

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO**  
**FACULTAD AGROFORESTAL**

**Memoria escrita en opción al Título Académico de Máster en Ciencias Forestales**

**Mención: Manejo de Bosque**

**Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí**

**Autor: Ing. Ibian Leyva Miguel**

**2018**

**Guantánamo**

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO**  
**FACULTAD AGROFORESTAL**

**Memoria escrita en opción al Título Académico de Máster en Ciencias Forestales**

**Mención Manejo de Bosque**

**Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí**

**Autor: Ing. Ibian Leyva Miguel**

**Tutor: Dr. C. Edelmys Pérez Pereda**

**Dr. C. Joel Reyes Orlando**

**2018**

**Guantánamo**

## **AGRADECIMIENTOS**

- ❖ *Primeramente a mi Dios que sin sus fuerzas fuera imposible la realización de este trabajo.*
- ❖ *A mis tutores Dr. C. Joel Reyes Orlando, Dr. C. Yuris Rodríguez Matos y Dr. C. Edelmys Pérez Pereda por su apoyo y ayuda de forma incondicional.*
- ❖ *Al claustro de profesores que contribuyeron en mi formación y preparación en la temática de Ciencias Forestales.*
- ❖ *A mis compañeros por su apoyo y preocupación durante el cumplimiento de cada etapa Grabiél Céspedes Correa, Raudy Katerin Semanat Laffita, Yanara Gómez Matos y Addael Cusco Casanave.*
- ❖ *A la universidad de Guantánamo por permitirnos realizar este trabajo y apoyarnos durante todo el transcurso.*
- ❖ *A los compañeros de la Empresa Flora y Fauna especialmente de la Reserva Ecológica Baitiquirí, por las facilidades brindadas para la toma de la información y por la atención que han prestado a cada resultado obtenido.*
- ❖ *A todos los que de una forma u otra han hecho posible la realización de este trabajo.*
- ❖ *A la Revolución Cubana.*

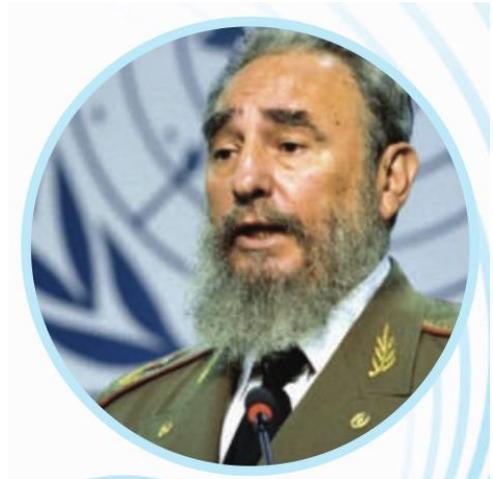
## **DEDICATORIA**

- ❖ *A mis hijos Ian Miguel Cardona Leyva e Ilianne Socarrás Leyva.*
- ❖ *A mi esposo Didiert Socarrás Capdevila.*
- ❖ *A mi familia que desde siempre han dado su apoyo incondicional en especial a mi madre, mi hermana, mi tía y todas aquellas que me han apoyado.*
- ❖ *A mis compañeros de trabajo que me han apoyado para la realización de este trabajo.*
- ❖ *A todos aquellos que les interese el cuidado y protección del medio ambiente.*

## ***Pensamiento***

Está inspirada en el pensamiento del líder histórico de la Revolución cubana Fidel Castro Ruz, cuando en la Cumbre de La Tierra en Río de Janeiro, el 12 de junio de 1992 expresó:

***“...Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre...”.***



## RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Reserva Ecológica Baitiquirí, perteneciente al municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo desde septiembre de 2016 a octubre de 2018. La misma tiene como objetivo proponer acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo. Se levantaron un total de 25 parcelas rectangulares de 20 m x 25 m, mediante un muestreo aleatorio simple para contabilizar las especies florísticas presentes en los diferentes estratos. Se determinó la diversidad alfa, beta y el estado de conservación. Se obtuvo un total de 57 especies pertenecientes a 54 géneros y 31 familias. Las especies de mayor importancia ecológica son: *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Guaiacum officinale* L., *Capparis cynophallophora* L., *Cordia sulcata* DC. y *Amyris elemifera* L. El estado de conservación del área es regular con un 44,5%, con la variable estructura del bosque como la de mayor peso ecológico; producto a: fragmentación, presencia de especies invasoras e indicadoras, abundancia de especies maderables, estética dentro del bosque, usos tradicionales del bosque, densidad de población, permanencia de caudal de agua en quebradas, porcentaje de uso de tierras y la presencia de incendios forestales. Se diseñó la propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque con enriquecimiento y manejo de la regeneración natural de las especies nativas, endémicas y de interés forestal.

Palabras clave: conservación, reserva, bosque, especie.

## ABSTRACT

The research was carried out in Baitiquirí Ecological Reserve, of the San Antonio del Sur municipality of Guantánamo Province from September 2016 to October 2018. It aims to propose silvicultural actions for the rehabilitation of the Semideciduous Microphilous forest. A total of 25 rectangular plots of 20 m x 25 m, were built, by means of a simple random sampling to count the floristic species present in the different strata. Alpha, beta diversity were determined and the state of conservation was finally established. A total of 57 species of 54 genera and 31 families were obtained. The species of greatest ecological importance are *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Guaiaacum officinale* L., *Capparis cynophallophora* L., *Cordia sulcata* DC. y *Amyris elemifera* L. The conservation status of the area is regular with 44,5%, with the structure of the forest being the variables of greater ecological impact; as a result the research obtained a product a: fragmentation, presence of invasive and indicative species, abundance of timber species, esthetics within the forest, traditional uses of the forest, population density, permanence of water flow in ravines, high percentage of land use and the presence of wildfires. A proposal of silvicultural actions was designed for the rehabilitation of the forest with improvement and management of the natural regeneration of native species, endemic and of forestry interest.

Key words: conservation, reserve, forest, species.

## ÍNDICE

| Nº      | TÍTULO  | Pág. |
|---------|---|------|
| I       | INTRODUCCIÓN  | 1    |
| II      | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA                              | 4    |
| 2.1.    | Biodiversidad                                       | 4    |
| 2.1.1   | Amenazas a la biodiversidad                         | 6    |
| 2.1.2   | Análisis de diversidad florística                   | 7    |
| 2.1.2.1 | Diversidad beta                                     | 7    |
| 2.1.2.2 | Diversidad alfa                                     | 7    |
| 2.1.2.4 | Índice de diversidad                                | 10   |
| 2.2     | Patrimonio Forestal                                 | 11   |
| 2.2.1   | Bosques de conservación                             | 12   |
| 2.2.2   | Bosques de protección                               | 12   |
| 2.3     | Formaciones vegetales de Cuba                       | 13   |
| 2.3.1   | Bosques Semidecuidos                                | 13   |
| 2.3.1.1 | Bosque semidecuiduo micrófilo                       | 14   |
| 2.4     | Áreas protegidas de Cuba                            | 15   |
| 2.4.1   | Reserva Ecológica Baitiquirí                        | 15   |
| 2.5     | Rehabilitación                                      | 16   |
| III     | MATERIALES Y MÉTODOS                                | 18   |
| 3.1     | Caracterización del área de investigación           | 18   |
| 3.1.1   | Ubicación del área de trabajo                       | 18   |
| 3.1.2   | Características climáticas                          | 19   |
| 3.1.3   | Características edáficas                            | 19   |
| 3.2     | Metodología utilizada para el inventario florístico | 19   |
| 3.2.1   | Diversidad beta ( $\beta$ )                         | 20   |
| 3.3     | Diversidad alfa ( $\alpha$ )                        | 21   |
| 3.3.1   | Índices de diversidad                               | 21   |
| 3.3.2   | Estructura vertical                                 | 23   |
| 3.3.3   | Estructura horizontal                               | 23   |
| 3.4     | Estado de conservación                              | 24   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.5.  | Determinación de las prioridades para la conservación y rehabilitación del área | 26 |
| 3.6   | Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del área                | 26 |
| IV    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN  | 27 |
| 4.1   | Validación del inventario florístico  | 27 |
| 4.2   | Diversidad beta   | 27 |
| 4.3   | Diversidad alfa   | 32 |
| 4.3.1 | Índices de diversidad por familia   | 32 |
| 4.3.2 | Índice de diversidad  | 33 |
| 4.3.3 | Estructura Vertical   | 34 |
| 4.3.4 | Estructura Horizontal   | 37 |
| 4.4   | Análisis de las variables que inciden en el grado de conservación               | 39 |
| 4.4.1 | Estructura del bosque   | 39 |
| 4.4.2 | Manejo y aprovechamiento  | 43 |
| 4.4.3 | Población asociada  | 46 |
| 4.4.4 | Matriz del entorno del bosque   | 47 |
| 4.4.5 | Presencia de fuentes de agua en el bosque                                       | 49 |
| 4.4.6 | Problemática socio ambiental  | 50 |
| 4.4.7 | Estado de conservación  | 51 |
| 4.5   | Prioridades para la conservación y rehabilitación del área                      | 53 |
| 4.6   | Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del área                | 54 |
| V     | CONCLUSIONES  | 65 |
| VI    | RECOMENDACIONES   | 66 |
|       | BIBLIOGRAFÍA  |    |
|       | ANEXO   |    |

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, de forma general, siempre se ha visto el bosque como productor de madera en sus distintas formas, en algunos países se le concede además un rol importante en la conservación del medio ambiente y la biodiversidad (Corrales y Morejón, 2007).

Los bosques mundiales abarcan, según los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 3 999 mil millones de hectáreas, y cubren casi 30,6% del área mundial. Entre 2010 y 2015 hubo una pérdida anual de 7,6 millones de hectáreas y una ganancia anual de 4,3 millones de ha por año, lo que equivale a una reducción neta anual del área de bosque de 3,3 millones de ha por año (FAO, 2016). En el 2017 se perdió 15,8 millones de hectáreas de bosques, estos datos convierten este año en el segundo con los peores datos registrados en la pérdida de superficie forestal desde 2001 (Hierro, 2018). En la Selva amazónica se incrementó la deforestación desde el año 2016 al 2017 en 74,07 ha (Mónica, 2018).

La deforestación y la degradación de los bosques son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad (Budiharta *et al.*, 2014). Ésta no es solamente la enorme variedad de formas de vida que acoge la Tierra, sino también como la de su riqueza genética, la de los ecosistemas que las sustentan y la de los procesos que relacionan entre sí unas especies con otras, es la piedra angular sobre la que se asienta el mantenimiento de los servicios vitales de todos los ecosistemas (Natura, 2014).

Su mantenimiento garantiza la supervivencia y evolución de las especies y su adaptación dinámica a las cambiantes condiciones ambientales, refuerza el acervo genético vegetal y crea reservas genéticas para el mejoramiento forestal (FAO, 2016). Conservarla es de gran importancia porque proporciona varios beneficios para la preservación del medio ambiente, entre ellos están: la formación de suelos y el control de la erosión, la fijación del nitrógeno, el incremento de los recursos alimenticios, el control biológico de plagas, la polinización de las plantas, la elaboración de medicinas farmacéuticas y naturistas, entre muchos otros (Pereira *et al.*, 2011).

Cuba posee 4 093 miles de hectáreas, de ellas están cubiertos de bosques 3 241 miles de hectáreas, con 46% de protector, 31% de productor, 24% de conservación (Labrador *et al.*, 2017).

Según SEF (2016) Cuba se sitúa entre las naciones de mayor crecimiento de sus recursos forestales con una superficie cubierta de bosque de 13,4% ante de 1959, hasta alcanzar el 31,15% en el 2017 (Labrador *et al.*, 2017). Ella es considerada la isla de mayor número de especies a nivel mundial, (Whittaker y Fernández, 2007) y el 50% de ellas son endémicas (Berazaín *et al.*, 2005), valor que la posiciona entre las siete islas con mayor porcentaje de endemismo en el planeta.

Esta riqueza se ha visto disminuida por diferentes presiones, fundamentalmente generadas por el hombre mediante la introducción de especies invasoras, la deforestación, la fragmentación, la ganadería y la agricultura (González *et al.*, 2016); esto unido a la fragilidad natural de nuestros ecosistemas hace que el 73% de nuestras plantas se encuentren extintas (Berazaín *et al.*, 2005).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (SNAP) está integrado por un conjunto de instituciones que contribuyen a la conservación *in situ* del patrimonio natural cubano, reconocidos como una de las vías más efectivas de conservación de la diversidad (CNAP, 2013 y Ruíz, 2015).

Las mayores prioridades de conservación de los paisajes naturales se hallan en las regiones centro oriental y oriental, donde está ubicada la Reserva Ecológica de Baitiquirí, que representa el 10% de los bosques de conservación del patrimonio de Guantánamo que tiene 40 810,7 ha destinadas a este fin (SEF, 2015).

La misma posee algunas de las variantes de paisajes descritos para Cuba, ya que las formaciones costeras resultan de especial interés para la conservación. Cuenta con formaciones vegetales que varían desde bosques siempre verdes micrófilos costeros y subcosteros, pasando por matorrales xeromórfos costeros y subcosteros, hasta matorrales espinosos semidesérticos con zonas de mangles en las inmediaciones de la Bahía de Baitiquirí (Del Risco *et al.*, 1989).

