apocynaceae	Moraceae	Piperaceae	Moraceae

De acuerdo con el índice de Simpson, el bosque más equitativo es P1, mientras el menos equitativo corresponde a Colorados. El bosque con el mayor índice de Shannon es P1, mientras el menor es Colorados (**Tabla 4**).

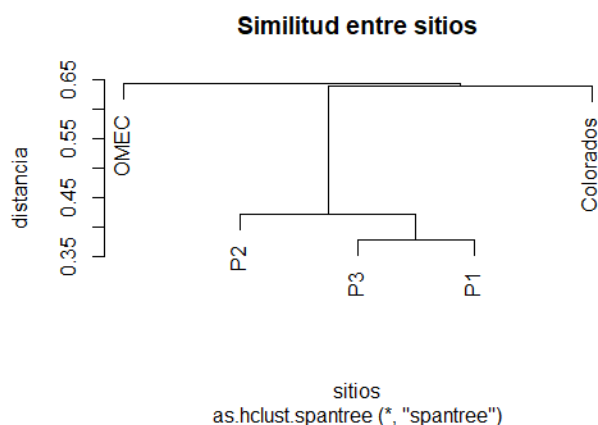
Tabla 4. Registro de especies, familias, especies sobre hectárea, familias sobre hectárea, especies (estandarizado) e índice de Shannon de los sitios estudiados.

Sitio	Familias	Especies	Familias/ha	Especies/ha	Especies (est)	Shannon
P1-Tities	26	77	104	308	64	3.76
P2-Tities	29	75	116	300	67	3.65
P3-Tities	29	74	116	296	62	3.59
Colorados	35	84	35	84	50	3.10
OMEC	23	55	96	229	55	3.19

La mayor disimilitud entre sitios fue hallada entre “Colorados” y “OMEC”. Los sitios más similares fueron “P3” y “P1”, ambos pertenecientes a “Los Tities”. (**Tabla 5**)

Tabla 5: Distancias entre sitios medidas empleando la disimilitud de Bray Curtis.

	Colorados	OMECE	P1	P2
OMECE	0.85			
P1	0.78	0.79		
P2	0.85	0.82	0.59	
P3	0.79	0.78	0.55	0.63

Figura 3: Dendrograma mostrando la similitud entre sitios empleando la disimilitud de Bray Curtis.

Todos los sitios registraron una mayor proporción de frutos secos en contraste a los carnosos.

De las 192 especies encontradas, 87 se encontraban en más de un solo sitio; 105, exclusivamente en uno de estos. Colorados reportó 42 especies únicas; P2 contó con 19; OMECE, 18 especies únicas; P3 y P1, trece cada una. En teoría, estandarizando para el área de muestreo, habría 52 especies únicas en P1 y P3, 72 en P2 y 75 en OMECE.

Las especies que fueron encontradas en todos los sitios fueron: *Aspidosperma polyneuron*, *Astronium graveolens*, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Guazuma ulmifolia*, *Morisonia verrucosa* y *Pittoniotis trichantha*. 28 especies se encontraron en solo 2 sitios, 37 en 3 de ellos y 16 en 4. Las especies únicas de cada sitio (y su sitio), así como las compartidas (y en que sitio se encuentran) se encuentran registradas en los **anexos 1 y 2**.

Estructuras horizontal y vertical

La mayor densidad de individuos por hectárea fue reportada en P3, con 3320 individuos/hectárea. La menor se encontró en OMEC. El menor valor de DAP promedio se encuentra en P3; el mayor, en Colorados. Los árboles más cortos se encuentran en el sitio P2; la mayor altura, en Colorados.

(Tabla 6)

Tabla 6. Datos asociados a la estructura (DAP, altura y densidad de individuos promedio) de los bosques empleados (desviación estándar en paréntesis).

Sitio	DAP (cm)	Área Basal (cm ²)	Altura(m)	Individuos/hectárea
P1-Tities	7.27 (5.94)	69.17 (164.01)	6.18 (3.34)	3120
P2-Tities	6.52 (5.35)	55.85 (152.06)	4.94 (2.8)	2256
P3-Tities	6.14 (4.02)	42.33 (73.78)	5.09 (2.33)	3320
Colorados	7.31 (7.46)	85.7 (440.16)	7.76 (3.75)	2427
OMEC	9.71 (7.59)	126.52 (300.31)	10.51 (4.86)	1645.83

Análisis de IVI

Las especies que suman el 50% del IVI de cada sitio, así como los resultados del análisis tamaño-abundancia, se encuentran registradas en el **Anexo 3**. *Pachyptera kerere* (Aubl.) Sandwith en P1; *Piper amalago* L., *Spondias mombin* L. y *Bursera simaruba* en P2, y *Pachyptera kerere*, *Bursera simaruba* y *Spondias mombin* en OMEC fueron halladas como especies que requieren esfuerzos de colonización asistida.

