

Propuesta de rehabilitación en fragmentos de bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico, Parque Nacional Alejandro de Humboldt

Proposal for rehabilitation of low-altitude rainforest fragments on a metamorphic complex, Alejandro de Humboldt National Park

Autores:

Yaniuska Limonta - Neyral¹, <https://orcid.org/0009-0008-3393-8405>

DrC. José Sánchez - Fonseca¹, <https://orcid.org/0000-0001-9775-1262>

Filiación institucional: Centro Universitario Municipal El Salvador, Guantánamo - Cuba.

²Universidad de Guantánamo, Cuba.

Email: jsanchezf@cug.co.cu

Fecha de recibido: 9 de ene. de 2025

Fecha de aprobado : 13 de mar. de 2025

Resumen

Se realizó un estudio en la Sub Cuenca Hidrográfica del río Jaguaní en el departamento de conservación la Melba, del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, con el objetivo de proponer la restauración en el Bosque Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico. Se establecieron 11 unidades de muestreo en el bosque conservado y en el poco conservado 30 de 20x25m² en 30 ha, con un muestreo aleatorio simple. Se determinó la riqueza, composición, estructura, diversidad, abundancia y el índice de valor de importancia ecológica. El procesamiento estadístico se realizó con el software BioDiversity Pro. Se identificaron 74 especies de plantas espermatofitas leñosas, agrupadas en 32 familias pertenecientes a 63 géneros, siendo las familias de mayor riqueza de especies: Rubiaceae, Melastomataceae, Sapotaceae, Lauraceae, Arecaceae, Moraceae, lo que sugirió la propuesta de acciones de restauración en el área objeto de estudio.

Palabras clave: Pluvisilvas de baja altitud; Fragmentado; Complejo metamórfico

Abstract

A study was conducted in the Jaguaní River sub-basin in the La Melba conservation department of Alejandro de Humboldt National Park. The objective was to propose restoration of the Low Altitude Rainforest on a Metamorphic Complex. Eleven sampling units were established in the conserved forest and 30 in the poorly conserved forest, measuring 20 x 25 m² over 30 ha, using simple random sampling. The species richness, composition, structure, diversity, abundance, and ecological importance index were determined. Statistical processing was performed using BioDiversity Pro software. Seventy-four species of woody spermatophyte plants were identified, grouped into 32 families belonging to 63 genera. The families with the highest species richness were: Rubiaceae, Melastomataceae, Sapotaceae, Lauraceae, Arecaceae, and Moraceae. This led to the proposal of restoration actions in the study area.

Keywords: Fragmented; Lowland rainforests; Metamorphic complex

Introducción

La conservación y utilización racional de los recursos forestales constituye un importante desafío de carácter global, por cuanto conseguir un adecuado equilibrio entre la utilización y conservación de estos recursos representa un aspecto crucial para el desarrollo. Ello ha sido reconocido por la comunidad internacional al considerar la importancia de los bienes y servicios que brindan los bosques (Indacochea *et al.*, 2018).

Conservar los bosques y su biodiversidad es un asunto de gran interés para el gobierno cubano. En este sentido. Según datos de la dinámica forestal, Cuba se sitúa entre las naciones que mayor crecimiento mantiene de sus recursos forestales, al tener cubierto el 31,8 %, del territorio nacional (SEF, 2020). Y últimamente los procesos de gestión, han incorporado algunos importantes temas, tales como la desertificación y la degradación de los suelos, manejo adecuado de bosques, biodiversidad, los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos ante el cambio climático, asumido actualmente en Cuba como una tarea de Estado, conocida como Tarea Vida (CITMA, 2017).

El Departamento de Conservación la Melba, forma parte del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, posee una extensión de 18590 ha y está ubicado en una de las zonas más lluviosa del país, se caracteriza por presentar en la sub cuenca Jaguaní el Bosque Pluvisilva de Baja Altitud sobre Complejo Metamórfico, más exuberantes del país, confiriéndole una fisonomía muy particular a la región.

Estudios realizados en La Melba Giraudy *et al.* (2003), reflejan que esta formación vegetal quedó fragmentada en espacios donde se establecieron carreteras, fincas, pequeñas parcelas, cafetales y por la sobre explotación a que se vio sometida por el uso de sus maderas principalmente, antes de ser declarada Parque Nacional. Es por ello que nos planteamos resolver el siguiente objetivo: proponer la restauración de los fragmentos de Bosque Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico de la Melba, Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el Bosque Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico de la Sub Cuenca Hidrográfica Jaguaní, en la vertiente Norte de las provincias de Holguín y Guantánamo. Esta cuenca abarca una superficie de **28425.2** ha de bosque. Tiene una orientación aproximada de noreste-suroeste, localizándose dentro de los límites del Departamento de Conservación La Melba. Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

El Departamento de Conservación La Melba posee una extensión territorial de 18590 ha de bosques naturales, de ellas 649,6ha son de Bosque Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico.