Los principales problemas existentes en la Reserva Ecológica Baitiquirí desde el punto de vista ambiental que han contribuido al deterioro del área son la

ocurrencia de incendios forestales, favorecidos por las condiciones climáticas extremas que se observan en la zona, así como la contaminación de la bahía producida por la extracción de sal, la presencia de especies invasoras, tanto de la flora como de la fauna, favorecida por la tala indiscriminada, la erosión hídrica ocasionada durante los periodos lluviosos, pocos conocimientos de los valores naturales y la presión de las comunidades (MINAG, 2014).

Hasta el momento en la Reserva Ecológica Baitiquirí no se han realizado estudios que caractericen la diversidad florística y el estado de conservación del área, por las amplias formaciones forestales que posee, entre ellas el bosque semideciduo micrófilo según Reyes (2012). Teniendo en cuenta los elementos planteados con anterioridad se define como:

**Problema:** ¿Cómo contribuir a la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica Baitiquirí?

**Hipótesis:** Al caracterizar la diversidad florística y determinar el estado de conservación del bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica Baitiquirí, se podría establecer una propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del área.

**Objeto:** Rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica Baitiquirí.

**Objetivo general:** Proponer acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

**Objetivos específicos:**

1. Caracterizar diversidad florística del bosque semideciduo micrófilo.
2. Determinar el estado de conservación del bosque semideciduo micrófilo.
3. Diseñar acciones silvícolas para la rehabilitación del área.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Biodiversidad

La biodiversidad o diversidad biológica es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta (García, 2009).

El término «biodiversidad» es un calco del inglés «biodiversity». Este término, a su vez, es la contracción de la expresión «biological diversity» que se utilizó por primera vez en octubre de 1986 en el título de una conferencia sobre el tema, el *National Forum on BioDiversity*, convocada por Walter G. Rosen, a quien se le atribuye la idea de la palabra (García, 2009).

Es posible definirla entonces como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (CITMA, 2018).

Gil (2011) plantea que los componentes de la diversidad biológica son importantes para la salud del hombre, casi todos los medicamentos, provienen de plantas y animales. La medicina tradicional forma la base de la atención primaria en salud para el 80% de la gente en los países en vías de desarrollo; la gente de la amazonía emplea más de 2,000 especies; la medicina tradicional es hoy promovida por la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 3,000 antibióticos incluidos la penicilina y tetraciclina, provienen de microorganismos; La aspirina y muchas otras drogas fueron sintetizadas primigeniamente en la naturaleza; por lo tanto, la diversidad biológica no sólo es útil hoy, sino a medida que se va descubriendo nuevas especies será útil en el futuro.

La biodiversidad produce bienes y servicios para satisfacer nuestras necesidades de aire y agua limpias, alimentos, medicamentos, ropa, materiales de construcción y protección (Gil, 2011 y Cardinale *et al.*, 2012). Produce satisfacciones como inspiración y emociones (Gil, 2011) y se manifiesta en los servicios culturales de los ecosistemas mediante oportunidades religiosas, científicas, educativas, recreativas y estéticas (Navarro y Ruiz, 2016),

La pérdida de biodiversidad se consideraba uno de los problemas ambientales más importantes, pero no se veía como uno de los principales conductores del cambio en los ecosistemas. Las consecuencias de la pérdida local de especies afectan las funciones de producción y descomposición de los ecosistemas (Hooper *et al.*, 2012 y CITMA, 2018). En este sentido, tampoco se contemplaba la pérdida de biodiversidad como una amenaza para el bienestar humano. Sin embargo, hoy sabemos que todos los componentes de la biodiversidad, desde la diversidad genética hasta las unidades de paisaje, pueden representar un papel en la provisión a largo plazo de al menos algún servicio de los ecosistemas (Cardinale *et al.*, 2012).

La biodiversidad es un elemento en constante desarrollo, pues admite los cambios biológicos y evolutivos de las diferentes especies, poblaciones u organismos. A esta condición no estática, se une la desigualdad, no está similarmente distribuida, además es más rica en los trópicos que en las zonas polares. Varía en función de clima, altitud y la propia presencia de otras especies, entre las cuales el hombre representa el mayor peligro potencial (Nichols, 2003).

Actualmente América Latina y el Caribe (ALC) conservan gran parte de su biodiversidad. Seis de los países con mayor biodiversidad del mundo se encuentran en esta región: Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela. También es el hogar del hábitat con mayor biodiversidad del mundo, la selva tropical del Amazonas (UNEP, 2012). Más del 40% de la biodiversidad del planeta se encuentra en el continente sudamericano, así como más de una cuarta parte de sus bosques (UNEP 2010).

### **2.1.1. Amenazas a la biodiversidad**

Las principales amenaza de la biodiversidad según UNEP-WCMC (2016) en América Latina son: la disminución de la abundancia de especies y los altos riesgos de extinción continúan, la pérdida de hábitats, los crecimientos económicos rápidos y desigualdades sociales, la expansión e intensificación de la agricultura para incrementar áreas para el ganado, tierras cultivables y materias primas, las infraestructuras, la concentración de la población en áreas urbanas, la extracción de recursos para minerales, el cambio climático indujo impactos en hábitats montañosos dentro de la región.

Según Aguiar *et al.* (2016) plantean que la pérdida de hábitats debido a la agricultura y los pastizales para ganado es la amenaza más grave para la biodiversidad en la región, y a pesar de que la tasa de pérdida ha disminuido en la última década, el área total transformada por año permanece elevada.

Según González *et al.* (2016) plantean que las principales amenazas que afectan el estado de conservación de la flora cubana están asociadas a las actividades humanas. Se debe destacar que tan solo dos siglos de introducciones de especies exóticas han conllevado a que actualmente esta sea la principal amenaza a la biodiversidad vegetal en Cuba. Este hecho se corresponde con la presencia en el territorio nacional de 33 especies de plantas invasoras, de las cuales 191 muestran un comportamiento transformador de los ecosistemas.

Este mismo autor opina que en 2012 se hacía una alerta del peligro que constituían las invasiones biológicas sobre nuestra flora; sin desconocer que estas constituyen la segunda causa de extinción de especies a nivel mundial y que sus acciones sobre los ecosistemas pueden causar graves daños, entre los que se encuentran alteraciones en la estructura trófica, el desplazamiento de especies nativas y la transmisión de enfermedades.

Es sorprendente que la cantidad de especies amenazadas por la agricultura o la ganadería, actividades mundialmente reconocidas como una de las principales afectaciones para la flora y la fauna (también asociadas a la Deforestación), sea similar a las amenazadas por malas prácticas forestales. Esto demuestra la importancia de evaluar y cuestionarnos las actuales prácticas de reforestación de

áreas que, por ejemplo, naturalmente están cubiertas por matorrales o herbazales nativos de alto endemismo y que, en los “índices de boscosidad” o porcentos de cobertura boscosa son, con frecuencia, tratados como zonas deforestadas (González *et al.*, 2016).

## **2.1.2. Análisis de diversidad florística**

### **2.1.2.1 Diversidad beta**

La diversidad beta es conocida como la diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988).

Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Wilson y Shmida, 1984 y Magurran, 1988). Para ordenar en este texto las medidas de diversidad beta, se clasifican según se basen en la disimilitud entre muestras o en el reemplazo propiamente dicho.

### **2.1.2.2 Diversidad alfa**

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, los dividimos en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura y productividad). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

¿Qué se debe considerar como diversidad alfa, la riqueza específica o la estructura de la comunidad? En primer lugar, e independientemente de que la selección de algunas de las medidas de biodiversidad se base en que se cumplan los criterios básicos para el análisis matemático de los datos, el empleo de un parámetro depende básicamente de la información que queremos evaluar, es decir, de las características biológicas de la comunidad que realmente están siendo medidas (Huston, 1994).

Condit *et al.* (1996) plantearon que la determinación de la composición florística de los bosques como: familias, géneros, especies, ayuda a caracterizar las comunidades y generan información sobre la dinámica de los bosques naturales y su respuesta a diferentes regímenes de perturbación y que la mayoría de los estudios de composición florística se han basado en especies arbóreas por su representatividad en términos de dominancia (biomasa, abundancia, cobertura) lo que determina por lo tanto, la estructura y funcionamiento del bosque.

El estudio de la estratificación vertical se define como la distribución de los individuos que conforman la comunidad en relación a sus alturas o sea el número de individuos en el dosel medio, superior y emergente (Jayakumar *et al.*, 2011).

Por otro lado la estructura horizontal entendida como la distribución espacial de las diferentes poblaciones e individuos está relacionada con los factores del medio ambiente. A gran escala puede estar influida por la altitud o por la latitud; en tanto, a pequeña escala la topografía local y la disponibilidad del agua parecen ser los principales agentes. El ordenamiento horizontal se analiza a través de la densidad, abundancia, el diámetro y la cobertura, entre otros (Rangel y Velázquez, 1997).

Finol (1971) y Lamprecht (1990) definen la abundancia absoluta como el número de individuos de una especie que aparecen en una unidad muestra, lo cual indica el comportamiento del liderazgo de la población en una comunidad.

La abundancia relativa como el porcentaje de individuos de una especie respecto al total de individuos que se encuentran en la muestra, es decir, la relación porcentual con respecto al número total de árboles levantados. Asimismo definen la frecuencia absoluta como el número de parcelas de muestreo de tamaño

adecuado, en las cuales se encuentra una especie, como expresión porcentual definida por la razón entre el número de parcelas en las que una especie aparece y el número total de parcelas establecidas.

Para Finol (1971) la frecuencia relativa, se conceptualiza como el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie con relación a la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies encontradas en la muestra y se calcula basándose en la suma total de la frecuencia absoluta. Para este mismo autor la dominancia absoluta se representa por la sumatoria de áreas basales de los individuos de una especie, expresada en  $m^2/ha^{-1}$  y la dominancia relativa, como el porcentaje de la dominancia absoluta de una especie con relación a la suma de las dominancias absolutas de todas las especies presentes.

El Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), para cada especie se obtiene a partir de la suma de los parámetros de la estructura horizontal. Mediante este índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema Lamprecht (1990).

Magurran (1988) plantea que este índice aporta conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores.

Todo análisis estructural permite un estudio detallado de las comunidades vegetales. Este análisis debe comprender los estudios sobre la estructura horizontal, que incluye densidad, frecuencia y dominancia (Kellmann, 1975 y Lamprecht, 1990). Además se debe considerar la estructura vertical (posición sociológica) y la regeneración natural (Finol, 1971). Asimismo, la estructura horizontal y vertical debe incluir estudios sobre la estructura paramétrica (Hosokawa, 1982).

Jiménez (2012) determinó también la estructura en bosques semidecíduos de la Reserva Ecológica Manejada (REM) Sierra del Rosario, a través de los valores de abundancia, dominancia, y la frecuencia relativa de cada especie; así como las distribuciones de abundancia de árboles por clases diamétricas. La regeneración natural la evaluó siguiendo la metodología propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Orozco y Brumer (2002).

Para la determinación de la estructura y diversidad del bosque seco en Ecuador Aguirre (2013) siguió los mismos criterios abordados por los autores anteriormente citados, solo que para la caracterización de la estructura vertical consideró las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos. Sánchez (2015) utilizó los criterios antes mencionados para determinar también la estructura horizontal y vertical del bosque y luego proponer acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

### **2.1.2.3. Índice de diversidad**

**Riqueza de especie:** 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. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertas especies bien conocidas y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad. A continuación se describen los índices más comunes para medir la riqueza de especies (Moreno, 2001).

**Abundancia proporcional de especies:** el Índice de Shannon-Wiener es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra (Aguirre y Yaguana, 2012).

**Índice de Equitatividad:** si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la Equitatividad debería ser máximo y por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Moreno, 2001 y Aguirre y Yaguana, 2012).

**Índices de dominancia:** los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001 y Aguirre y Yaguana, 2012).

## **2.2. Patrimonio Forestal**

El patrimonio forestal constituye un recurso estratégico para el desarrollo de cualquier nación. Cuando los bosques son protegidos y manejados adecuadamente, pueden aportar diversos y cuantiosos bienes materiales a la sociedad y a la economía, contribuyendo significativamente al mejoramiento y sostenibilidad ambientales. Sobre el tema, Martí expresó: «Comarca sin árboles, es pobre. Ciudad sin árboles es malsana. Terreno sin árboles, llama poca lluvia y da frutos violentos»; «hay que cuidar de reponer las maderas que se cortan, para que la herencia quede siempre en flor»; «...son, en una palabra, los árboles, además de un gran elemento de riqueza, los mejores amigos de la agricultura y la ganadería» (Paretas, 2016).

Según Berenguer y Matos (2016) la protección del patrimonio forestal constituye un punto esencial y fundamental de las agenda de los gobiernos hasta que la humanidad adquiriera la conciencia de la necesidad de desarrollar las actividades económicas de forma tal, que degrade lo menos posible el medio, ya que todo lo que hagamos se debe contra la naturaleza, a corto, mediano o largo plazo si no se reflejará en contra de nosotros mismos.

La voluntad política de la dirección del país está dirigida a desarrollar, conservar y proteger los recursos naturales de la nación, en la cual los árboles y el bosque tienen una destacada participación por su incidencia favorable en el ecosistema y en el incremento de la biodiversidad, así como su contribución en el mejoramiento

y purificación de las aguas, la conservación y mejoramiento de los suelos, el saneamiento del aire que respiramos y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población (Paretas, 2016).