Categorías de amenaza

De las 192 especies encontradas, 8 se encontraban bajo alguna categoría de amenaza de la UICN (Tabla 7).

Tabla 7. Especies que presentan algún estado de amenaza.

Especie	Categoría de Amenaza (UICN)
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	EN
<i>Centrolobium paraense</i> Tul.	NT
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	VU
<i>Morisonia linearis</i> (Jacq.) Christenh. & Byng	NT
<i>Peltogyne purpurea</i> Pittier	VU
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	VU
<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	NT
<i>Trichilia acuminata</i>	VU

Discusión

Todos los bosques estudiados aquí presentan una mayor diversidad alfa y densidad de individuos que el BST estudiado por Londoño-Lemos et al (2022). Sin embargo, estos bosques también contaron con un área basal promedio menor que el de Londoño-Lemos et al. La mayor densidad de individuos y diversidad alfa evidencia recuperación de los atributos del BST tras disturbios; la menor área basal puede verse explicada por el hecho de que el BST de Londoño-Lemos et al es un bosque maduro y protegido. Por otra parte, cuando se contrasta este bosque con el (BST maduro) estudiado por Marulanda et al (2003), es posible encontrar un mayor número de especies y familias sobre hectárea (excepto en “Colorados”), pero una menor densidad de individuos. Estas comparaciones permiten evidenciar la heterogeneidad de la trayectoria de recuperación, así como el efecto de la variación específica de cada sitio. Galindo (2017) encontró que, en un

bosque maduro, se espera encontrar un mayor número de frutos carnosos; todos los bosques caracterizados, en contraste, presentan una mayoría de frutos secos. Todo esto indica que los bosques estudiados se encuentran en un estadio sucesional secundario. Asistir el proceso de sucesión hacia un estadio más maduro podría, por otra parte, ayudar a mantener poblaciones de mamíferos frugívoros como *Saguinus oedipus*, *Alouatta seniculus*, *Ateles hybridus* o *Aotus griseimembra*, entre otros (Pizano & García, 2014), manteniendo la integridad del ecosistema.

B. alicastrum, *A. polyneuron*, *A. macphersonii*, *T. acuminata*, *A. graveolens* y *H. crepitans* hacen parte del listado de especies que fueron halladas como ecológicamente importantes para al menos uno de los sitios (Anexo 3); todas registran un reclutamiento de individuos juveniles adecuado en sus poblaciones. Estas especies han sido destacadas por la literatura como especies significativas del BST del caribe (Etter et al, 2020)(Pizano & García, 2014). El que no todas sean ecológicamente significativas en todos los sitios, junto a que especies destacadas por la literatura no aparezcan en el listado o el que especies no nombradas en publicaciones anteriores sean representativas en alguno de los bosques no es, sin embargo, motivo de preocupación, puesto que una alta diversidad beta entre sitios (y por ende, variación significativa en la composición entre sitios) es una de las características del BST.

Londoño-Lemos et al (2020) ejecutaron, en los montes de María, un proceso de propagación comunitaria de especies de BST; para la selección de especies que serían empleadas, uno de los criterios consistió en emplear especies con las que la comunidad local estuviera familiarizada. Dentro del listado de especies recomendado para procesos de restauración, cabe destacar que *B. simaruba*, *S. mombin*, *A. polyneuron*, *C. paraense*, *P. acapulcensis*, *P. officinalis* y *T. acuminata*, así como plantas de los géneros *Morisonia* y *Handroanthus* (*M. linearis* y *H. chrysanthus*) cuentan con algún uso tradicional por parte de las comunidades locales, lo que podría sugerir que su uso en procesos de colonización asistida y otros esfuerzos de restauración llevados a cabo con los grupos humanos locales sería adecuado; *S. mombin*, incluso, fue empleada en estos procesos de propagación. Adicionalmente, Sanchez (2022) destaca en su revisión de literatura que *B. simaruba*, *S. mombin* y *H. chrysanthus* cuentan con literatura de su desempeño (crecimiento y supervivencia) en procesos de restauración y/o experimentales, información que podría facilitar la propagación de estas especies.