Características del área de estudio. Clima

Según Zabala (2018) el clima de la región tiene una manifestación a largo plazo en las características del paisaje, es considerado como un factor diferenciador. La zona de estudio es muy lluviosa con registro siempre superior a 2 000 mm, con acumulados superiores a los 3 000 mm, posee un clima tropical lluvioso. Las mayores precipitaciones en esta zona se producen en el período noviembre-abril, coincidentemente con la llamada temporada invernal

o poco lluviosa para todo el país. La temperatura mínima media del mes más fresco es relativamente baja, con valores mínimo entre 11 y 17 °C.

Los niveles de precipitaciones actuales de La Melba se comportan conforme y por encima a la media histórica, que es de (2500-4000mm anuales), el rango de estos últimos 15 años es de (2689.3 - 4492.8mm anuales), con un incremento de (7.9% de lluvia en la media inferior - 24.8% de lluvia en la media superior), sin embargo, los días con lluvias tienen un comportamiento histórico de (180-240), para los quince años evaluados resultó de(118-238), como puede verse hay una ligera tendencia a una disminución de los días con lluvias y manteniéndose la misma cantidad de precipitaciones o incrementándose, factor que puede influir significativamente en los ecosistemas y las especies por darse más golpes de agua.

Suelo

Los Suelos Ferralítico Rojo Típico, es el más común en las áreas ocupadas por el Bosque Pluvisilva de Baja Altitud de la Melba, predominan las pendientes alomadas y la erosión fuerte, la que se agrava por las abundantes precipitaciones de la zona, son muy profundos y medianamente humificados. El drenaje de forma general se evalúa de regular por ser la topografía predominante alomada, el contenido de materia orgánica y fertilidad es evaluada de baja, según criterio de Hernández *et al.* (1999).

Metodología empleada

Inventario florístico

La investigación se realizó en 40ha del Bosque Pluvisilva de Baja Altitud sobre Complejo Metamórfico. Dentro de este bosque se seleccionaron dos localidades de trabajo: un bosque conservado y otro poco conservado.

Dentro del bosque conservado se establecieron 11 unidades de muestreo en 10 ha. Y en el bosque poco conservado se distribuyeron 30 parcelas de 20x25 m² en 30 ha para un total de 41 parcelas con un muestreo aleatorio simple.

Se midieron todo los árboles con($d_{1,30} \geq 5$ cm y altura ≥ 5 m), contabilizando las especies leñosas presentes en los diferentes estratos definidos por Álvarez y Varona (2006): herbáceo (hasta 0,99 cm), arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m) A las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo se midió la altura (m) y el diámetro (m).

Para la validación de muestreo se utilizó la curva de riqueza de área/especies (curva del colector), donde se relacionaron el número acumulado de nuevas especies por parcela. Para esto se utilizó el software BioDiversity Pro.

Se determinó el total de individuos por clases diamétrica de las especies, agrupadas en clases diamétrica, donde se seleccionaron los diámetros de menor y mayor rango en un rango de cinco cm.

En la clasificación de las formaciones vegetales se utilizaron los criterios de clasificación de Reyes (2006). La identificación del material botánico recolectado se realizó mediante el uso de las claves dicotómicas y las descripciones morfológicas ofrecidas por León (1946), León y Alain (1951), Berazaín (1992), Bisse (1998), Gutiérrez(2000).

Diversidad de Especies

Diversidad alfa (α)

La diversidad (alfa) de especies forestales por tipo de cobertura vegetal, fue estimada mediante la riqueza de especies. Descrita como el número de especies en cada tratamiento, es considerada el indicador más importante de diversidad (Magurran, 1989), citado por Sánchez (2015) sobre todo en muestras con más de 3 000 individuos.

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, otros.) existentes en una determinada área (Margalef, 1968).

Diversidad beta (β)

Para este estudio se aplicó un análisis de conglomerados jerárquicos, mediante la medida de distancia de Sorensen (Bray - Curtis) y el método de unión fue el del promedio de vínculo entre grupos (Group Average Link). Después se empleó el índice cualitativo de Sorensen y cuantitativo de Sorensen para medir el grado de similitud ambos bosques, el índice varía de 0 (no-similaridad) a cerca de 1.0 (similaridad completa) (Magurran, 1989) y metodología empleada por Sánchez (2015), se expresan con las fórmulas:

- Índice cualitativos, Índice de similitud de Jaccard (Cj)

Abundancia Proporcional de Especies Dominancia de Especies

El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal.

$$D = \frac{1}{\sum (ni(ni-1)) R} \quad D$$

Donde:

ni= Número de individuos por especie

N= Número total de individuos

R=Riqueza

Parámetros estructurales evaluados Estructura horizontal

Se determinaron los parámetros de la estructura horizontal a través del cálculo de: abundancia relativa (Ar), frecuencia relativa (Fr), y dominancia relativa (Dr) de cada especie (Moreno, 2001), de acuerdo a la fórmula:

Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia relativa, abundancia relativa y frecuencia relativa, según la fórmula:

$$IVIE=AR +DR+FR$$

Donde:

AR (Abundancia relativa)

DR (Dominancia relativa)

FR (Frecuencia relativa)

El IVIE es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente (Keels *et al.*, 1997).