### **2.2.1. Bosques de conservación**

La conservación de los bosques incluye desde la producción intensiva de madera hasta la preservación total. Se basa en tres principios: el desarrollo de los recursos naturales con procedimientos científicos que conduzcan a la sostenibilidad, la reducción de desechos y la equidad en el acceso a los recursos. La conservación de los bosques es el uso prudente de la munificencia de la naturaleza, en oposición a la explotación desenfrenada de los mismos (FAO, 2010).

Por sus características y ubicación el mismo autor plantea que conservar y proteger los recursos naturales, así como los destinados a la investigación científica, el ornato y la acción protectora del medio ambiente, en general, estos bosques deben ser conservados constantemente, y en ellos no se permiten talas de aprovechamiento, sino solo cortas de mejora orientadas al reforzamiento de su función principal y la obtención de productos secundarios del bosque. Actualmente los bosque de conservación alcanzan una superficie del 24% del patrimonio forestal cubano (Labrador *et al.*, 2017).

### **2.2.2. Bosques de protección**

Se destinan a mantener un hábitat favorable para la reproducción y desarrollo de la fauna silvestre, que posean o en las que puedan crearse condiciones favorables para su alimentación y abrigo, así como los bosques y tierras forestales situados dentro de los Cotos de Caza, Jardines o Parques Zoológicos, así como los territorios declarados legalmente Áreas Protegidas, que precisen para su manejo de esta categoría (FAO, 2010).

El mismo autor plantea que en estos bosques no se permiten talas de explotación; y los manejos silvícolas se realizarán con el objetivo de mejorar el hábitat de la fauna silvestre, de acuerdo con el plan aprobado para cada área.

## **2.3. Formaciones vegetales de Cuba**

Dentro de los grupos fundamentales de formaciones florísticas cubanas se encuentran las formaciones arbóreas, constituidas por bosques: nublado, pluvisilva (de montaña y submontana), siempreverde, semideciduo o semicaducifolio, micrófilos (monte seco), de ciénaga, manglar y pinar, mientras en 1807 Alexander von Humboldt, manifiesta que las formaciones vegetales son grandes contornos que determinan la fisonomía de la vegetación (Leiva, 2013).

El mismo autor plantea que existen diversas clasificaciones propuestas para las formaciones vegetales cubanas, desde algunas relativamente sencillas hasta algunas muy completas, con gran cantidad de subdivisiones. Principales formaciones y su localización geográfica y rasgos esenciales. Esta clasificación establece cuatro grupos fundamentales de formaciones florísticas: arbóreas, arbustivas, herbáceas y especiales.

### **2.3.1. Bosques Semideciduos**

Los bosques semideciduos cubanos se componen entre el 40-50 % de especies caducifolias, generalmente en el estrato arbóreo superior; presentan arbustos y herbáceas escasas, poco desarrollo de las epífitas y abundancia de lianas (Capote y Berzaín, 1984).

Son bosques latifolios tienen dos variantes: semideciduo mesófilo (con árboles de hojas mayores de 13 cm de largo) y semideciduo micrófilo (con árboles de hojas menores de 6 cm de largo (Berzaín *et al.*, 2005).

Son montes semicaducifolio de dos capas arbóreas y una arbustiva, donde los árboles que forman la capa arbórea más alta pierden sus hojas durante la época de seca; mientras que los de la capa arbórea más baja las conservan casi durante todo el año (Bisse, 1988).

Se considera como Bosque semideciduo aquel en que la mayor parte de las especies (más del 30%) arbóreas tienen hojas caedizas en la estación poco lluviosa, o que siendo pobre en especies la mayoría de estas tengan esa característica. Fue la formación predominante en las zonas llanas y premontanas hasta alrededor de los 500 msnm con lluvias entre 700 y 1 400 mm<sup>3</sup> y con estación seca definida. En lugares bajos, ocasionalmente se presentan con

abundancia de suculentas, con lo que cambian su aspecto fisonómico (Reyes, 2012).

### **2.3.1.1. Bosque semideciduo micrófilo**

Esta formación vegetal se desarrolla generalmente desde el nivel del mar hasta los 350 msnm aunque en la vertiente sur de la Sierra Maestra puede llegar hasta los 550 msnm. Se desarrolla fundamentalmente sobre suelos pardos con carbonatos, son poco profundos y en ocasiones con abundantes afloramientos rocosos en la superficie. Las zonas próximas al litoral costero pueden ser llanas o con pendientes abruptas (CIGT, 2014).

En Sagua Baracoa se observa en las zonas con menor pluviosidad; su mayor extensión se encuentra en las terrazas inferiores próximas a Maisí, asociado a los matorrales de la zona xerofítica. En la Sierra Maestra se halla más extendido en la vertiente Sur y conforma generalmente el bosque detrás del Matorral costero y precostero y a veces del Uveral. Se desarrolla generalmente desde el nivel del mar hasta los 100 msnm., aunque ocasionalmente sube hasta alrededor de los 350 msnm. Está condicionado fundamentalmente por factores geológico-pedológicos, lluvia y por la acción de los vientos marinos cargados de sales Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba (CIGT, 2014).

Presenta un estrato arbóreo de alrededor de 10 m de altura. Entre las especies más frecuentes se encuentran *Bursera simaruba*, *Sideroxylon salicifolium*, *Colubrina elliptica*, *Phyllostylon brasiliense*, *Senna atomaria*, *Coccothrinax spec. div.*, *Simarouba glauca*, *Amyris elemifera*, *Acacia macracantha*, *Cojoba arborea* (Reyes, 2012).

Las amenazas que afectaron estos bosques son diversas como la extracción de madera. Se produce con fines locales para satisfacer las necesidades domésticas de los pobladores. Dentro del área protegida la extracción de madera se produce moderadamente, fuera de dicha área así como en los límites de la misma su incidencia es considerablemente mayor. Esta presión ocasiona localmente un evidente deterioro de la vegetación, principalmente en zonas sometidas a otras actividades antrópicas, por ej. el pastoreo, la agricultura y la construcción de viviendas (CIGT, 2014).

## **2.4. Áreas protegidas de Cuba**

Los esfuerzos para la conservación comenzaron en 1976, al ser declarada un grupo de áreas naturales con diferentes grados de protección. Estas áreas fueron seleccionadas fundamentalmente desde el punto de vista botánico por un grupo de biólogos y geógrafos, quienes conocían ya la necesidad de garantizar la supervivencia de muchas plantas y animales únicos de Cuba (Garrido y Kirkeonnell, 2011).

Berovides y Gerhartz (2009) CNAP (2013) plantean que se ha creado un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, donde se encuentran a salvo cerca del 100% de su flora, fauna y ecosistemas reconocidos como amenazados de extinción por varias causas ya mencionadas. En esas áreas no solo se admiran bellos paisajes protegidos o especies únicas en el mundo que están en peligro de extinción, sino que también se reconoce el gran esfuerzo que se realiza para proteger y legar este tesoro natural a las futuras generaciones, ejemplo de algunas podemos señalar:

Existen 211 áreas protegidas de importancia nacional a través del archipiélago cubano, de las cuales 120 cuentan con administración y 103 están aprobadas por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba; otras 17 están en proceso de aprobación (CNAP, 2013 y Ruíz, 2015). Entre la que se destaca la Reserva Ecológica Baitiquirí.

### **2.4.1. Reserva Ecológica Baitiquirí**

Por sus relevantes valores naturales y su biodiversidad fue declarada como Área Protegida en abril de 2010 con la (Categoría de Manejo de “Reserva Ecológica Baitiquirí”), al amparo del acuerdo único No 6803 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba (CECM). Esta Área Protegida queda administrada según acuerdo vigente por el Ministerio de la Agricultura y en específico por la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (MINAG, 2014).

En la Reserva se encuentran las formaciones geológicas Maya (MAY), Jaimanitas (JAI) y San Luis (SL). Con un relieve formado por cerros litorales, llanuras y terrazas fluviales acumulativas medianas, ligeramente onduladas, premontaña de bloques monoclinales carsificadas, alturas tectónico-erosivas y mesetas, y valles y

cañones fluviales encajados. La hidrografía está marcada por una red de arroyos fundamentalmente temporales que se escurren hacia el sur-este, se destacan el arroyo Tortuguilla, Monte Verde y Palmarito (MINAG, 2014).

Pertenece al distrito fitogeográfico Costa de Maisí - Guantánamo de la región oriental de Cuba. Con formaciones vegetales que varían desde bosques semidecíduos micrófilos costeros y subcosteros, pasando por matorrales xeromorfos costeros y subcosteros con inmediaciones de matorral precostero hasta matorrales espinosos semidesérticos, con zonas de mangles en las inmediaciones de la Bahía de Baitiquirí (MINAG, 2014).

La reserva se encuentra en una zona donde las actividades económicas fundamentales están relacionadas con la agricultura, fundamentalmente con la ganadería tanto de ganado mayor como menor, donde actúan algunas formas productivas representadas por CCS, empresas estatales y tenentes particulares (MINAG, 2014).

La caza y la pesca son actividades que desde años se desarrollan o practican por los pobladores de la zona que en algunos casos son de subsistencia, pero en otros la utilizan con fines comerciales, de igual forma se desconocen los valores marinos existentes debido que no se han desarrollado investigaciones sobre estos ecosistemas (MINAG, 2014).

La presencia de especies invasoras se combina con la tala indiscriminada de árboles de gran valor que han provocado la degradación de la vegetación primaria, a lo que en la época lluviosa se le suma la erosión hídrica del suelo. Para el desarrollo de esta área se han incluido en los programas de desarrollo del municipio, donde está enclavada, la explotación de los valores naturales existentes a través del ecoturismo (MINAG, 2014).

## **2.5 Rehabilitación**

“La Rehabilitación” forestal es el proceso de recuperación de la capacidad de un bosque de proveer bienes y servicios sin que esto signifique, lograr que el bosque recupere su estado anterior al proceso de degradación (Vargas, 2008). Sin embargo se considera que la rehabilitación se puede emplear para indicar

cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, como también lo señala la FAO (2010).

Según Matos (2004) rehabilitación es hacer coincidir que un ecosistema degradado vuelva a un estado no degradado aunque sea diferente al original. Aunque esta técnica admite la utilización de especies diferentes a las nativas, es restablecer un ecosistema que contenga la biodiversidad suficiente para continuar su maduración mediante procesos naturales. Por su parte González *et al.* (2008) consideran a la rehabilitación como una técnica de conservación o una acción más en el uso sustentable del suelo que debe conciliarse con las demandas sociales. Nájera (2001) plantea que se debe realizar a través de planificación a diferentes niveles: nacional, regional, departamental y por proyectos

Según Jorba y Vallejo (2008) plantean que las acciones que de manera conjunta conducen al establecimiento de una rehabilitación son consecuencia de una buena plantación y una buena ejecución. La parte de la planeación implica la elaboración de un diagnóstico y una receta o prescripción calendarizada. La ejecución consiste en las acciones, tales como la colecta de semillas, producción de planta, cercado, mantenimiento, protección. Así que ambas son importantes, pero una ejecución sin una planificación no es un acto racional. El éxito de la planificación se basa en la información confiable, fidedigna y suficiente, que se obtiene durante la caracterización del área.

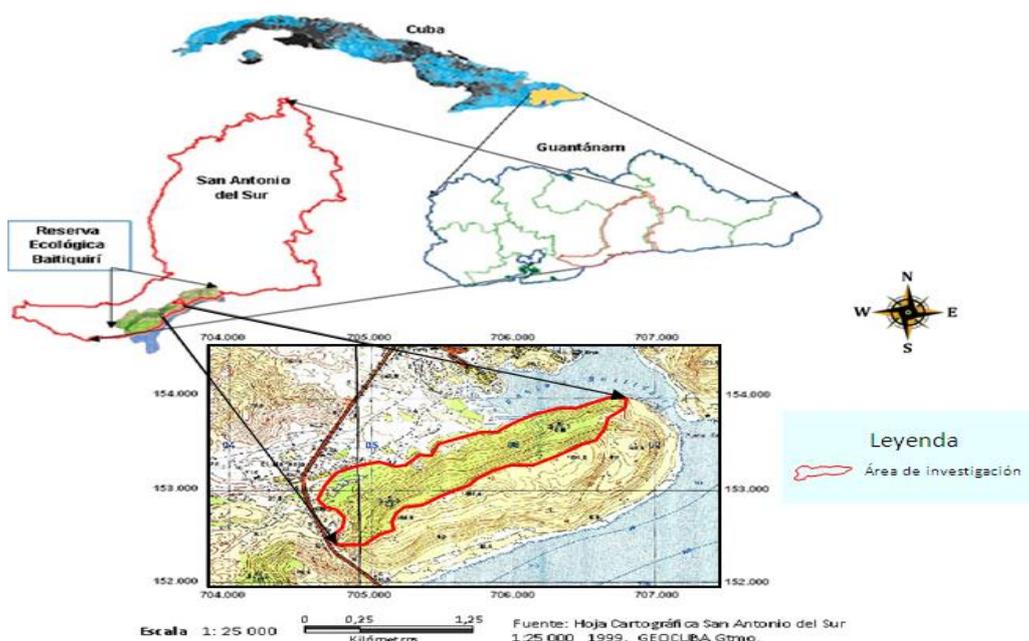
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Caracterización del área de investigación

##### 3.1.1. Ubicación del área de trabajo

La investigación se desarrolló en la zona costera de la Reserva Ecológica Baitiquirí (figura 1), ubicada en el municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, en el periodo comprendido de septiembre de 2016 a junio de 2018. Se determinó la diversidad florística y el estado de conservación de la vegetación para proponer acciones silvícolas para la rehabilitación bosque semideciduo micrófilo.