Conclusiones

El estudio encuentra que el bosque más antiguo (Colorados) es menos diverso que los otros bosques caracterizados. Sin embargo, el estudio no rastrea los mecanismos de variación entre los bosques estudiados, lo que enfatiza la importancia de tanto continuar los estudios en las zonas caracterizadas como de estudiar las características de los bosques secundarios.

Las especies que el IVI reporta como ecológicamente importantes en los sitios son coherentes con la literatura. Se encuentra que la mayor parte de ellas cuentan con una relación tamaño-abundancia adecuada (que sugiere reclutamiento de juveniles capaz de mantener la población). Esfuerzos de colonización asistida y otras medidas de restauración son sugeridos para aquellas especies que no reportaron una relación tamaño-abundancia adecuada.

La lista de especies prioritarias para esfuerzos de restauración sugerida es coherente tanto con trabajos previos.

Agradecimientos

A mis padres, por acompañarme a lo largo de mi proceso de formación.

A mi hermana, por darme apoyo moral.

A la profesora Lilia, por asesorarme y ayudarme a lo largo del trabajo desde la práctica hasta la redacción de este documento

A la Fundación Ecosistemas Secos de Colombia, y a su directora, Gina Rodríguez, por la experiencia de la práctica social, así como por el acompañamiento y suministro de información para la realización del trabajo de grado.

Referencias

- Alcaldía municipal de San Juan Nepomuceno, 2019, Nuestro municipio, tomado de:
<http://www.sanjuannepomuceno-bolivar.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. 2010. Manual para la restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp
- Bittrich, V., Kühn, U. (1993). Nyctaginaceae. In: Kubitzki, K., Rohwer, J.G., Bittrich, V. (eds) Flowering Plants · Dicotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants, vol 2. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_56
- Bobbit, Z, 2021, Shannon Diversity Index: Definition & Example, tomado de,
<https://www.statology.org/shannon-diversity-index/>
- Castro-Vásquez, L. (2016). Aproximación al estado actual del conocimiento de la avifauna del departamento del Atlántico, Colombia. Biota Colombiana, 17(1).
<https://doi.org/10.21068/C2016v17r01a07>
- Cuéllar-Cardozo, J. A., Nossa-Silva, D., & Vallejo, M. I. (2022). Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. Colombia Forestal, 25(2), 70–84. <https://doi.org/10.14483/2256201X.19029>
- Chazdon, 2014, PERCEPTIONS OF TROPICAL FORESTS AND NATURAL REGENERATION, en Chazdon, The University of Chicago Press, Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation – Hardcover, (p 73-93)
- Chazdon, 2014, SUCCESSIONAL PATHWAYS AND FOREST TRANSFORMATIONS, en Chazdon, The University of Chicago Press, Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation – Hardcover, (p 73-93)

- Clewell, F.A, Aronson, J, (2017). Restauración Ecológica: Principios, Valores Y Estructura De Una Profesión Emergente: Vol. Segunda edición. Island Press
- Croat, T. B., & Mori, S. (1974). A New *Gustavia* (Lecythidaceae) from Panama and Colombia. *Brittonia*, 26(1), 22–26. <https://doi.org/10.2307/2805915>
- Dane, 2020, Perfil socioeconómico municipal Piojó Atlántico.
- Departamento del Atlántico, 2021, Piojó, tomado de:
<https://www.atlantico.gov.co/index.php/departamento/mapasdeldepartamento/688-piojo>
- Domínguez Gómez, T. G., Hernández González, B. N., González Rodríguez, H., Cantú Silva, I., Alanís Rodríguez, E., & Alvarado, M.S. (2018). Estructura y composición de la vegetación en cuatro sitios de la Sierra Madre Occidental. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(50), 9-34. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.227>
- Etter A., Andrade A., Saavedra K., Cortés, J., Amaya P. y P. Aróvalo 2020. Colombia un país en riesgo ecológico: una aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a sus ecosistemas terrestres continentales. 60pp. Centro Editorial Javeriano, Bogotá.
- Foster, B.L., Tilman, D. Dynamic and static views of succession: Testing the descriptive power of the chronosequence approach. *Plant Ecology* 146, 1–10 (2000).
<https://doi.org/10.1023/A:1009895103017>
- Fundación Ecosistemas Secos de Colombia, 2023, Creación de área protegida de base comunitaria en la zona de amortiguación de la Reserva Forestal Protectora El Palomar (Piojó - Atlántico), tomado de: <https://ecosistemassecos.org/es/programas/gestion-ambiental-y-uso-sostenible/establecimiento-de-areas-protegidas/81-creacion-de-area-protegida-de-base-comunitaria-en-la-zona-de-amortiguacion-de-la-reserva-forestal-protectora-el-palomar-piojo-atlantico#&gid=1&pid=9>. Consultado en 2024
- Fundación Ecosistemas Secos de Colombia, 2011, Reserva Forestal protectora “El Palomar”, tomado de: <https://www.ecosistemassecos.org/es/programas/gestion-ambiental-y-uso-sostenible/establecimiento-de-areas-protegidas/52-reserva-forestal-protectora-el-palomar>. Consultado en 2024