Estructura Vertical

Para la caracterización de la estructura vertical se describe tomando en consideración las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos del bosque de acuerdo con los criterios de Finol (1971); (Reyes 2012).

Los datos de altura de los árboles se agruparon en tres estratos:

- ✓ Estrato inferior: de 0 a 10m
- ✓ Estrato medio: de 10,5 a 20m de altura total
- ✓ Estrato superior: mayor o igual a 20,5m de altura total

A través de la metodología de Finol (1971), se asignó un valor fitosociológico a cada sub-estrato, el cual se obtuvo de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies ($VF=n/N$).

Siendo: VF= Valor Fitosociológico del sub-estrato. n= número de individuos del sub-estrato.

N= número total de individuos de todas las especies.

La posición sociológica relativa (PSr) de cada especie, se expresa como porcentaje sobre la sumatoria total de los valores absolutos.

Determinación de la Regeneración Natural

La regeneración natural fue determinada mediante el establecimiento de 5 parcelas en bosque natural y 15 parcelas en los fragmentos de bosques secundarios (tardío) siguiendo un diseño sistemático aleatorio simple (al azar), (La regeneración natural se evaluó siguiendo la metodología propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE (Orozco y Brumer, 2002), utilizada por Garivaldi, (2008) donde se establecieron las siguientes categorías:

- Brinzales ($D1,30 < 5\text{cm}$ y altura $< 1.5\text{m}$) en parcelas al azar de $5 \times 5\text{m}$.
- Latizal bajo ($D1,30 < 5\text{cm}$ y altura $\geq 1.5\text{m}$) en parcelas al azar de $5 \times 5\text{m}$.
- Latizal alto ($D1,30 \geq 5, \leq 10\text{cm}$ y altura $\geq 1.5\text{m}$) en parcelas al azar de $10 \times 10\text{m}$.

Análisis Estadístico

Los datos se procesaron a partir del programa estadístico: BioDiversity Pro: para calcular los índices de Biodiversidad (índice de riqueza, abundancia y dominancia de especies) y se realizó el análisis de los conglomerados (Cluster). Para introducir los datos, confección de tablas y gráficos se empleó el Microsoft Excel y para la interpretación de los resultados obtenidos Microsoft Word.

Propuesta de acciones silvícolas para la restauración

En la elaboración de la base para la restauración del bosque se consideraron los criterios de Vargas (2008).

En el diseño de las estrategias para superar las barreras a la restauración, se tuvo en cuenta

la información recopilada en todo el período de trabajo que duró la investigación, con el propósito de conocer la situación socio ambiental de las comunidades. También se tuvo en cuenta la escala de ocupación económica de los rodales con el empleo de la Regla de Schulz (1967) modificada por Samek (1974), por Álvarez (2000) y utilizada por Sánchez (2015) como se ve a continuación: Número total de especímenes económicos por hectárea.

>2500 Completa

Entre 750 y 2 500 Adecuada

De 100 a 750 Incompleta

<100 Sin ocupación (degradado)

Resultados y discusión

Validación del muestreo

Según las curvas áreas especies el muestreo es representativo para la diversidad de especies de las dos áreas estudiadas. En el bosque Conservado a partir de la parcela 9 es donde se alcanza el punto de inflexión o estabilización, así mismo en el bosque Poco Conservado la curva se estabiliza en la parcela 28, lo que indica que la mayoría de las especies fueron identificadas antes de estos puntos de estabilidad de las curvas; Teniendo en cuenta las características del área donde se realizó el estudio es probable la aparición de nuevas especies en condiciones ambientales con las mismas características debido a la evolución de estos bosques.

Labrada (2014) en estudios realizados en Bosques Pluviosilvas de Baja Altitud en área de Manejo Majagual, Cupeyal del Norte utilizó curva área de especie para estimar el tamaño de la muestra. Sánchez (2015) en Bosque Pluviosilva de la provincia Guantánamo, en Baracoa utilizó curva de acumulación de especies para estimar si la diversidad florística es representativa del área en estudio.

Caracterización Florística

Diversidad Alfa

Según el inventario realizado al bosque se identificaron 74 familias, 130 especies de plantas espermatofitas y 106 géneros. En las pteridofitas (helechos) se reportaron (96) especies pertenecientes a (19) familias, las mejores representadas fueron: Aspleniaceae, Cyatheaceae, Dryopteridaceae, Lomariopsidaceae, Marattiaceae, Pteridaceae.

De estas se contabilizaron un total de 74 especies de plantas espermatofitas leñosas, agrupadas en 32 familias y 63 géneros. Las 10 familias con mayor número de especies de plantas leñosas espermatofitas son: Rubiaceae, Melastomataceae, Sapotaceae, Lauraceae, Arecaceae, Moraceae, Myrtaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae Calophyllaceae.