Se localiza entre las coordenadas cartográficas N  $20^{\circ} 02' - 04,53''$  y W  $74^{\circ} 50' - 22,39''$  limita al norte con áreas forestales y ganaderas de la Empresa René Amil, al sur con el mar Caribe, al este con el río Los Siguatos, en San Antonio del Sur y al oeste con el arroyo Tortuguilla y el asentamiento El Bagá. Posee unas 4 424 ha, de ellas 2 875 terrestres y 1 549 marinas. Está situada en la franja costera de la zona sur de Guantánamo. Los límites de esta área se corresponden con la descripción dada en coordenadas planas rectangulares de la proyección Cuba Sur (MINAG, 2014).



**Figura 1.** Localización del Área de trabajo en el bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

### **3.1.2. Características climáticas**

Las condiciones climáticas del área se caracteriza por una temperatura promedio anual son de 25,45°C y las precipitaciones promedio son de 756,3 mm<sup>3</sup> anuales. Los meses más secos son desde noviembre hasta mediados de abril y luego julio, y los más lluviosos son agosto y octubre. De forma general se caracteriza por un clima muy seco (CITMA, 2016).

### **3.1.3. Características edáficas**

Los suelos existentes son Pardo Sialítico Ócrico se encuentran distribuidos principalmente al noroeste de la reserva ecológica con un área de 449,19 ha, lo que representa el 14,87%, son de color pardo claro, sustentados sobre caliza dura y arenisca carbonatada, de poca profundidad efectiva (28 cm), medianamente humificado (2,5%), de fuerte erosión, de textura loam arenoso, con cantidades elevadas de elementos gruesos tales como una excesiva pedregosidad (80%) y rocoso (15%), la pendiente es variable, de ligera (3%) a ondulado (7%) (Hernández *et al.*, 2015).

Las propiedades físicas del suelo se caracteriza por tener textura ligera con una elevación capilar clasificada como mediana (165 mm/5 hora) y la humedad higroscópica seca al aire es baja con valor de 5,8% (Hernández *et al.*, 2015).

## **3.2. Metodología utilizada para el inventario florístico**

Se levantaron un total de 25 parcelas de 20 m x 25 m (500 m<sup>2</sup>), distribuidas al azar en todo el terreno. Según Matteucci (1982), citado por Osorio (2013) plantean que estas parcelas son las ideales para bosques heterogéneos ya que se asegura una mayor representatividad de las especies del bosque. Se contabilizaron las especies florísticas presentes en los diferentes estratos definidos por (Álvarez y Varona, 2006): herbáceo (hasta 0,99 m), arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m). A las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo se les midió la altura (H) con el hipsómetro de Suunto y el diámetro (D) con una cinta diamétrica.

Para determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar adecuadamente la comunidad fue analizada la curva de riqueza de especies,

donde se relacionan el número acumulado de nuevas especies por parcela, esta es la llamada “curva del colector”.

### 3.2.1. Diversidad beta ( $\beta$ )

Para este estudio se aplicó un análisis de conglomerados jerárquicos, mediante la medida de distancia de Sorensen (Bray-Curtis), (Beals, 1984), y el método de unión fue el del promedio de vínculo entre grupos (Group Average Link); el índice varía de 0 (no-similaridad) a 1.0 (similaridad completa) (Magurran, 1988). Se utilizó el programa BioDiversity Pro versión 2.0 (MC Aleece, 1997).

Para comparar la diversidad entre los grupos del bosque, se calculó los índices de Sorensen utilizado por por Lamprecht (1990); Moreno (2001), Aguirre (2013), Sánchez (2015).

$$Ks = \frac{2c}{a + b} * 100$$

**Donde:** **Ks** = Índice de Similitud de Sorensen.

**a** = número de especies de la muestra 1.

**b** = número de especies de la muestra 2.

**c** = número de especies en común.

Para el análisis de la diversidad del área se realizó el gráficos de abundancia relativa para las 10 especies más abundantes, gráfico conocido como rango-abundancia o “curva de Whitaker” (Feinsinger, 2003) citado por Sánchez (2015). Las curvas se realizaron a escala logarítmica, por lo que cada valor de abundancia fue transformado a Ln de cada  $P_i$ , dado por la fórmula:

$$P_i = n_i / N$$

Dónde:  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ ,  $N$  es el número total de individuos,  $P_i$  es la proporción de los individuos en una comunidad o una muestra que pertenece a la especie  $i$ . Las especies de cada muestra están graficadas de mayor a menor abundancia.

### 3.3. Diversidad alfa ( $\alpha$ )

#### 3.3.1. Índices de diversidad

Es la riqueza de especies de una comunidad /hábitat /sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos. Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. En este caso se tratarán los siguientes que son los más usados según Aguirre y Yaguana (2012).

#### Índice de diversidad de la familia

Para la obtención de este índice de diversidad de familias se precisa conocer tanto el número de especies de una familia ( $n_i$ ) como el número total de especies  $N$ . A través de la siguiente fórmula se podrá conocer la diversidad de las familias según Moreno (2001).

$$\text{DivR} = (n_i/N) * 100$$

Donde: DivR = Diversidad relativa de la familia,

$n_i$  = Numero de especies de una familia,

$N$  = Sumatoria de todas las especies de la muestra.

#### Riqueza específica (S)

Es el número total de especies obtenidas por un inventario de la comunidad/hábitat en estudio.

#### Abundancia proporcional de especies

Índice de Shannon-Wiener se calcula mediante la siguiente fórmula y su interpretación se muestra en la tabla 1 según Aguirre y Yaguana (2012):

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i \qquad p_i = \frac{N_i}{N} \qquad (1)$$

Donde:  $p_i$  = Probabilidad de la especie  $i$  respecto al conjunto,  $N_i$  = Número de individuos de la especie  $i$ ,  $N$  = Número total de individuos de la muestra.

Tabla 1. Interpretación de la abundancia proporcional de especies.

| <b>Rangos</b> | <b>Significado</b> |
|---------------|--------------------|
| 0-1,35        | Diversidad baja    |
| 1,36 -3,5     | Diversidad media   |
| Mayor a 3,5   | Diversidad alta    |

### Índice de equitatividad

Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula de Shannon y su interpretación se muestra en la tabla 2 según Aguirre y Yaguana (2012).

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} \quad (2)$$

Donde: E = Equitatividad,  $H'$  = Índice de Shannon, y  $H_{\max}$  = Ln del total de especies (S)

Tabla 2. Interpretación del Índice de equitatividad.

| <b>Valores</b> | <b>Significación</b>                  |                  |
|----------------|---------------------------------------|------------------|
| 0 – 0,33       | Heterogéneo en abundancia             | Diversidad baja  |
| 0,34 – 0,66    | Ligeramente heterogéneo en abundancia | Diversidad media |
| > 0,67         | Homogéneo en abundancia               | Diversidad alta  |

### Dominancia de especies

El índice de Simpson se determina mediante la siguiente fórmula según Moreno, (2001) y su interpretación se muestra en la tabla 3 según Aguirre y Yaguana (2012):

$$D = \frac{\sum (ni(ni - 1))}{(N(N - 1))} \quad R = \frac{1}{D} \quad (3)$$

**Donde:**

$ni$  = Número de individuos por especie,  $N$  = Número total de individuos y  $R$  = Riqueza.

Tabla 3. Interpretación de la dominancia de especies.

| Valores     | Significación    |
|-------------|------------------|
| 0 – 0,33    | Diversidad baja  |
| 0,34 – 0,66 | Diversidad media |
| > 0,67      | Diversidad alta  |

### 3.3.2. Estructura vertical

Para la caracterización de la estructura vertical se consideraron las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos de acuerdo con el criterio de (Álvarez y Varona, 2006).

La regeneración natural fue evaluada en parcelas de 10 x 10 m, anidadas en las parcelas de muestreo florístico, considerando las categorías planteadas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Orozco y Brumer, 2002). Esta metodología usa las categorías:

- Etapa de diseminado: la altura de la planta es menor de 1 m.
- Etapa de Brinzales: 1 m – 5 m de altura.
- Latizal bajo: 6 – 10 cm de diámetro y altura en dependencia de la especie, 6 - 15 m.
- Latizal alto: 12 – 20 cm de diámetro y altura de 10 -18 m.
- Fustal bajo: diámetro de 22 -30 cm y la altura se evalúa en dependencia de la especie y las condiciones ecológicas del área, aunque debe ser algo mayor que en la de la etapa anterior.
- Fustal medio: diámetro de 32 – 48 cm y altura algo mayor que en el fustal bajo, pero solamente con las ramas que forman la copa.
- Fustal alto: diámetro de los árboles es de 50 cm o más, este dependerá de la corpulencia específica, de las condiciones locales y del turno que se fije.

### 3.3.2. Estructura horizontal

#### Índice de Valor de Importancia Ecológica

Con los datos obtenidos se calcula la abundancia relativa (AR), frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DmR) e Índice Valor Importancia (IVIE) según (Lamprecht, 1990).

$$AR = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos de todas las especies}} * 100$$

$$DR = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} * 100$$

$$FR = \frac{\text{No. de parcelas en la que ocurre una especie}}{\text{Total de ocurrencia en todas las parcelas}} * 100$$

$$IVIE = AR + DR + FR$$

**Donde:** IVIE= Índice de valor de importancia ecológica, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa, FR= Frecuencia relativa.

#### Estructura diamétrica del bosque

El histograma de frecuencias de los individuos arbóreos del bosque nativo, se elaboró considerando el número de árboles/hectáreas y las clases diamétricas según la metodología de Aldana (2010) y Aguirre y Yaguama (2012). Las clases diamétricas se determina de la siguiente manera:

| Clase | Rango de la CD | Clase | Rango de la CD |
|-------|----------------|-------|----------------|
| I     | 1--10          | VI    | 51--60         |
| II    | 11--20         | VII   | 61--70         |
| III   | 21--30         | VIII  | 71--80         |
| IV    | 31--40         | IX    | 81-90          |
| V     | 41--50         |       |                |

### 3.4. Estado de conservación

El estado de conservación (anexo 2 y 3) se determinó usando la metodología propuesta por el Centro Informático de Geomática Ambiental del Ecuador (2006) citado por Aguirre (2013) y Aguirre y Geada (2017). La calificación del estado de

conservación del bosque, se realizó de acuerdo a los siguientes rangos: de 0 – 25% (Malo), 25,1 – 50% (Regular), 50,1 – 75% (Bueno) y de 75,1 – 100% (Muy Bueno). Las variables evaluadas para determinar el estado de conservación: **1.** Estructura del bosque, **2.** Manejo y aprovechamiento, **3.** Población asociada, **4.** Matriz del entorno del bosque, **5.** Presencia de fuentes de agua en el bosque, **6.** Problemática socio-ambiental, **7.** Estado de conservación general con un total de 26 indicadores.

Para los efectos de este estudio y considerando los criterios de Aronson y Blignaut (2007), Linares *et al.* (2010), Reyes (2012), Reyes y Acosta (2011), Figueredo (2015) y Acosta *et al.*, (2014). Se estableció la línea base para los cuatro rangos de calificación del estado de conservación del bosque seco.

Estado de conservación malo (0 – 25%), cuando se observan las características: (1) cobertura del dosel de la vegetación inferior a 25%; (2) vegetación original rala entre 300-500 ind/ha; (3) en la composición y estructura del bosque están presentes al menos dos especies indicadoras de bosque seco: *Guaiacum officinale* L., *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Capparis cynophallophora* L. *Cordia sulcata* DC.; (4) se diferencian con dificultad los tres estratos verticales con una altura del dosel de entre 10-12 m; (5) presencia de sotobosque ralo y escasa regeneración natural de las especies indicadoras; (6) matriz paisajística del bosque muy degradada; (7) evidencias de pastoreo, aprovechamiento de productos maderables, productos forestales no maderables e incendios forestales.

Estado de conservación regular (25,1 – 50%), cumple con las consideraciones: (1) cobertura del dosel de la vegetación inferior a 50%; (2) vegetación original semidensa 500-700 ind/ha; (3) presencia de al menos cuatro especies indicadoras del bosque seco *Guaiacum officinale* L., *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Capparis cynophallophora* L. y *Cordia sulcata* DC.; (4) estructura del bosque donde se diferencia tres estratos con el dosel de hasta 14 m; (5) sotobosque ralo, escasa regeneración natural de las especies indicadoras; (6) matriz paisajística del bosque degradada; (7) presencia de pastoreo, aprovechamiento de madera, productos forestales no maderables e incendios forestales.

Estado de conservación bueno (50,1 – 75%), con las condiciones: (1) cobertura del dosel de la vegetación superior a 50%; (2) vegetación semidensa (500-700

ind/ha) a densa (>700 ind/ha); (3) presencia de especies indicadoras del bosque seco tales como: *Guaiacum officinale* L., *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Capparis cynophallophora* L. y *Cordia sulcata* DC; (4) estructura del bosque con tres estratos verticales bien definidos y la altura del dosel es superior a 15 m; (5) sotobosque denso y regeneración natural buena de las especies indicadoras; (6) matriz paisajística del bosque conservada; (7) existe aprovechamiento de productos del bosque y pastoreo controlado.