- Galindo, C. P. (2017). *Dispersión y tolerancia a la desecación de las semillas de las especies arbóreas del bosque seco tropical de Colombia : implicaciones para la restauración ecológica*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/21154>.
- Gentry, A. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E. (Eds.). *Seasonally dry tropical forests (First Ed.)*. (Pp: 146-190). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511753398.007>
- Guerra-Martínez, F., García-Romero, A., Ángel Martínez-Morales, M., & López-García, J. (2021). Resiliencia ecológica del bosque tropical seco: recuperación de su estructura, composición y diversidad en Tehuantepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, 1–15. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3422>
- Hurtado-M, A., Muñoz, J.C., Echeverry-Galvis, M. Á., & Norden, N. (2022). Bosques sucesionales en Colombia: una oportunidad para la recuperación de paisajes transformados. *Caldasia*, 44(2), 332–344. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n2.82255>
- Instituto Alexander Von Humboldt, 1998, *El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia*.
- Jackson, H. B., & Fahrig, L. (2013). Habitat Loss and Fragmentation. *Encyclopedia of Biodiversity*, 50–58. doi:10.1016/b978-0-12-384719-5.00399-3
- Johnson, E.A. and Miyanishi, K. (2008), Testing the assumptions of chronosequences in succession. *Ecology Letters*, 11: 419-431. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01173.x>
- Koleff P, Gaston KJ, Lennon JJ. 2003; Measuring beta diversity for presence–absence data. *J Anim Ecol*. 72:367-382
- Londoño-Lemos, V., Tapasco-García, J., Escobar-Hadechini, O., & Madriñán, S. (2022). Vegetación leñosa de un remanente de bosque seco tropical en el Caribe colombiano. *Colombia Forestal*, 25(1), 51–66. <https://doi.org/10.14483/2256201X.17920>
- López C. R., Sarmiento C., Espitia L., Barrero A.M., Consuegra C., Gallego C., B. 2016. 100 plantas del Caribe colombiano. Usar para conservar: aprendiendo de los habitantes del bosque seco. Fondo Patrimonio Natural, Bogotá D.C. Colombia. 240 pp

- Lozada, J. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Revista Forestal Venezolana*, 54 (1), 77-88. Links
- Luna-Blanco, C. P., Álvarez-Pérez, P. J., & Mercado-Gómez, J. D. (2022). Diversidad y estructura fisionómica en dos fragmentos de bosques riparios asociados a ecosistemas secos en el Caribe colombiano (Montes de María - Sucre). *Ciencia En Desarrollo*, 13(2), 11–24. <https://doi.org/10.19053/01217488.v13.n2.2022.14137>
- Marulanda, L. O., Uribe, A., Velásquez, P., Montoya, M. Ángel, Idárraga, Álvaro, López, M. C., & López, J. M. (2017). Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. composición de plantas vasculares. *Actualidades Biológicas*, 25(78), 1–14. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.329498>
- Meli, P., Martínez-Ramos, M., & Rey-Benayas, J. M. (2013). Selecting Species for Passive and Active Riparian Restoration in Southern Mexico. *Restoration Ecology*, 21(2), 163–165. doi:10.1111/j.1526-100x.2012. 00934.x
- Mendoza H., Ramírez B. y Jiménez L.C. 2004. Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 351p
- Oksanen J, Simpson G, Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O'Hara R, Solymos P, Stevens M, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, De Caceres M, Durand S, Evangelista H, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill M, Lahti L, McGlenn D, Ouellette M, Ribeiro Cunha E, Smith T, Stier A, Ter Braak C, Weedon J (2022). *_vegan: Community Ecology Package_*. R package version 2.6-4, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Perez Torres, Y, 2017, EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA PRODUCCIÓN DEL CARBÓN VEGETAL EN EL CORREGIMIENTO DE HIBACHARO EN EL MUNICIPIO DE PIOJO DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO,
- Pizano, C, H, García, 2014, El Bosque Seco Tropical en Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt,(IAvH), Bogotá D.C., Colombia.