En el inventario florístico realizado al Bosque Conservado se contabilizaron 58 especies de plantas espermatofitas leñosas, representadas en 30 familias, 51 generos, y 1104 individuos. Las 10 familias con mayor riqueza de especies (*Figura 5a*) son: Sapotaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Meliaceae, Arecaceae, Myrtaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Calophyllaceae.

En el Bosque Conservado las familias mejor representadas fueron: Sapotaceae, Lauraceae con 20%, Meliaceae, Arecaceae, Myrtaceae, Moraceae con 20,6%, Melastomataceae, Rubiaceae con 17,2%, y Euphorbiaceae, Rosaceae con 6,8%. En contraste, las menos representadas fueron: Araliaceae, Bignoniaceae, Calophyllaceae, Cecropiaceae, Clusiaceae, Chrysobalanaceae, Elaeocarpaceae, Flacourtiaceae, Rutaceae, Malvaceae, Verbenaceae con una especie para un 18,9%. El Bosque Poco Conservado, se encuentran con mayor representación las familias Rubiaceae con 11,4%, Melastomataceae con 9,8%, Arecaceae, Lauraceae con 8,1%, Moraceae con 6,5%, Myrtaceae con 4,9%, Euphorbiaceae, Meliaceae, Rosaceae, Anacardiaceae con 3,2%.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores en investigaciones realizadas en Pluvisilva de Baja Altitud en la Cuenca del Toa (Giraudy *et al.*, 2003); Reyes y Acosta (2005); Martínez (2005); Martínez (2006) y Sánchez (2015)).

Es notable los resultados de Osorio (2011) en investigación de Bosque Pluvisilva Submontano, Sector Cupeyal del Norte. Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH) donde inventarió la familia Zapotaceae con cinco especies y 21 individuos, resultados similares a los del Bosque Pluvisilva de Baja Altitud 6 especies y 13 individuos.

La flora inventariada en el Bosque Pluvisilva de Baja Altitud en general reafirma las características florísticas descritas por Bisse (1988), Del Risco (1995) y Reyes (2012), en las clasificaciones de la vegetación de Cuba y específicamente en la vegetación de montaña.

Diversidad de especie

El análisis comparativo entre la diversidad de especies entre el Bosque Conservado y el Bosque Poco Conservado comprobó que el Bosque Conservado posee un índice de diversidad menor (7,49) que el Bosque Poco Conservado (8,68), notándose una ligera diferencia en cuanto a diversidad de especies entre estos dos bosques.

Curvas de Abundancia Relativa

Existe coincidencia entre el Bosque Conservado y el Bosque Poco Conservado. De acuerdo con las características de las curvas de abundancia para estos bosques, se confirma su similitud en cuanto al comportamiento de la diversidad de especies de las áreas estudiadas, donde las curvas indican su igualdad, o su inverso. Se observa que a pesar de la presencia de especies pioneras y de bajo valor económico como: *Miconia prasina* y *Trema micranta*, las especies que están dominando son nativas de este tipo de bosques con alto valor económico y ecológico como: *Carapa guianensis Aubl*, *Prestoea acuminata*; *Guarea guidonia*, *Zanthoxylum martinicense*, *Ocotea leucoxylon*, entre otras.

Se evaluaron las especies de mayor importancia económica y ecológica destacándose *Carapa guianensis Aubl*, *Guarea guidonia (L.) Sleumer*, *Zanthoxylum martinicense (Lam.) DC.*, *Ocotea leucoxylon (Sw.) Ijokopjut Laness.* ocupan los primeros lugares, lo cual es un aspecto que según Feinsinger (2003), debe ser un parámetro muy importante a tener en cuenta para la estrategia de conservación para estos bosques. Estos resultados concuerdan con el análisis reportados por Sánchez (2015) para la rehabilitación del Bosque Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico del sector Quibiján – Naranjal del Toa y Osorio (2011) en su trabajo de investigación en Bosque Pluvisilva Submontano, Sector Cupeyal del Norte Parque Nacional Alejandro de Humboldt, donde los bosques estudiados por ambos autores a pesar del grado de antropización presentan similitud y comparten especies con el

Bosque Conservado.

Propuesta para la restauración de los fragmentos de bosque poco conservado en el Pluvisilva de Baja Altitud sobre Complejo Metamórfico

La propuesta para la restauración de los fragmentos de Bosques poco conservado de la Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt será dirigida por el Departamento de Conservación de la Melba acorde al Plan de Manejo del área.

Objetivo de la propuesta

El objetivo de la propuesta consiste en proponer un conjunto de acciones silvícolas orientadas a la restauración de los fragmentos de bosques poco conservados en la Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico de la Melba teniendo como base el Bosque Fragmentado Conservado.

Los objetivos específicos son:

- Mejorar la conectividad del paisaje, favoreciendo la conectividad entre parches de bosques que se encuentren fragmentados o degradados.
- Proteger y restaurar los cursos y cuerpos de agua o zonas de ribera y su conectividad.
- Restaurar con especies autóctonas que correspondan al tipo de bosque presente en el área de estudio, priorizando aquellas que se encuentren en peligro de extinción.
- Establecer alternativas agroecológicas y silviculturales.