Estado de conservación muy bueno (75,1 – 100%), considerando que cumpla: (1) cobertura del dosel de la vegetación superior a 75%; (2) vegetación densa > 700 ind/ha; (3) presencia de especies indicadoras del bosque seco tales como: *Guaiacum officinale* L., *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Capparis cynophallophora* L. y *Cordia sulcata* DC; (4) estructura del bosque donde se diferencia tres estratos verticales y la altura del dosel es superior a 16 m; (5) sotobosque denso y buena regeneración natural de las especies indicadoras; (6) matriz paisajística del bosque conservada; (7) pastoreo y aprovechamiento de productos del bosque en mínima intensidad.

### **3.5. Determinación de las prioridades para la conservación y rehabilitación del área**

Se tuvo en cuenta el grado de amenaza de las especies inventariadas en el área según González *et al.* (2016): A (amenazado), CR (en peligro crítico), NE (no evaluado), LC (preocupación menor), NT (casi amenazado). Además se seleccionaron especies nativas o endémicas de poca abundancia para el área e interés forestal.

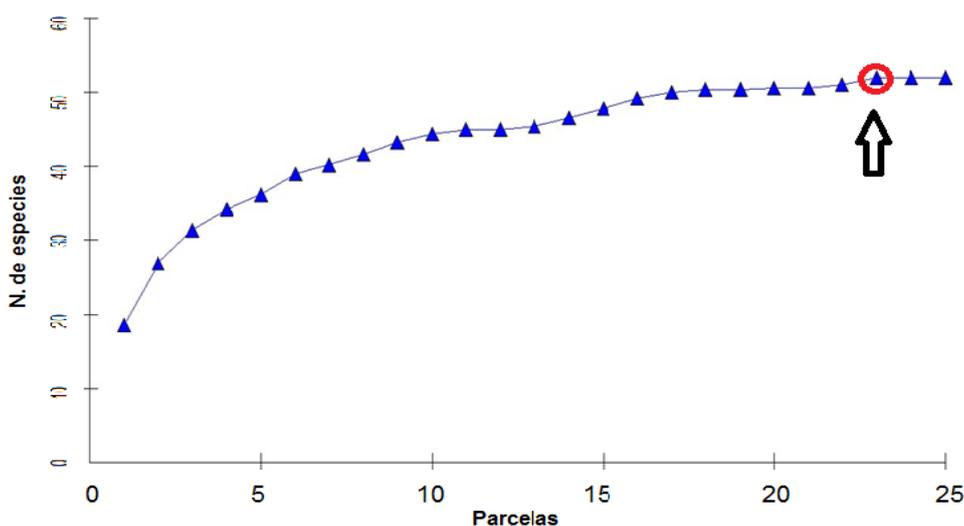
### **3.6. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del área**

Para la realización de la propuesta se tuvo en cuenta la metodología utilizada por Osorio (2013) donde propone acciones silvícolas para la rehabilitación del área. Se trabajará a partir de las especies identificadas por el grado de amenaza ya sean endémicas o nativas y aquellas de interés forestal por su abundancia y deterioro. Además se realizará el enriquecimiento individual o en grupo y se manejará la regeneración natural con especies propias del área.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Validación del inventario florístico

Según la curva área – especie (figura 2) el muestreo es representativo para la diversidad de especies del área estudiada. Como se muestra a partir de la parcela 23 que se alcanza la asíntota, donde se indica que la mayoría de las especies fueron identificadas en las parcelas de la uno a la 22. Teniendo en cuenta las características del área donde se realizó el estudio es muy poco probable la aparición de nuevas especies en condiciones ambientales con las mismas características.

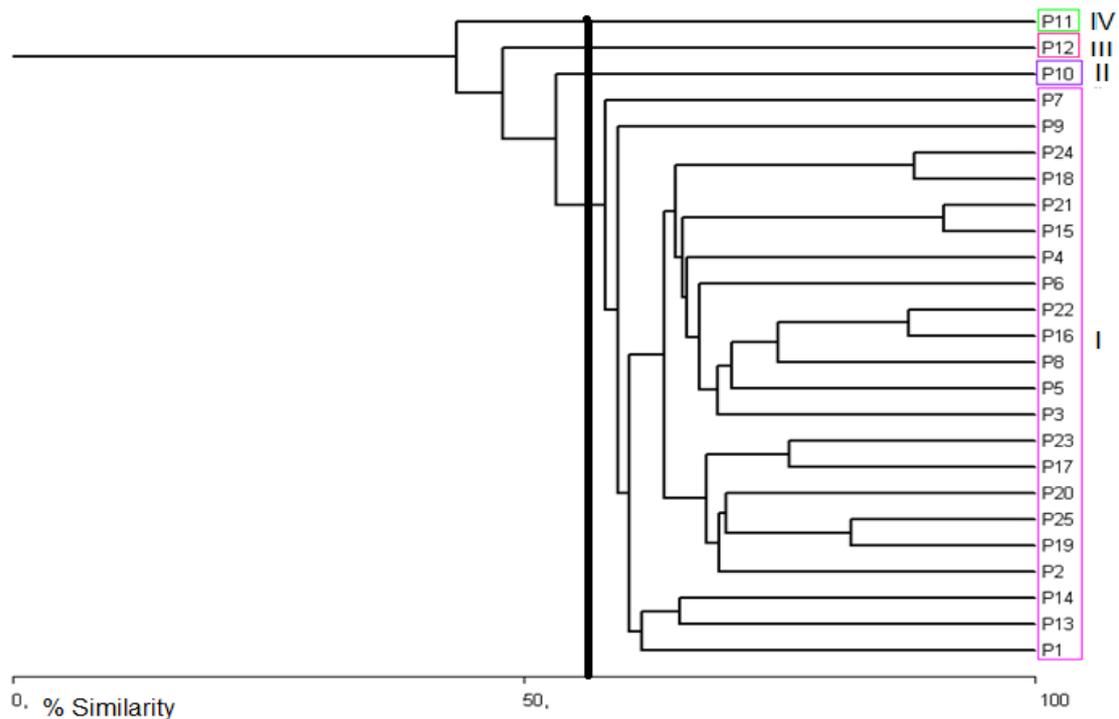


**Figura 2.** Curva área especie obtenida a partir del muestreo del Bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica Baitiquirí.

### 4.2. Diversidad beta ( $\beta$ )

En la figura 3 se presentan los resultados de la clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición y abundancia de cada especie a partir del análisis de conglomerados mediante la similitud de Bray Curtis. El análisis del conglomerado permitió distinguir IV agrupaciones. El grupo I caracterizado por ser el más grande con 22 parcelas y un porcentaje de similitud de 57%, las parcelas son: p7, p9, p24, p18, p21, p15, p4, p6, p22, p16, p8, p5, p3, p23, p17, p20, p25, p19, p2, p14, p13, p1. El grupo II compuesto por la parcela 10 con un 53% de similitud, el grupo III se conforma por la parcela 12 con un 47% de similitud y el grupo IV por la parcela 11 con un 43% de similitud.

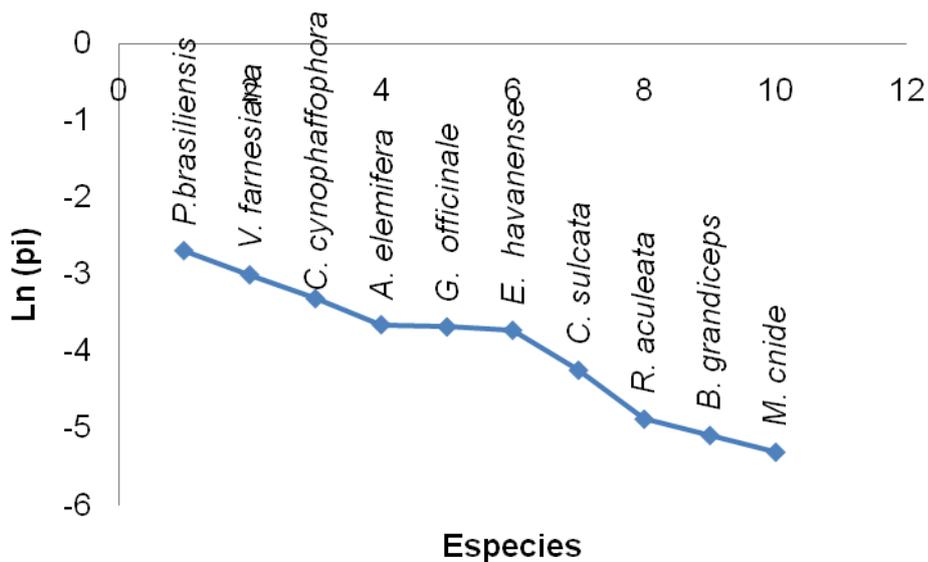
Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



**Figura 3.** Dendrograma de similaridad florística para el bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

El área se caracteriza de forma general por la presencia de árboles y arbustos (figura 4) tales como: *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Vachellia farnesiana* L., *Capparis cynophallophora* L., *Amyris elemifera* L., *Guaiacum officinale* L., *Erythroxylum havanense* Jacq. Var. Havanense, *Cordia sulcata* DC., *Randia aculeata* L., *Brownea grandiceps* Jacq. y *Malpighia cnide* Spreng. Además abundan las cactáceas siguientes: *Stenocereus fimbriatus* Lam., *Agave underwoodii* Trelease.

Resultados similares a los obtenidos por Reyes (2012) y CIGT (2014) en bosque semicaducifolio micrófilo, que se desarrolla hasta los 100 msnm aunque ocasionalmente sube hasta alrededor de los 350 msnm. Acosta *et al.* (2014) plantean que en la vertiente sur puede llegar hasta los 550 msnm, sobre suelos pardos sin carbonatos, poco profundos y en ocasiones con afloramiento abundante de rocas en la superficie.



**Figura 4.** Especies de árboles y arbustos más abundantes del bosque semicaducifolio micrófilo.

El grupo I es el más grande y abundante del área (tabla 4) se caracteriza por la presencia de: *Phyllostylon brasiliensis* Capanema., *Vachellia farnesiana* L., *Capparis cynophallophora* L., *Amyris elemifera* L., *Erythroxylum havanense* Jacq. Var. Havanense, *Guaiacum officinale* L., *Stenocereus fimbriatus* Lam., *Agave underwoodii* Trelease, *Cordia sulcata* DC., y *Randia aculeata* L. Estas especies son las más abundantes del área debido a su adaptación a la condiciones edafoclimáticas. Además podemos encontrar ejemplares únicos que no está en otros grupos: *Guibourtia hymenaefolia* Moric.J, *Auerodendron cubense* Britt.-Wils, *Jacquinia aculeata* L. Mez, *Amyris diatrypa* Spreng., *Brya microphyla* Bise. *Dendrocereus nudiflorus* Engl. Esto se debe a que en el área estas especies comparten hábitas similares, se desarrollan en un suelo pardo sialítico ócrico con excesiva pedregosidad según Hernández *et al.*, (2015).

El grupo II esta compuesto por la parcela 10 se caracteriza por las especies que más abundan en el área excepto *Cordia sulcata* DC. Además existen otras especies nativas que solo se encuentran en este grupo: *Bucida buceras* L., *Canella winterana* L. Gaertn y *Guapira obtusata* Jacq. Little., proporcionándole al área una mayor diversidad de especies. Estas especies habitan en los lugares más húmedos del área.

El grupo III está formado por la parcela 12, de las especies más abundantes para el área no se encuentran: *E. havanense* y *A. elemifera*; abundando otras como: *Colubrina elliptica* Sw. Brizicki, *Thouinia patentinervis* Radlk y la cactácea *Nopalea auberi* Pfeiff. Salm-Dyck, especie en peligro de extinción. Se encuentran pocos ejemplares de las especies *Guaiacum officinale* L. por la tala indiscriminada debido al valor económico de su madera. Este grupo está cerca del camino por donde las personas transitan frecuentemente.

El grupo IV compuesto solo por la parcela 11 se caracteriza por la presencia de: *Dichrostachys cinerea* L. Wight. y *Albizia lebbeck* L. Benth. únicas en el área e invasoras. Las especies *E. havanense*, *R. aculeata*, *S. fimbriatus*, *A. elemifera* y *P. brasiliensis* no se encuentran en el área siendo abundantes para este tipo de formación. Al igual que el grupo anterior este grupo se encuentra en lugares más cercanos a la vía de acceso del área y cerca de la población por lo que aumenta en grado de las perturbaciones.

Tabla 4. Especies más abundantes por grupo.

| Grupo 1                   | Grupo 2                   | Grupo 3                   | Grupo 4                   |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>P. brasiliensis</i>    | <i>B. buceras</i>         | <i>V. farnesiana</i>      | <i>V. farnesiana</i>      |
| <i>V. farnesiana</i>      | <i>V. farnesiana</i>      | <i>B. grandiceps</i>      | <i>G. officinale</i>      |
| <i>C. cynophallophora</i> | <i>E. havanense</i>       | <i>S. fimbriatus</i>      | <i>C. cynophallophora</i> |
| <i>A. elemifera</i>       | <i>A. elemifera</i>       | <i>C. cynophallophora</i> | <i>G. tomentosa</i>       |
| <i>E. havanense</i>       | <i>G. officinale</i>      | <i>R. aculeata</i>        | <i>P. dulce</i>           |
| <i>G. officinale</i>      | <i>C. cynophallophora</i> | <i>C. sulcata</i>         | <i>D. cinerea.</i>        |
| <i>S. fimbriatus</i>      | <i>P. brasiliensis</i>    | <i>C. elliptica</i>       | <i>H. cubense</i>         |
| <i>A. underwoodii</i>     | <i>S. fimbriatus</i>      | <i>G. officinale</i>      | <i>A. lebbeck</i>         |
| <i>C. sulcata</i>         | <i>B. grandiceps</i>      | <i>M. cnide</i>           | <i>C. erectus</i>         |
| <i>R. aculeata</i>        | <i>M. elaeodendroides</i> | <i>A. underwoodii</i>     | <i>T. pulverulentum</i>   |

Una de las especies más abundante en estos grupos es *V. farnesiana*, según Roiz y Mesa (2014) son originarias de África, la que se ha propagado en Cuba de

tal manera que constituye una plaga y es muy común en terrenos próximos al mar especialmente en los bajos y anegadizos, así como en sabanas áridas, costas, terrenos pedregosos y bajos, por lo que es de prestarle una fuerte atención en el área.