Rodríguez Gómez, M. (2019). Perfil ambiental de la Región Caribe colombiana. *Economía & Región*, 7(2), 193–220. Recuperado a partir de <https://revistas.utb.edu.co/economiayregion/article/view/56>

The IUCN List of Threatened Species, recuperado a partir de: <https://www.iucnredlist.org/>

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto Alexander von Humboldt, Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 236 pág.

Walker, L.R., Walker, J., Moral, R. (2007). Forging a New Alliance Between Succession and Restoration. In: Walker, L.R., Walker, J., Hobbs, R.J. (eds) *Linking Restoration and Ecological Succession*. SPRINGER SERIES ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35303-6_1

Walker, L. R., Wardle, D. A., Bardgett, R. D., & Clarkson, B. D. (2010). The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. *Journal of Ecology*, 98(4), 725–736. doi:10.1111/j.1365-2745.2010.01664.x

Weatherspark, s.f, El clima y el tiempo promedio en todo el año en Piojé Colombia, tomado de: <https://es.weatherspark.com/y/22616/Clima-promedio-en-Pioj%C3%B3-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Weatherspark, s.f, El clima y el tiempo promedio en todo el año en San Juan Nepomuceno Colombia, tomado de: <https://es.weatherspark.com/y/22585/Clima-promedio-en-San-Juan-Nepomuceno-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

The World Flora Online, recuperado a partir de: <https://www.worldfloraonline.org/>

Yepes, A. P., del Valle, J. I., Jaramillo, S. L., & Orrego, S. A. (2010). Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 427–445.

Anexo 1. Listado de especies encontradas en un solo sitio (y el sitio en el que se encuentran)

Especie	Sitio	Especie	Sitio
<i>Acacia leucolobia</i> Sweet	P2	<i>Libidibia punctata</i> (Willd.) Britton	OMECE
<i>Acalypha villosa</i> Jacq.	OMECE	<i>Luehea candida</i> (DC.) mart.	P1
<i>Achatocarpus nigricans</i> (Triana)	Colorados	<i>Mabea montaña</i> Müll. Arg.	P3
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex-DC.	P2	<i>Machaerium goudotii</i> Benth.	Colorados
<i>Alseis mutisii</i> Moldenke	P3	<i>Machaerium kegelii</i> Meisn.	Colorados
<i>Amyris balsamifera</i> L.	Colorados	<i>Machaerium moritzianum</i> Benth.	Colorados
<i>Amyris pinnata</i> Kunth	Colorados	<i>Machaerium mutisii</i> Killip ex Rudd	P3
<i>Anemopaegma chrysoleucum</i> (Kunth) Sandwith	P1	<i>Machaerium seemannii</i> Benth. ex-Seem.	P1
<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	P3	<i>Malpighia glabra</i> L.	Colorados
<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J. Wen	P2	<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	P2
<i>Ardisia foetida</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Colorados	<i>Mayna grandifolia</i> (H. Karst.) Warb.	Colorados
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Müll. Arg.	Colorados	<i>Maytenus sieberiana</i> Krug & Urb.	P1
<i>Bactris major</i> Jacq.	P3	<i>Morisonia linearis</i>	OMECE
<i>Batocarpus costaricensis</i> Standl. & L.O. Williams	Colorados	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	P3