Las metas planteadas son las siguientes:

- Proteger un área continua de bosque que sirva como corredor biológico para proteger la biodiversidad.
- Restaurar la presencia de las especies autóctonas más afectadas.
- Mitigar impactos ecológicos, paisajísticos y culturales negativos a causa de factores antrópicos.
- Suministrar bienes y servicios ecosistémicos para el beneficio ecológico y social.

Definición del ecosistema de referencia y zonas potenciales a restaurar

El ecosistema de referencia corresponde a los Fragmentos de Bosque Poco Conservado tomando como referencia el Fragmento de Bosque Conservado dentro del Bosque de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico.

El principal objetivo de la plantación es proteger y fomentar las especies que han sido identificadas con mayor y menor IVE y las que no están presente en el Bosque Fragmentado Poco Conservado dentro de la Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico.

Evaluación del estado actual del ecosistema o comunidad

El estado actual del ecosistema se evaluó mediante el análisis de los resultados de la estructura y composición florística, donde se identificaron la presencia de especies con alto valor económico y ecológico.

La evaluación del área de estudio arrojó que estos bosques mantienen sus características bióticas y abióticas, pero se han visto afectados principalmente por la actividad antrópica, que provocaron cambios en la estructura y composición de las especies en la vegetación.

Selección de las especies para la restauración

La selección de las especies para la restauración se hizo en función de los resultados del índice de Valor de Importancia Ecológica de las especies en el bosque, pues esto depende en gran medida el éxito de la selección de las especies para la restauración, coincidiendo con Vargas *et al.* (2010) y Sánchez (2015), quienes recomiendan, además, la utilización de especies que presenten alto valor económico y ecológico.

A partir de los resultados obtenidos se propone restaurar los fragmentos de Bosques Poco Conservado teniendo en cuenta el valor de importancia ecológica de las especies como se cito anteriormente y tomando como referencia el Bosque Fragmentado Conservado dentro de la Pluvialvas de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico.

Se utilizarán para la restauración aquellas especies que resultaron con bajo valor de importancia ecológica en el bosque fragmentado poco Conservado por ser estas más vulnerables antes los desastres ecológicos como: *Zuelania guidonia*, *Guatteria moralesii*, *Ocotea wrightii*, *Ocotea spatulata*, *Rondeletia tinifolia*, *Prunus occidentalis* y *Prunus mirtifolia*, y aquellas con mayor valor ecológico como: *Hibiscus helatus*, *Carapa guianensis Aubl*, *Guarea guidonia*, *Cupania americana*, *Xanthoxylum martinicense*, *Ocotea leucoxylon*.

Se utilizarán además, especies que se localizan en el Fragmento de Bosque Conservado y que no se encuentran en los fragmentos de Bosque Poco Conservado como: *Ocotea Sp*, *Pouteria Sp*, *Calophyllum utile*, *Siderocylon jubilla*, *Manilkara albecen*, *Buchenavia tetraphylla*, *Citharexylum Sp*, *Tabebuia dubia*, *Sloanea curatellifolia*, *Micropholis polita* que son taxones poco frecuentes, pero de gran valor económico y ecológico; incluyendo también *Carapa guianensis*, *Guarea guidonia (L.)*, *Ocotea leucoxylon* y *Nectandra antillana*, que presentan mayor dominancia e importancia.

Se realizará a partir de un régimen de protección y reproducción de forma artificial, propiciando condiciones para el desarrollo de estas especies leñosas con alto grado de afectación en el área.

Establecimiento de un vivero temporal

La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad Álvarez, P. (2005)

Para restaurar con especies correspondientes al tipo forestal estudiado y obtener cantidad de plantas necesarias para emprender el proceso de restauración, se propone instalar un vivero comunitario de 900 m², de tal manera que estas plantas sirvan para restaurar las áreas determinadas.

El vivero se instalará en la propia área a restaurar cerca de un río, y preferentemente cercano a un núcleo poblacional para garantizar la atención.

Plantación

Las plantaciones deberán realizarse durante el período húmedo (Mayo – Junio) (Septiembre – Enero) épocas que presentan las mejores condiciones para esta actividad en la Melba, según los criterios de Begue – Quiala *et al.* (2021).

En la Preparación del terreno se demarca las zonas a restaurar, haciendo una limpieza a la superficie, el sustrato se debe esparcir mezclándolo con materia orgánica en el suelo en proporción 1:8 según resultados alcanzados por Acosta (2006).

Para la restauración de los Fragmentados de bosques con el fin de lograr los objetivos y metas propuestas se propone establecer el método de enriquecimiento por Grupos Densos espaciados (Anderson,1945), modificado por Sánchez (2015).

Selección de los sitios

En los Fragmentos de Bosques Poco Conservado donde se va a emprender el proceso de restauración fueron escogidos producto de una investigación de campo que dio informaciones precisas de las informaciones ecológicas en el ecosistema. Para las elección del sitio o los sitios se tuvo en cuenta algunos criterios, según Vargas (2008) citado por Sánchez (2015).