Cuando se determina el índice de Sorensen cualitativo (tabla 5) se observa que los grupos I y II comparten 20 especies para un 57% de similitud; los grupo I y III 18 para un 55% y el grupo I y IV 13 para un 41% observando que los grupos I y II presentan los valores más alto de similitud y el grupo IV es el que menos especies comparte con el resto. De forma general los cuatro grupos son medianamente parecidos porque los valores se encuentran entre 0,34 a 0,66 según Aguirre y Yaguama 2012.

Las especies que se encuentran en todos los grupos son: *Vachellia farnesiana* L., *Guaiacum officinale* L., y *Capparis cynophallophora* L.

**Tabla 5. Índice de similitud florística**

|         | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| Grupo 1 |         | 57      | 55      | 41      |
| Grupo 2 | 20      |         | 44      | 41      |
| Grupo 3 | 18      | 9       |         | 35      |
| Grupo 4 | 13      | 8       | 6       |         |

Nota: Índice de Sorensen cualitativo en la parte superior y en la parte inferior la cantidad de especies compartidas.

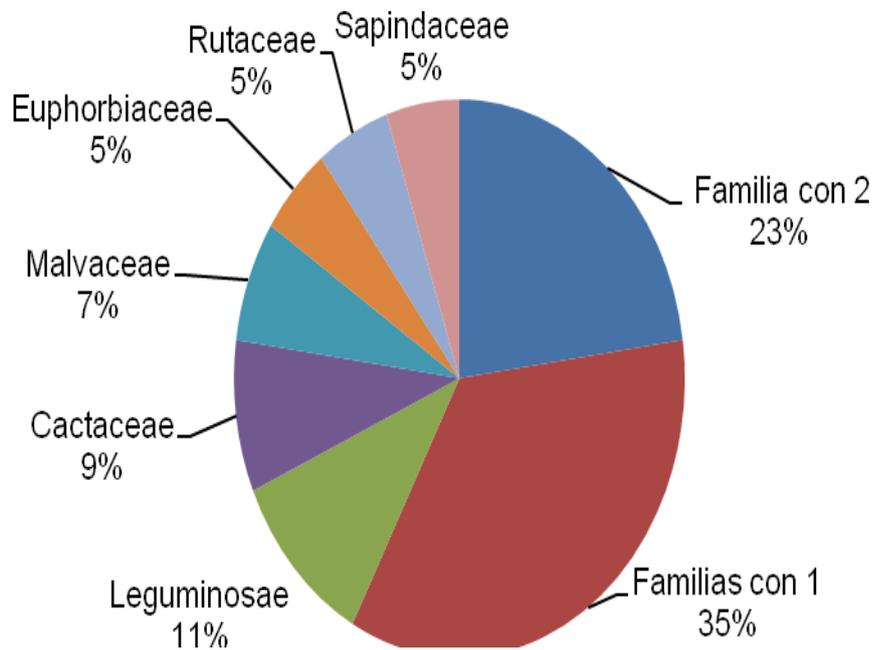
De forma general todos los grupos están antropizados por la acción inconsciente del hombre mediante la tala indiscriminada de algunas especies como *Guaiacum officinale*, *P. brasiliensis*, *A. elemifera* *Plumeria montana* *Britten Wils.*, debido al valor económico de su madera, para la construcción de viviendas, postes y los trabajos de carpintería. El grupo VI por ser el más cercano al camino por donde transitan los pescadores y pobladores del área está un poco mas antropizado que los demás, donde abundan las especies invasoras introducidas.

### 4.3. Diversidad alfa

#### 4.3.1. Índices de diversidad por familia

En el área se identificaron 57 especies, 54 géneros y 31 familias (anexo 3). Las familias más abundantes y con mayor índice de diversidad de especies (figura 5) son: Leguminosae con seis (11%), Cactaceae con cinco (9%), Malvaceae con 4 (7%), Euphorbiaceae, Rutaceae y Sapindaceae con tres especies (5%) y seis familias con dos especies (23%) y las restantes con una sola especie (35%) ver en anexo 3.

En la familia Leguminosae se encuentran como las especies más abundantes *Brownea grandiceps* Jacq. (51). La Cactaceae está mejor representada por *Stenocereus fimbriatus* Lam (183) y la Malvaceae por *Sida glutinosa* Comm. ex Cav.. (68). La Euphorbiaceae representada por *Phyllostylon brasiliensis* Capanema (563), la especie *Amyris elemifera* L. (210) es la más abundante de la familia Rutaceae y *Thouinia patentinervis* Radlk. (14) para la Sapindaceae.



**Figura 5.** Índice de diversidad por familia del bosque semidecíduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

De las familias encontradas las más abundantes para el Caribe según Berazaín (2011) son: Fabaceae (Leguminosae) y Euphorbiaceae, además de estas reporta para Cuba las Cactaceae y Malvaceae como menos numerosas pero muy interesantes ya sea por su endemismo o su belleza.

Resultados semejantes a los reportados por Figueredo (2015) en las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao donde plantea que las familias más representadas son: Leguminosae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Boraginaceae, Asteraceae, Poaceae y Convolvulaceae.

#### **4.3.2. Índices de diversidad**

El comportamiento de la diversidad de especies florísticas de la Reserva Ecológica Baitiquirí, se observa en la tabla 6. El Grupo II es el más diverso y con mayor cantidad de especies y el grupo IV el de menor riqueza. El índice de abundancia proporcional de especies ( $H'$ ) para el área es de bajo según Aguirre y Yaguama (2012) (0-1,35), para los grupos I, III y IV con valores entre 1,20 y 1,26 y con tendencia a medio para el grupo II con un índice de 1,36, debido a que es el grupo de mayor riqueza y abundancia. El área se comporta homogénea en abundancia con una alta diversidad según la equitatividad (mayor que 0,67) según Aguirre y Yaguama (2012) con valores entre 0,87 para el grupo I y 0,91 grupo III, se destaca este último grupo ya que las especies se distribuyen de una forma más equitativa en el área con valores más próximo a 1.

El índice de dominancia ( $D$ ) para el área es bajo (0-0,33) coincidiendo con Aguirre y Yaguama (2012); oxilando entre 0,08 y 0,11, lo cual demuestra que existe poca dominancia de una especie sobre las otras, permitiendo que haya una alta diversidad ( $1/D$ ) ya que estos índices son inversamente proporcionales. El grupo IV es el más dominante y el de menor riqueza; con la presencia de: *V. farnesiana*, *G. officinale*, *C. sulcata*, *C. cynophallophora*, *G. tomentosa*, *P. dulce*, *D. cinerea*, *H. cubense* y *A. lebeck*, siendo el más antropizado como se explicó anteriormente. El grupo II es el de mayor riqueza y menos dominante.

**Tabla 6.** Índice de diversidad florísticas del Bosque semidecuido micrófilo.

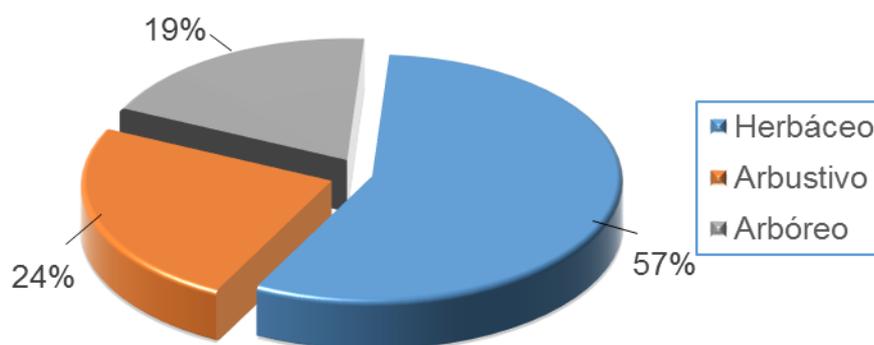
| Parcelas  | Número   |            | Índices |      |      |       |
|-----------|----------|------------|---------|------|------|-------|
|           | Especies | Individuos | H'      | E    | D    | 1/D   |
| Grupo I   | 17       | 2567       | 1,23    | 0,87 | 0,10 | 10,24 |
| Grupo II  | 23       | 2940       | 1,36    | 0,88 | 0,08 | 13,18 |
| Grupo III | 18       | 2840       | 1,26    | 0,91 | 0,08 | 12,87 |
| Grupo IV  | 16       | 2700       | 1,20    | 0,87 | 0,11 | 9,46  |

Donde:

|     |                          |  |
|-----|--------------------------|--|
| E   | Equitabilidad            | Índice de Equitabilidad                        |
| H'  | Shannon Hmax             | Índices de abundancia proporcional de especies |
| D   | Simpsons Diversity (D)   | Índice de dominancia                           |
| 1/D | Simpsons Diversity (1/D) | Índice de diversidad                           |

#### 4.3.3. Estructura Vertical

En la figura 6 se observa que la mayor cantidad de individuos se encuentran en el estrato herbáceo con 1 835 (57%), 729 (24%) en el arbustivo y 621 (19%).



**Figura 6.** Porcentaje de los individuos presentes en cada uno de los estratos del Bosque semidecuido micrófilo en la Reserva Ecológica Baitiquirí.

En el estrato arbóreo las especies más abundantes son: *P. brasiliensis* (211), *C. cynophallophora* (82), *V. farnesiana* (28), *C. sulcata* (44), pudiendo alcanzar alguna especie una altura de 15 m. El estrato arbustivo se caracteriza por la

abundancia de: *P. brasiliensis* (149), *V. farnesiana* (81), *C. cynophallophora* (72), *S. fimbriatus* (69), *G. officinale* (66) y *A. elemifera* (63). En el estrato herbáceo las especies más representativa son: *V. farnesiana* (264), *P. brasiliensis* (203), *C. cynophallophora* (148), *A. elemifera* L. (146), *E. havanense* (132) y *S. fimbriatus* (114).

El estrato herbáceo es el más representativo porque las condiciones edáficas y la localización del área se encuentra detrás de una montaña por lo que los vientos secantes del sur no le dan directamente a las plantas y la radiación es menos intensa. Fernández *et al.* (2018) reportó que el estrato herbáceo fue el más abundante en bosque similares.

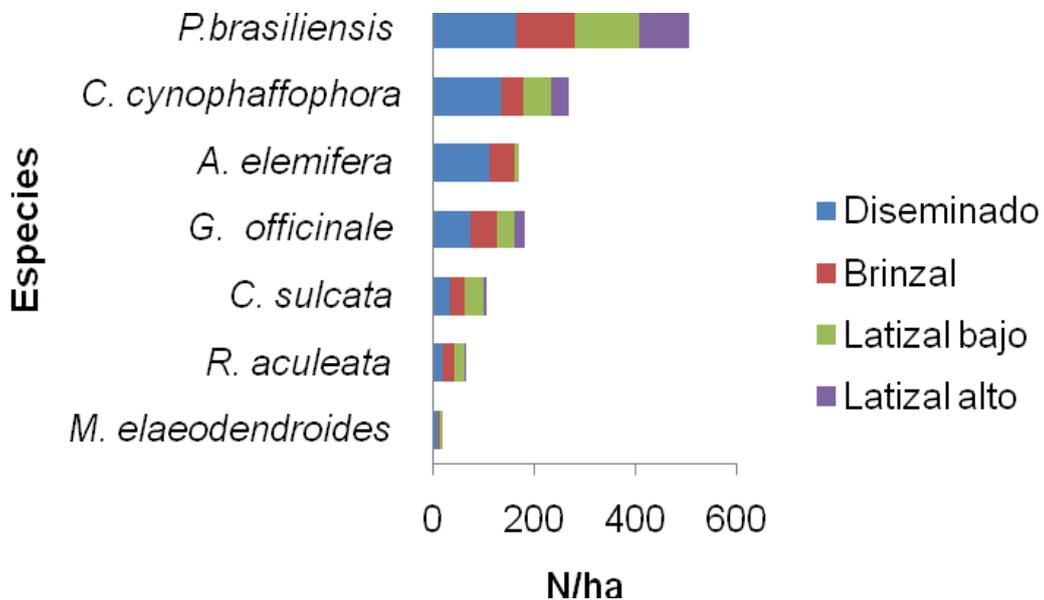
Estos resultados no coinciden con Miles *et al.* (2006) para estudios realizados en bosques xerofíticos típicos, donde el estrato arbustivo es el que más predominante; y si coincide que el estrato arbóreo es el más escaso.

Coincidiendo con los criterios de Reyes y Acosta (2011) al plantear que para el bosque semidecíduo micrófilo del extremo oriental de Cuba, el estrato arbóreo es relativamente uniforme, aunque en ocasiones es irregular; alcanza entre 10 y 20 m de altura y una cobertura de 80 a 100. Así también lo plantean Acosta *et al.* (2014) para los bosques semidecíduos mesófilo y micrófilo del Refugio de Fauna el Macío, Granma, donde puede alcanzar una altura de 15 m aproximadamente, sobre todo en la vertiente norte y noroeste de las colinas, con emergentes que pueden alcanzar los 18 m. La cobertura vegetal de este estrato es muy variable y oscila desde el 25 hasta el 70%.