<i>Bauhinia pauletia</i> Pers.	OMECE	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Colorados
<i>Bombax ceiba</i> L.	Colorados	<i>Oxandra venezuelana</i> R.E. Fr.	Colorados
<i>Bonellia frutescens</i> (Mill.) B. Ståhl & Källersjö	OMECE	<i>Paullinia alata</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	P1
<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K. Schum.	Colorados	<i>Peltogyne purpurea</i>	Colorados
<i>Morisonia indica</i> (L.) ined.	P3	<i>Petrea pubescens</i> Turcz.	P1
<i>Carpotroche grandiflora</i> Spruce ex Benth.	P1	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	P1
<i>Casearia praecox</i> Griseb.	Colorados	<i>Piper amalago</i>	P2
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Colorados	<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G. Ribeiro, Seigler & Ebinger	Colorados
<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Bonpl.) Kunth	Colorados	<i>Plectrocarpa arborea</i> (Jacq.) Christenh. & Byng	Colorados
<i>Cecropia peltata</i> L.	OMECE	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	Colorados
<i>Centrolobium paraense</i>	OMECE	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	OMECE
<i>Martinella obovata</i>	P3	<i>Pterocarpus officinalis</i>	P1
<i>Chromolaena perglabra</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	Colorados	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	P2
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	Colorados	<i>Rondeletia purdiei</i> Hook. f.	P3
<i>Coccoloba caracasana</i>	P2	<i>Rosenbergiodendron formosum</i> (Jacq.) Fagerl.	P2

<i>Coccoloba coronata</i> Jacq.	OMECE	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	OMECE
<i>Coccoloba padiformis</i> Meisn.	Colorados	<i>Sapindus saponaria</i> L.	P1
<i>Coccoloba williamsii</i> Standl.	OMECE	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Colorados
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	Colorados	<i>Serjania adusta</i> Radlk.	Colorados
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	OMECE	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Colorados
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	P2	<i>Stenosepala hirsuta</i> C.H. Perss.	Colorados
<i>Cordia thaisiana</i> G. Agostini	Colorados	<i>Stigmaphyllon dichotomum</i> (L.) Griseb.	P2
<i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin	Colorados	<i>Strychnos panamensis</i> Seem.	P1
<i>Coursetia fruticosa</i> (Cav.) J.F. Macbr.	P2	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Colorados
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Colorados	<i>Tabernaemontana</i> <i>amygdalifolia</i> Jacq	P2
<i>Crescentia cujete</i> L.	OMECE	<i>Tanaecium tetragonolobum</i> (Jacq.) L.G. Lohmann	Colorados
<i>Croton niveus</i> Jacq.	OMECE	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	OMECE
<i>Deguelia picta</i> (Pittier) R.A. Camargo & A.M.G. Azevedo	P1	<i>Trichilia appendiculata</i> (Triana & Planch). C. DC.	P3
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	P1	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Colorados
<i>Erythrina fusca</i> Lour.	P2	<i>Trichostigma octandrum</i> (L.) H. Walter	P2

<i>Esenbeckia pentaphylla</i> (Macfad.) Griseb.	Colorados	<i>Triplaris americana</i> L.	OMECE
<i>Eugenia procera</i> (Sw.) Poir.	Colorados	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Colorados
<i>Fridericia candicans</i> (Rich.) L.G. Lohmann	P2	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	P2
<i>Guapira pacurero</i> (Kunth) Little	P3	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff.) Seigler & Ebinger	P2
<i>Gustavia speciosa</i> (Kunth) DC.	Colorados	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	OMECE
<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Colorados	<i>Vitex compressa</i> Turcz.	Colorados
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	P2	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	P3
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	P3	<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H.M. Hern.	OMECE
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	P2		

Anexo 2. Listado de especies compartidas entre los sitios (junto a los sitios en los que se encuentran).

Especie	Colorados	OMECE	P1	P2	P3
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.			X	X	X
<i>Ampelocera macphersonii</i>	X			X	X
<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G. Lohmann			X	X	
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	X	X	X	X	X
<i>Astronium graveolens</i>	X	X	X	X	X
<i>Brosimum alicastrum</i>	X		X	X	X
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber			X		X