La ubicación de sitios accesibles.

1. Definición del área y el grado de alteración que presenta.
2. Evaluar con las comunidades aledañas las actividades humanas, buscando la mayor compatibilidad posible con el proyecto.
3. Tener en cuenta las recomendaciones de las comunidades locales en cuanto a fenómenos estacionales como huracanes

Es imprescindible en este paso tener bien seleccionados los sitios donde mayor problema de perturbación existe, pues teniendo definidos estos lugares según los resultados de la investigación se pueden dirigir las acciones de restauración a estos lugares y mantener una secuencia lógica y precisa del proceso.

Estrategia para superar las barreras a la restauración

La silvicultura de los bosques tropicales es compleja, porque por regla general la producción total de biomasa es alta, pero el volumen de las especies económicas es relativamente bajo (Samek, 1974; Álvarez y Varona, 2006). En estos bosques hay bajo nivel de conocimiento acerca de la biología de la vegetación (Sánchez, 2015).

Samek (1974) y Lamprecht (1990) coincidieron en señalar, que antes de decidir un método específico y sus tratamientos correspondientes para cualquier bosque tropical, es necesario caracterizar el estado en que se encuentran sus rodales.

Regeneración natural

Para la restauración del hábitat natural se propone en estos bosques fragmentados plantaciones con especies nativas, teniendo en cuenta la reforestación pasiva (utilizando la regeneración natural).

La aplicación de los grupos densos espaciados o la nucleación según Sánchez (2015), es una estrategia para facilitar la rehabilitación del bosque tropical.

De acuerdo a estos resultados se propone la aplicación de cortas de mejora, y un conjunto de técnicas silvícolas, con la finalidad de lograr el bosque multietáneo esperado (Sánchez, 2015).

Separación de los pies dentro de las unidades de plantación

Es aconsejable, desde el punto de vista de la facilidad y economía de la plantación, que el

espaciado de los árboles que constituyen cada grupo sea uniforme dentro del mismo. La separación máxima que sea posible entre los árboles de un grupo, se determina tomando en cuenta dos factores: la distancia entre los centros de las unidades de plantación y el número de árboles que haya en la fila más larga de la unidad. La distancia será una longitud intermedia, como por ejemplo: 50X50 ó 75X 75 cm (Sánchez, 2015).

Según Sánchez (2015) el espaciamiento dentro de cada unidad variará ligeramente según la especie, el terreno, el probable ritmo de crecimiento y la composición del grupo; pero la plantación será más fácil si dichas variaciones se reducen al mínimo.

una manera de influir en la trayectoria y pasos de la restauración (Sánchez, 2015).

Separación entre las unidades de plantación

Al determinar la distancia entre las unidades de plantación es preciso tener en cuenta dos factores:

1. El número de árboles a plantar por hectárea no exceda del número utilizado en las plantaciones normales con espaciamiento regular.

2- El número de árboles adultos que se calculan por hectárea para cuando el rodal alcance la madurez. Si se estipula que se ha de emplear por hectárea el mismo número de árboles que con los actuales sistemas de plantación, entonces con un grupo que tenga un número determinado de árboles, por ejemplo 3, la distancia entre los centros de los grupos dependerá directamente del número de árboles admitidos por hectárea (Sánchez, 2015).

El marco de plantación entre los centros de los grupos oscila entre 4X4 m, 6X6 m y 7X7 m, correspondiendo respectivamente a 625, 278 y 204 unidades/ha (Sánchez, 2015).

Combinación de unidades en grupos densos espaciados

Como se ha indicado, el método se presta a la plantación mixta de especies de dos maneras. Se ha tratado ya brevemente de la mezcla de especies dentro de cada unidad, pero las especies pueden también plantarse en grupos puros mezclando los grupos, siendo, por tanto, los árboles en ciertos grupos de una misma especie y todos los otros grupos de otra especie (Sánchez, 2015).

Esta mezcla puede ser regular, de conformidad con alguna norma pre establecida, o puede ser irregular, a fin de que las especies estén distribuidas de modo que aprovechen mejor las irregularidades del terreno y las distintas condiciones del medio.

El método de enriquecimiento en grupos densos espaciados que se propone, se presta muy bien a las especies principales con otra de relleno ofreciendo posibilidades de reducir los gastos de implantación. Esta reducción puede obtenerse mezclando pequeñas unidades de la especie de relleno con comunidades normales de las especies principales.

Dichas pequeñas unidades pueden componerse de 3 individuos aislados, como se observa en la figura 19. Sin embargo estas especies no debenser las únicas para los grupos densos (Sánchez, 2015).

La preparación del suelo se realizará en hoyos de plantación y en terrazas individuales previa al hoyo de plantación según las características de la vegetación y el grado de pendiente que tenga el área.