- **Regeneración Natural**

La figura 7 muestra las especies mejores representadas en esta formación desde diseminado hasta brinzal alto: *P. brasiliensis*, *C. cynophallophora*, *A. elemifera*, *G. officinale*, *C. sulcata*, *R. aculeata*, y en menor medida *M. elaeodendroides*. El arbustos *E. havanense* esta bien representado y con abundante regeneración natural en el área. Estas forman parte de las especies indicadoras del área y tienen importancia ecológica ya que se han adaptado a las condiciones edafoclimáticas y han logrado mantener su población de una forma más estable. Además Uslar *et al.*, (2003) plantean que la sobrevivencia está fuertemente

influenciada por perturbaciones que reducen considerablemente sus poblaciones, llegando a etapa de adulto pocos individuos. En anexo 4 se pueden observar las restantes.



**Figura 7.** Regeneración natural en los bosques semidecíduos micrófilos de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

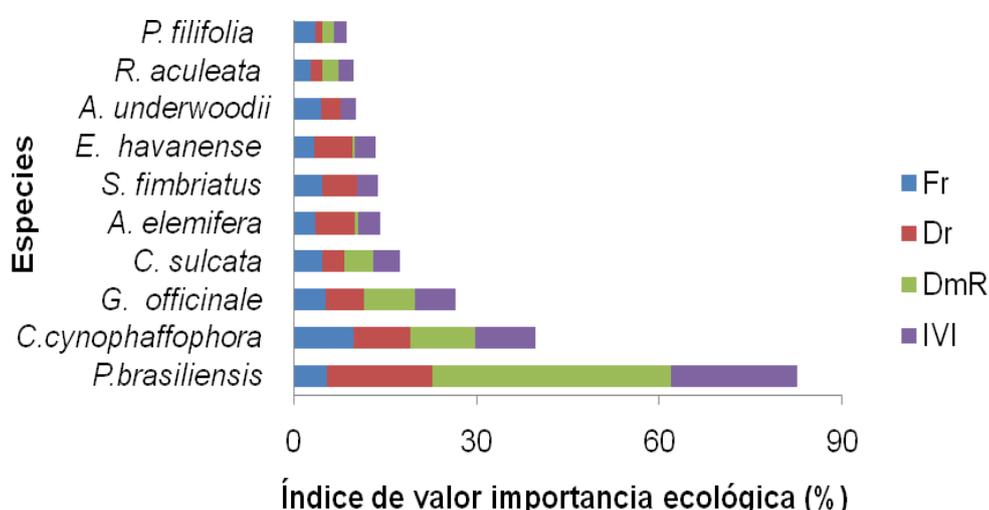
Las especies más afectadas y con menor cantidad de individuos en las clases inferiores (plántula y brinzal) son: *C. winterana*, *B. buceras*, *C. elliptica*, *Melicoccus bijugatus* Jacq., *T. patentinervis*, *J. aculeata*, *G. Hymenifolia* y *D. nudiflorus*; estas dos últimas incluidas en la lista roja, por lo que se debe tener en cuenta a la hora de diseñar las acciones para la rehabilitación de las mismas.

Para los bosques secos de Ecuador Aguirre (2013) plantea que no todas las especies presentan regeneración abundante. Esto puede estar asociado a las condiciones climáticas de la zona, donde las precipitaciones son escasas en periodos cortos y las temperaturas muy altas durante todo el año (CITMA, 2016). Limeres *et al.* (2015) plantean que la humedad es el factor limitante para la regeneración en el bosque xerofítico. Además Espinosa *et al.*, (2012) plantean que la supervivencia de la regeneración natural está influenciada por el estrés hídrico de las plantas.

#### 4.3.4. Estructura Horizontal

- Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

En la estructura horizontal se evaluó el índice de valor de importancia ecológica (anexo 5) como se muestra en la figura 8 destacándose, *P. brasiliensis*, *C. cynophallophora*, *G. officinale*, *C. sulcata* y *A. elemifela* estas son consideradas de gran importancia para planes futuro de reforestación o restablecimiento de este bosque, porque son las indicadoras del área y las que mejores se van a adaptar a las condiciones edafo-climáticas, lo que garantiza una mayor probabilidad de la supervivencia de las mismas coincidiendo con Aguirre (2013).



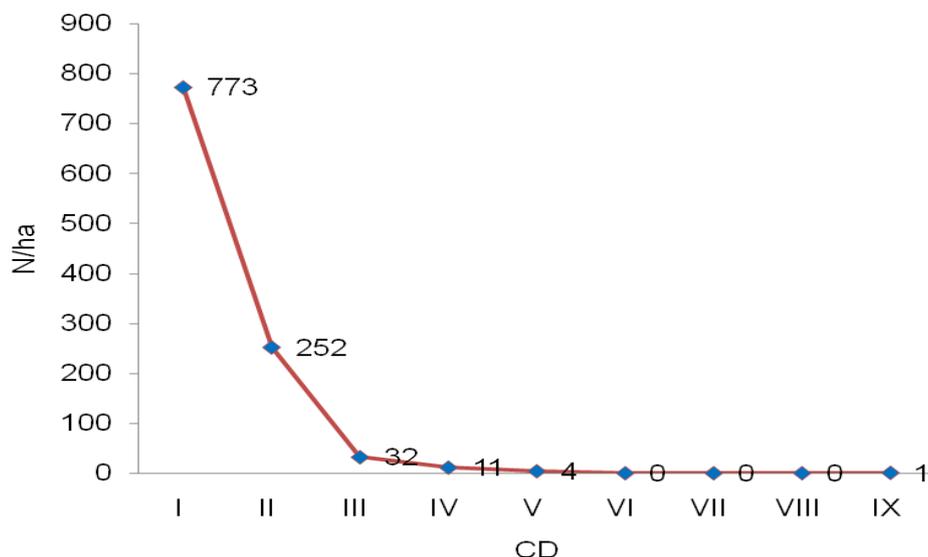
**Figura 8.** Especies con mayor IVIE en el bosque semidecidual micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

Las especies de menor Índice de Valor de Importancia Ecológica: *D. crassinervis*, *G. obtusata*, *A. cubense*, *G. Hymenifolia*, *B. microphylla*, *A. diatrypa*, estas han disminuido en abundancia, frecuencia y dominancia en el área, siendo las más susceptibles a los disturbios naturales o artificiales. Se debe señalar que muchas de estas especies se han visto sobreexplotadas coincidiendo con lo planteado por Sánchez (2015) donde plantea que las especies que presentan baja participación las convierten vulnerables ante disturbios naturales y antrópicos tales como: la acción de ciclón, incendios forestales, tala de los árboles para la obtención de horcones, fabricación de viviendas, leña, entre otros.

- **Distribución por clases diamétrica del bosque**

La estructura por clases diamétricas del bosque seco (figura 9) está caracterizada por la concentración de individuos en las dos primeras clases diamétricas, determinando un bosque con individuos de hasta 20 cm de diámetro, lo cual está asociado a prácticas de tala por demanda en esta formación, donde antes de pertenecer a la Reserva Ecológica, la tala indiscriminada era muy abundante, existiendo en el área varios restos de hornos de carbón vegetal.

Se observa un arco regular de tal manera que el número de árboles decrece de una clase a otra según una relación constante que garantiza que la regeneración continúa del bosque pueda mantener su composición constante.



**Figura 9.** Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas en el bosque semidecíduo micrófilo.

Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Lamprecht (1990) y Gunter *et al.* (2011) para bosque secos ya que se espera en bosques naturales e irregulares. Este comportamiento ha sido reconocido por Mendoza y Jiménez (2008) para bosques secos peruanos y ecuatorianos de Santa Elena.

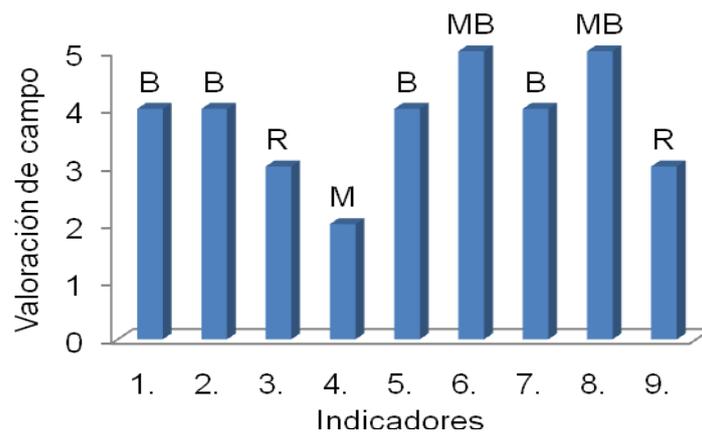
También en Lonja Ecuador Aguirre (2013) explica que donde ha existido actividad antrópica. La ausencia de individuos en clases diamétricas superiores pudiera indicar el aprovechamiento de especies de interés comercial, como: *G. officinale*,

*P. brasiliensis*, *D. crassinervis* y *B. buceras*. En el área con clases diamétricas superiores a 35 cm encontramos a *D. nudiflorus*, *M. bijugatus*, *C. winteriana*, *B. buceras*, *C. sulcata*, *P. brasiliensis* y *C. cynophallophora*. La presencia de estos elementos arbóreos definen la fisonomía del bosque futuro, pero excepto las tres últimas todas las demás tienen problema de regeneración natural en el área.

#### 4.4. Análisis de las variables que inciden en el grado de conservación

##### 4.4.1. Estructura del bosque

En la variable estructura del bosque (figura 10) el endemismo florístico y el índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies indicadoras son los indicadores mejor evaluados (MB). Las más afectadas son la presencia de especies indicadoras (M), presencia de especies invasoras (R) y la fragmentación del bosque (R). Las restantes están evaluadas de B.



**Figura 10.** Evaluación de los indicadores de la variable estructura del bosque.

**Nota:** **1** Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área. **2** Presencia de estratos (tres) en la vegetación actual. **3** Fragmentación y/o claros del bosque. **4** Presencia de especies indicadoras del tipo de bosque. **5** Riqueza florística específica. **6** Índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies indicadoras y características del bosque. **7** Regeneración natural de las especies indicadoras. **8** Endemismo florístico. **9** Presencia de especies invasoras.

La cobertura vegetal y la presencia de estratos se encuentran entre un 70 y 89%, por lo que se evaluó de B, donde están presentes los tres estratos. La mayor cantidad de individuos se encuentran en el estrato herbáceo con 1835 (57%), 729 (24%) en el arbustivo y 621 (19%) en el arbóreo; este análisis se realizó

anteriormente cuando se hizo referencia a la composición florística del bosque y los resultados en algunos casos concuerdan con los criterios de Miles *et al.* (2006) y Reyes y Acosta (2011).

La fragmentación del bosque se evaluó de R, ya que en el área, existen al menos 2 fragmentos boscosos dentro de cada 100 ha, aún se conservan hábitats importantes. La fragmentación es debido a la extracción de madera de alto valor económico para la construcción de casas, leña, carbón, la construcción de camino dentro del bosque y por el pastoreo antes de ser declarada el área Reserva Ecológica.

Estos resultado no coinciden con los planteados por Acosta *et al.* (2014) en los Bosques Semidecíduos Mesófilo y Micrófilo al plantear que la principal causa de la fragmentación del hábitat es debido al turismo ya que a pesar de ser sendero ecológico aun no se explota en su totalidad y no existen edificaciones para este fin. Se coincide que la otra causa fundamental en la fragmentación son los viales porque existen caminos de tercera categoría creados por los mismos pobladores del área antes de ser declarada Reserva Ecológica para la extracción ilegal de madera y la pesca.

La Sociedad Internacional de Restauración Ecológica (2008) plantea que los fragmentos ocurren cuando los hábitats, paisajes y los ecosistemas están desconectados por humanos o no humanos. Es importante señalar que es una de la principales causa de la pérdidas de la diversidad florística coincidiendo con lo planteado por González *et al.* (2016) y CITMA (2018). Este último autor plantea que la fragmentación puede modificar la luminosidad, humedad o temperatura de un hábitat e interferir con los hábitos de alimentación, reproducción y desplazamiento de las especies, reciclaje de nutrientes o productividad primaria y favorecer la llegada de especies exóticas invasoras.

La presencia de especies indicadoras del tipo de bosque se evaluó de M, ya que existen menos del 30% de especies indicadoras dentro de la composición florística con un 23% entre las que se destacan con frecuencia: *P. brasiliensis*, *G. officinale*, *C. sulcata*, *A. elemífera*, *Capparis cynophallophora*, *E. havanense*, *R. aculeata*, *P. filifolia*, *H. cubense*, *A. underwoodii*, y *S. fimbriatus*.

Las especies indicadoras identificadas son relativamente similares a lo planteado por Reyes *et al.* (2012) para las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao porque existen especies que comparten similitud en los dos sitios: *C. elliptica*, *P. brasiliense*, *A. elemifera*, *B. simaruba*, *Malpighia sp.*, *Eugenia sp.*, *Erythroxylum sp.*, también es frecuente *A. underwoodii*.