<i>Bunchosia diphylla</i> (Jacq.) Cuatrec. & Croat			X	X	X
<i>Bursera simaruba</i>	X	X	X	X	X
<i>Calliandra magdalенаe</i> (Bertero ex DC.) Benth.			X	X	X
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	X	X	X		
<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	X		X	X	
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth		X	X	X	
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	X	X			
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	X		X	X	X
<i>Celtis trinervia</i> Lam.	X		X		
<i>Cereus hexagonus</i> (L.) Mill.		X		X	
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	X		X		X
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose			X	X	X
<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.			X	X	X
<i>Coccoloba obovata</i> Kunth			X	X	X
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	X	X			X
<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	X		X	X	X
<i>Cordia alliodora</i>			X	X	X
<i>Coursetia ferruginea</i> (Kunth) Lavin		X	X	X	X
<i>Crateva tapia</i> L.	X	X			
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.		X		X	
<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.			X	X	X
<i>Genipa americana</i> L.		X	X		

<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.		X		X	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	X	X	X	X	X
<i>Gustavia superba</i> (Kunth) O. Berg	X		X	X	
<i>Handroanthus chrysanthus</i>		X	X		X
<i>Hippocratea volubilis</i> L.	X		X	X	X
<i>Hiraea reclinata</i> Jacq.		X			X
<i>Hura crepitans</i> L.	X	X			
<i>Inga hayesii</i> Benth.	X		X		
<i>Lachesiodendron viridiflorum</i> (Kunth) P.G. Ribeiro, L.P. Queiroz & Luckow		X	X	X	X
<i>Lecythis minor</i> Jacq.	X	X			X
<i>Libidibia coriaria</i> (Jacq.) Schltdl.		X		X	X
<i>Lonchocarpus violaceus</i> Benth.		X	X		X
<i>Machaerium biovulatum</i>			X	X	X
<i>Machaerium bondaense</i> Pittier	X		X		X
<i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Amshoff			X	X	X
<i>Machaerium polyphyllum</i> (Poir.) Benth.			X		X
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don				X	X
<i>Mascagnia ovatifolia</i> (Kunth) Griseb.			X	X	X
<i>Matayba scrobiculata</i> Radlk.			X	X	
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	X		X	X	
<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	X	X	X	X	

<i>Mimosa pigra</i> L.		X		X	
<i>Morisonia frondosa</i>	X		X	X	
<i>Morisonia odoratissima</i> Gilg	X			X	X
<i>Morisonia verrucosa</i>	X	X	X	X	X
<i>Neea nigricans</i> Fawc. & Rendle			X	X	X
<i>Pachyptera kerere</i>		X	X		X
<i>Paullinia cururu</i> L.	X		X		
<i>Pisonia aculeata</i> L.	X				X
<i>Pithecellobium hymenaeifolium</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.			X	X	X
<i>Pittoniotis trichantha</i>	X	X	X	X	X
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	X	X			X
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	X		X		
<i>Plumeria alba</i> L.			X		X
<i>Pradosia colombiana</i> (Standl.) Penn. ex T.J. Ayers & Boufford	X	X	X		X
<i>Prestonia trifida</i> (Poepp.) Woodson	X		X	X	
<i>Pseudalbizzia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) E.J.M. Koenen & Duno		X	X		
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	X	X	X		X
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	X		X	X	X
<i>Quadrella indica</i> (L.) Iltis & Cornejo	X	X			X
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.		X	X	X	X
<i>Randia dioica</i> H. Karst.			X	X	X

<i>Ruprechtia ramiflora</i> (Jacq.) C.A. Mey.		X	X	X	X
<i>Schaefferia frutescens</i> Jacq.			X	X	X
<i>Schnella glabra</i> Jacq.	X		X	X	X
<i>Seguiera americana</i> L.	X				X
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby				X	X
<i>Serjania columbiana</i> Radlk.				X	X
<i>Sorocea sprucei</i>	X	X	X		X
<i>Spondias mombin</i>		X	X	X	X
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.		X	X	X	
<i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng.	X		X		X
<i>Tabernaemontana cymosa</i> Jacq.			X	X	X
<i>Tabernaemontana grandiflora</i>	X			X	
<i>Thinouia myriantha</i> Triana & Planch.			X		X
<i>Trichilia acuminata</i>	X				X
<i>Trichilia hirta</i> L.		X		X	
<i>Xylosma intermedia</i> (Seem.) Triana & Planch.			X	X	X

Anexo 3 Listado de especies que suman el 50% del valor del IVI, junto al valor P y Rho de la correlación de Spearman entre clases diamétricas y abundancias.