Luego de la preparación de los sitios, se establecerán las especies de la siguiente forma:

H. elatus se establecerá en todo el área como especie de relleno en marco de plantación de 3x2m, luego se establecerán dentro del área pequeños núcleos con tres individuos de la especie *Carapa guianensis* en forma de triángulo y centradas a 0,5m una de otra y a una distancia entre los grupos de 6x6m, posterior mente se plantará otro núcleo de *Carapa guianensis* de la misma forma, seguido de *Ocotea leucoxylon* y *Sapium laurifolium*. Se pondrán tutores a las plantas principales con el objetivo que los bejucos se enreden en el mismo y no ofrezcan peligro alguno al desarrollo del cultivo forestal.

Estos taxones que conforman el método varían en cuanto a la especie, la cantidad de individuos.

Atenciones culturales a las plantaciones

Las atenciones de establecimiento se ejecutarán como está reglamentado en la actividad forestal toda vez que se realizan plantaciones con diferentes fines y objetivos.

Según estas actividades silvícolas propuesta por Sánchez (2015), se aplicará a los 3 años una poda de simplificación al tallo de *H. elatus*, si lo requiere, ysi no lo requiere se ejecutará una limpia.

A los 6 años después de efectuada la limpia de *H. elatus*, según la calidad genotípica de la procedencia de la especie se realizará un único raleo fuerte, dejando el 50% de esta especie en el área, y un promedio de 550 plantas/ha, propiciando incrementos en diámetro con el empleo de una corta de selección positiva. En dependencia de las condiciones de sitio, se realizará excepcionalmente un segundo raleo para favorecer el incremento de las que queden en pie.

La tabla 1 muestra las acciones de manejo a realizar desde el 2021 al 2025 donde se prevé que se trabaje en la restauración de las áreas de estudio.

Tabla 1. Actividades a realizar por años.

ÁREA DE MANEJO 30ha							
INDICADORES	U.M	2021	2022	2023	2024	2025	Total
Área a manejar	Has	6	6	6	6	6	30
Recolección de semillas	Kg	25	25	25	25	25	125
Producción de Posturas	Mil	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	20,0
Preparación de Tierra	Ha	2	2	2	2	2	10
Plantación	Mil	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	20,0
Siembra directa	Mil	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	20,0
Reposición de Fallas	Mil	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0
Recont. De Bosques	Ha	2	2	2	2	2	10
Manejo R. Natural	Ha	2	2	2	2	2	10
Mant. A Plantaciones.	Ha	4	4	4	4	4	20
Limpia forestal	Ha	6	6	6	6	6	30

Control de la Erosión	Ha	6	6	6	6	6	30
Trochas corta fuego	Km	3	3	3	3	3	15
Caminos forestales	Km	6	6	6	6	6	30
Inventario patológico	Ha	6	6	6	6	6	30
Raleo	Ha	1	1	1	1	1	5
Podas	Ha	6	6	6	6	6	30
Aprovechamiento forestal	M3	10	10	10	10	10	50

Monitoreo del proceso de restauración

El monitoreo propicia una base de información para comprender el comportamiento del ecosistema a través del tiempo, para predecir y/o prevenir cambios no deseados, evaluando si los objetivos se cumplen o se deben hacer las modificaciones pertinentes (Vargas, 2008).

A nivel del paisaje se deben monitorear la superficie con cobertura vegetal. Se monitorean y estudian los cambios de la estructura del bosque producidos por los disturbios naturales y antrópicos, se evalúa la regeneración natural de las especies claves del bosque como: *Carapa guianensis*; *Ocotea leucoxylon*, *Sapium laurifolium*, *Ocotea spatulata*, *Nectandra antillana*, *Ocotea wrightii*, *Guarea guidonia*.

Conclusiones

Se contabilizaron un total de 74 especies de plantas espermatofitas leñosas, agrupadas en 32 familias y 63 géneros. De ellas en el bosque pluvisilva de baja altitud conservado se identifican un total de 58 especies, 30 familias, 51 géneros y 1104 individuos; mientras que, en el bosque pluvisilva de baja altitud poco conservado se identificaron 61 especies, 27 familias, 52 géneros y 1011 individuos.

Se destacan como especies más importantes y abundantes: *Hiviscus helatus*, *Carapa guianensis*, *Guarea guidonia*, *Ocotea leucoxylon* y *Nectandra antillana*; como especies menos importantes y abundantes: *Zuelania guidonia*, *Guatteria moralesii*, *Ocotea wrightii*, *Ocotea spatulata*, *Rondeletia tinifolia*, *Prunus occidentalis* y *Prunus mirtifolia*.

Se concluye que el empleo del método de plantación en grupos densos espaciados, constituye una herramienta de vital importancia para la restauración en el Bosque Pluvisilva de Baja Altitud Sobre Complejo Metamórfico, con ciertos niveles de degradación en áreas protegidas.