Sitio	Especie	Valor P	rho	¿Requiere restauración?
P1	<i>Astronium graveolens</i>	0.0003	-0.89	No
P1	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.004	-0.79	No
P1	<i>Combretum fruticosum</i>	0.02	-0.67	No

P1	<i>Cordia Alliodora</i>	0.002	-0.81	No
P1	<i>Coursetia ferruginea</i>	0.02	-0.67	No
P1	<i>Eugenia acapulcensis</i>	0.02	-0.67	No
P1	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0.0006	-0.86	No
P1	<i>Machaerium biovulatum</i>	0.0001	-0.90	No
P1	<i>Meliococcus oliviformis</i>	0.004	-0.79	No
P1	<i>Morisonia frondosa</i>	0.02	-0.67	No
P1	<i>Pachytera kerere</i>	0.12	-0.5	Sí
P1	<i>Platypodium elegans</i>	0.001	-0.83	No
P1	<i>Pterocarpus rohrii</i>	0.002	-0.82	No
P1	<i>Sorocea sprucei</i>	0.004	-0.78	No
P1	<i>Thinouia myriantha</i>	0.02	-0.67	No
P2	<i>Astronium graveolens</i>	0.005	-0.77	No
P2	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.02	-0.67	No
P2	<i>Bursera simaruba</i>	0.07	-0.56	Sí
P2	<i>Celtis iguanaea</i>	0.02	-0.67	No
P2	<i>Coursetia ferruginea</i>	0.02	-0.67	No
P2	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.002	-0.83	No
P2	<i>Lachesiodendron viridiflorum</i>	2.152e-05	-0.94	No
P2	<i>Piper amalago</i>	0.12	-0.5	Sí
P2	<i>Randia dioica</i>	0.02	-0.67	No
P2	<i>Schnella glabra</i>	0.02	-0.67	No
P2	<i>Spondias mombin</i>	0.86	0.06	Sí
P2	<i>Tabernaemontana cymosa</i>	0.0007	-0.86	No
P2	<i>Tabernaemontana grandiflora</i>	0.03	-0.66	No
P3	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0.02	-0.67	No
P3	<i>Astronium graveolens</i>	0.001	-0.84	No
P3	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.0006	-0.86	No
P3	<i>Bursera simaruba</i>	0.0008	-0.85	No

P3	<i>Chloroleucon mangense</i>	0.005	-0.77	No
P3	<i>Coursetia ferruginea</i>	0.02	-0.67	No
P3	<i>Machaerium biovulatum</i>	1.521e-05	-0.94	No
P3	<i>Machaerium mutisii</i>	0.005	-0.78	No
P3	<i>Neea nigricans</i>	2.892e-05	-0.93	No
P3	<i>Pachyptera kerere</i>	0.02	-0.67	No
P3	<i>Pithecellobium hymenaeafolium</i>	0.02	-0.67	No
P3	<i>Pittoniotis trichantha</i>	0.02	-0.67	No
P3	<i>Pterocarpus rohrii</i>	0.0001	-0.91	No
P3	<i>Schnella glabra</i>	0.02	-0.67	No
Colorados	<i>Ampelocera macphersonii</i>	2.399e-07	-0.98	No
Colorados	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0.0002	-0.90	No
Colorados	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.02	-0.71	No
Colorados	<i>Coccoloba padiformis</i>	7.742e-05	-0.92	No
Colorados	<i>Combretum aculeatum</i>	0.0006	-0.86	No
Colorados	<i>Morisonia verrucosa</i>	0.004	-0.79	No
Colorados	<i>Oxandra venezuelana</i>	0.001	-0.85	No
Colorados	<i>Sorocea sprucei</i>	7.089e-05	-0.92	No
Colorados	<i>Trichilia acuminata</i>	0.001	-0.84	No
OMECE	<i>Astronium graveolens</i>	7.878e-05	-0.91	No
OMECE	<i>Bursera simaruba</i>	0.09	-0.54	Sí
OMECE	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	8.065e-05	-0.91	No
OMECE	<i>Coursetia ferruginea</i>	0.02	-0.67	No
OMECE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.0009	-0.85	No
OMECE	<i>Hura crepitans</i>	0.02	-0.70	No
OMECE	<i>Lecythis minor</i>	0.004	-0.79	No
OMECE	<i>Pachyptera kerere</i>	0.1	-0.53	Sí
OMECE	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	0.0005	-0.87	No

OMEC	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0.01	-0.72	No
OMEC	<i>Spondias mombin</i>	0.17	0.45	Sí