Bibliografías

- Álvarez, P. A. y Varona, J. C., (2006). Silvicultura, Tercera Edición. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba. 354 p.
- Álvarez, P., (2005). Valoración silvícola para el enriquecimiento de bosques naturales sobre explotados. Revista Forestal Baracoa 24 (1): 3-11.
- Begue – Quiala, G. D. González Rivera, B. Zabala Lahite. H. M. Perez Trejo, O. Maury Russo, R. F. Guarat Planche y A. Santana González *et al.*, (2021) Informe contribución al

diagnóstico y línea base ambiental, en las comunidades locales, para el enfrentamiento y adaptación al cambio climático (Proyecto CCR – AbE) Guantánamo, Cuba. Unidad de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt, CITMA, 22 PP.

Berazaín, R. (1992). Ericaceae. Flora de la República de Cuba. Fontqueria 35: 21-80.

Bisse; J., (1988). Árboles de Cuba. Editorial Científica-Técnica, calle 2 No, 58 entre 3^{ra} y 5^{ta}. Ciudad de la Habana.

Del Risco, E.,(1995). Los bosques de Cuba: su historia y características. Editorial Científica Técnica, La Habana. pp. 115.

Finol, V. H., (1971). Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana. 14(21): 29-42.

Giraudy, C., J. Delgado, N. L. Sánchez, H. Casamayor, A. García y R. Villaverde., (2003). Monitoreo de la abundancia y distribución de las poblaciones del Najesí (*Carapa guianensis* Aubl) en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt. (Inédito). Unidad de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt, CITMA Guantánamo, Cuba. pp. 1-32.

Gutiérrez Amaro, J. (2000). Flacourtiaceae– En Greuter, W. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 5 (1). Pp. 76. - Koeltz Scientific Books, Königstein. Habana. Cuba. 369 p.

Hernández J. A., Pérez J. J. M. Bosch I. D. y Castro S. N., (2015). Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos, MINAG, Ciudad de la Habana, 93P.ONE.

Indacochea, B. S., García, M., Sotolongo, R., Álvarez, B. V., Parrales ,J y Quimís, O. (2018). Plan de manejo de los bosques en los sistemas agroforestales cafetaleros de Jipijapa, Manabí, Ecuador. Disponible en:<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis/index.php/sinapsis/article/download/21/16/>

Keels, S.; Gentry, A. and Spinzi, L. (1997). Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. (Biodiversity measuring and monitoring certification training, Volume 2. Washington: SI/MAB.

Koppen, M. (1991). Clasificación climática, pp. 282-298, en J. Acevedo. Curso de climatología. Cuba: Instituto cubano del libro, La Habana, pp. 251.

Labrada D., (2014). Acciones para el manejo de especies leñosas en un Bosque Pluvisilva de Baja Altitud, Área de Manejo Majagual. Tesis en opción al título de ingeniero forestal. Facultad Agroforestal de Montaña, Universidad de Guantánamo.

Lamprecht, H., (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) 335 p.

Magurran, A. E. (1989). Diversidad ecológica y su medición. Ediciones España, Vedral. 200 p.

Martínez, A. (2006). Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey. Camagüey. Cuba: Riqueza de especies y endemismo de las espermatófitas en las pluvisilvas de la Región Oriental de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional 32-33: 79-109, 2011-2012.

- Moreno de las Heras, M., Nocolau, J.M., Merino, M.L., Wilcox, B.P., (2010). Plot scale effects on runoff and erosion along a slope degradation gradient. *Water Resources* 46, doi: 10.1029/2009WR007875
- Osorio, (2011) en su trabajo de investigación Estructura y Diversidad de la flora leñosa en un Bosque Pluvisilva Submontano, Sector Cupeyal del Norte Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH), Tesis en opción al título de Máster en ciencias forestales. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca” Facultad de Forestal y Agronomía Departamento Forestal.
- Reyes, O. J., (2012) La sucesión vegetal en la pluvisilva submontana sobre rocas metamórficas 22pp.
- Samek, V., (1974). Elementos de Silvicultura de los bosques latifolios. Editorial Científico-Técnica. Instituto Cubano del Libro. La Habana. 291 p.
- Sánchez F. J., (2015). Acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján- Naranjal del Toa. Tesis (en opción al grado científico de doctor en ciencias forestales). Facultad de forestal y agronomía. Universidad de Pinar del Río, 101 p.
- Servicio estatal forestal (SEF), (2020). Dinámica forestal 2020. Ministerio de la Agricultura SEF 12p.
- Vargas O y Mora F. (2010). La restauración ecológica – su contexto, definiciones y dimensiones. En: Vargas O, editor. Estrategias para la restauración ecológica del bosque alto andino – El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca. Bogotá: Grupo de Restauración Ecológica, Universidad Nacional de Colombia y Colciencias. p. 19–40. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Orlando-Vargas>
- Vargas, O. (2008). Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. En Vergas, O. (Ed) Guía metodológica para restauración ecológica del bosque alto Andino. Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Restauración.
- Zabala, B. (2018) Sensibilidad de los paisajes de la Reserva de la Biosfera Cuchillas del Toa Revista “Hombre, Ciencia y Tecnología”. Vol.22 No.2 del 2018. ISSN: 1028-0871