Para la evaluación de la riqueza florística se tuvo en cuenta que si el bosque tiene entre 40-60% especies leñosas entonces se evalúa de B, los resultados muestran que el área tiene un total de 44 especies leñosas entre las más abundantes están: *A. elemifera*, *G. officinale*, *P. brasiliensis*, *C. sulcata* y *C. cynophallophora* todas estas especies con diámetro mayor de 20 cm y con un número considerable de ejemplares.

El índice de valor de importancia ecológica (IVIE) se evaluó de MB, ya que más del 80% de las especies indicadoras del bosque tienen los mayores valores de IVIE. Estos resultados fueron analizados anteriormente con el estudio de la estructura horizontal del bosque.

La regeneración natural (RN) fue evaluada de B con un 58% valor comprendido entre 51 y el 80% de las especies indicadoras (Anexo 3). Las con mayor RN: *P. brasiliensis*, *C. cynophallophora*, *A. elemifera*, *G. officinale*, *C. sulcata*, *R. aculeata*, y *M. elaeodendroides*. Estas se adaptan a las condiciones climáticas de la zona, donde las precipitaciones son escasas en periodos cortos y las temperaturas muy altas durante todo el año (CITMA, 2016).

Resultados inferiores reporta Aguirre (2013) para bosque seco, donde se regeneran solo el 36,20% de las especies leñosas inventariadas, debido a que existen gran cantidad de plántulas, cuya sobrevivencia está fuertemente influenciada por perturbaciones que reducen considerablemente sus poblaciones, llegando a etapa de adulto pocos individuos.

El endemismo florístico es uno de los indicadores más alto ya que en el área existe un 26% endemismo y según la metodología estudiada con más del 25 % de las especies endémicas el área se evalúa de MB. De todas ellas las más importantes y mejores adaptadas a las condiciones son: *P. brasiliensis*, *C. sulcata*, *A. underwoodii*, *P. filifolia*, *A. oligostemon*, *H. cubense* y *R. spinifex*.

Además se encontraron dos especies *G. hymenaefolia*, y *D. nudiflorus* que se encuentra en estado de amenaza y peligro crítico según González *et al.*, (2016).

Resultados inferiores obtuvo Aguirre (2013) para bosques secos de Lojas en Ecuador donde se identificaron 19 especies endémicas (21%), valor semejante a lo reportado por Espinosa *et al.*, (2012). También Figueredo (2015) reporta para las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao un 20% de la flora total del área.

Dentro de los indicadores que más afectan el estado de conservación está la presencia de especies invasoras que representan el 17% valores que se encuentra entre 16 y 20% evaluado de R. Las más abundantes son: *V. farnesiana*, *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, *Melicoccus bijugatus* Jacq. *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight. y *Albizia lebbbeck* L. Benth reportadas para Cuba según González y Regalado (2012), Oviedo y González (2015).

Estos últimos autores plantean que conocer cuáles especies exóticas se comportan como invasoras en el territorio nacional, cuáles se muestran más agresivas en el momento actual amenazando la biodiversidad cubana y cuáles podrían constituir amenaza en el futuro cercano incrementa la probabilidad de éxito en la gestión de prevención, detección temprana y control de estas invasiones biológicas. González *et al.* (2016) dejan claro en la lista roja que las especies exóticas han conllevado a que actualmente sea la principal amenaza a la biodiversidad vegetal en Cuba.

Resultados idénticos fueron obtenidos por Brooks y Figueredo (2015) que reportan que en las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao el 17% de las plantas invasoras para las formaciones vegetales existentes, destacándose por su agresividad *D. cinerea* y *V. farnesiana* siendo esta última la más abundante en el área de estudio y según Brooks (2016) es una especie autóctona que coloniza formaciones vegetales primarias y secundarias.

Según Acosta *et al.* (2014) en estudios realizados Bosques Semidecuidos Mesófilo y Micrófilo en el Refugio de la Fauna el Macío en Granma plantean que una de las causas fundamentales de la pérdida de la diversidad biológica es la presencia especies invasoras.

Según CITMA (2018) plantea que los seres humanos han transportado distintos organismos, de manera intencionada o no, facilitando su dispersión entre continentes, países o regiones. En particular, algunas de las especies transportadas han sido tremendamente exitosas, logrando colonizar nuevos ambientes y transformándose en especies exóticas invasoras. Estas constituyen una gran amenaza para la biodiversidad nativa de los lugares a los que llegan, ya que tienen elevada habilidad competitiva y rápidas tasas de crecimiento, además de transmitir enfermedades o ser grandes depredadores.

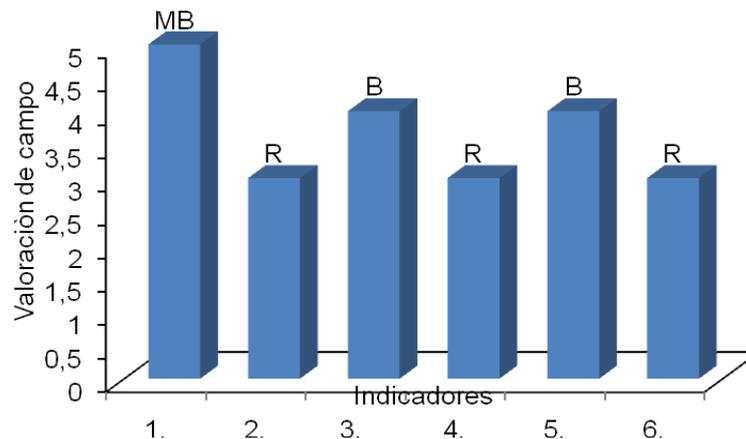
Existen otras especies en el área que también son invasoras, solo que estas presentan un menor número de individuos, casi insignificante, lo alarmante es que no son especies que estén condicionadas para este tipo de formación boscosa tal es el caso de: *Albizia lebeck* L. Benth, *Melicoccus bijugatus* Jacq., *Pithecellobium dulce* Roxb. Benth y son más frecuentes a los lados de las carreteras, las que han sido introducidas por los pobladores del área y el pastoreo de animales.

#### **4.4.2. Manejo y aprovechamiento**

De los indicadores evaluados en la variable de manejo y aprovechamiento (figura 11), la abundancia de especies maderables, usos tradicionales del bosque y estética dentro del bosque fueron los indicadores de menor valoración de campo evaluados de R. La diversidad de especies maderables es la variable que menos impacta en el estado de conservación y está evaluada de MB. El aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido y la estética alrededor del bosque se evalúan de B, porque se están realizando trabajos con el objetivo de mantener y preservar el área no solo por los encargados de la REB sino también por la población en general que aún se beneficia del bosque pero con un uso racional del mismo.

La diversidad de especies maderables se evaluó de MB, con un 25%, valor superior al 20%, destacándose la presencia de: *G. officinale*, *P. brasiliensis*, *B. buceras*, *C. sulcata*, *A. elemifera*, *P. filifolia*, *C. elliptica*, *M. Tinctoria*, *G. tomentosa*, *B. simaruba*, *G. Hymenifolia*, *B. microphylla* y *D. crassinervis*.

La abundancia de especies maderables se evaluó de R, ya que solo el 10% de la población son individuos maduros valores que se encuentran entre 10 y 14%, Se encontraron escasos individuos de *C. winterana*, *B. buceras*, *M. bijugatus*, *T. pulverulentum*, *P. filifolia*, *H. mancinella*, *R. aculeata*, *C. sulcata*, *D. nudiflorus* y *P. brasiliensis* siendo esta última la más abundante para un total de 450 N/ha.



**Figura 11.** Evaluación de los indicadores de la variable manejo y aprovechamiento del bosque.

**nota:** 1. diversidad de especies maderables. 2. abundancia de especies maderables. 3. aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido. 4 estética dentro del bosque. 5. estética alrededor del bosque. 6. usos tradicionales del bosque por zonificación.

El aprovechamiento bajo principio de manejo sostenido se evaluó de B porque actualmente en este bosque se realizan intervenciones de manejo silvicultural bajo zonificación en áreas aptas para manejo de principios sostenidos, mediante el manejo de la regeneración natural y la rehabilitación de las zonas más degradadas.

Según Álvarez y Varona (2006) en relación a la preparación del suelo para la rehabilitación se debe evitar las quemas, así como el empleo de maquinaria que pueda arrastrar el suelo, para no empobrecerlo aún más. Se recomiendan especies tales como *D. crassinervis*, *G. officinale*, *B. buceras*. Además se pueden incluir otras indicadores de la zona *P. brasiliensis*, *C. sulcata* y *A. elemifera*.

Este criterio concuerda con lo planteado en el plan de manejo de la Reserva Ecológica Baitiquirí del 2014 al 2020 ya que las principales especies a plantar son las antes mencionadas incluyendo el trabajo que se está realizando con el *D. nudiflorus* que también es endémico de la zona.

Estética dentro del bosque se evaluó R porque existen cambios estructurales significativos en el 25% del paisaje total y producen impacto visual y afectan la belleza escénica. Esto se debe a la fragmentación, presencia de especies invasoras producto a la talas indiscriminadas, el pastoreo de animales y al uso de la tierra por agricultores pequeños que viven en el área.

La estética alrededor de bosque fue evaluada de B porque existen cambios estructurales poco significativos en un 10% del paisaje de la zona de amortiguamiento y producen impacto visual y afectan la belleza escénica. Debido a las perturbaciones ya sean de causas naturales o influenciado por el hombre, producto a las actividades agrícolas, pastoreo intensivo, la introducción de especies invasoras y la extracción de sal, coincidiendo con el MINAG (2014) ya que plantea que en los últimos 30 años se han desarrollado en las áreas más alteradas actividades económicas como la minería (producción de sal) y agropecuarias (ganadería y agricultura), lo que ha traído como consecuencia que haya sido impactada de manera moderada.

La ganadería está representada por la Empresa Ganadera René Amil dedicada en lo fundamental a la crianza de ganado para la producción de leche y por los criadores particulares de especie de ovinos y caprinos muy representados en la zona. Se ha observado un sobre pastoreo que provocan un impacto negativo en la reproducción y conservación de la floresta ya que no ofrecen garantías para un buen desarrollo de la regeneración natural coincidiendo con lo planteado por MINAG (2014).

El uso tradicional de bosque se evaluó de R, debido a que las personas aledañas a la Reserva Ecológica extraen productos forestales no maderables (PFNM) y se observan impactos moderados por presencia de senderos y actividades extractivas no amigables al bosque. Según Segurado *et al.* (2016) las especies de mayor aprovechamiento por los pobladores de área que se han visto menos afectadas son: *P. brasiliensis*, *A. farneciana*, *M. elaeodendroides*, *A. elemifera*, *G.*

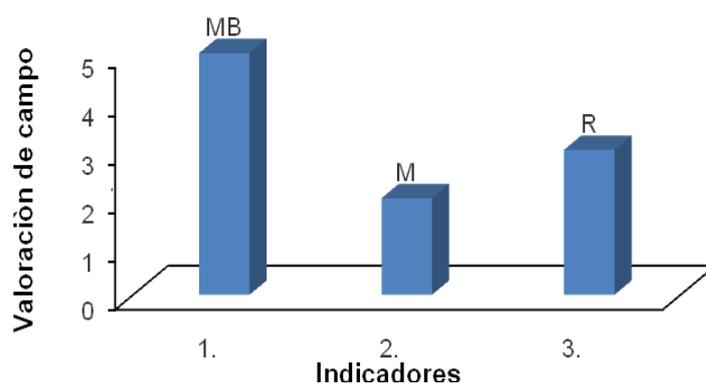
*officinale* y *A. underwoodii*; estas se utilizan como material para la construcción, por sus fibras y además como medicinal. Para la artesanía son más utilizadas las especies: *D. crassinervis* y *G. hymenaefolia* y actualmente están amenazadas, también se utiliza *B. microphilla*.

Resultados similares a los obtenidos por Acosta *et al.* (2014) para los bosques semidecíduos mesófilo y micrófilo en el Refugio de Fauna el Macío en Granma, porque la extracción de madera ocasiona un evidente deterioro, principalmente en zonas sometidas a otras actividades antrópicas, por el pastoreo, la agricultura y la construcción de viviendas.

Actualmente el uso de los PFSNM está limitado y prohibido la extracción de madera, solo en algunos casos para uso medicinal por los pobladores del área y siempre con la autorización de los encargados de la REB, pero la inconsciencia del hombre aun persiste y en ocasiones ocurren ilegalidades y se extraen productos maderables o no maderables.

#### 4.4.3. Población asociada

En la variable población asociada (figura 12), la densidad de población dentro del bosque está evaluada de MB, no siendo así para los pobladores que viven en la zona de amortiguamiento producto al aumento de la población en la zona de la periferia se ha visto más afectada. El porcentaje del uso de la tierra se evaluó de R.



**Figura 12.** Evaluación de los indicadores población asociada.

**Nota:** 1 Densidad de población dentro del bosque. 2 Densidad de población fuera del bosque. 3 Porcentaje de uso de tierras (Zona de amortiguamiento).

La densidad de población dentro del bosque fue evaluada de MB, ya que la densidad poblacional dentro del bosque es baja menos de 5 hab/km<sup>2</sup>. La densidades de población fuera del bosque se evaluó de M, con más de 40 hab/km<sup>2</sup>, con una población total 1 396 en la zona de amortiguamiento, el Naranjo con 323 habitantes, la Puntica con 352, el Bagá con 113 y Baitiquirí 608, según el ONEI (2012).

El porcentaje de uso de tierras de la zona de amortiguamiento fue evaluado de R porque la población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 50% de la superficie de la zona de amortiguamiento y lo demás está cubierto de vegetación.

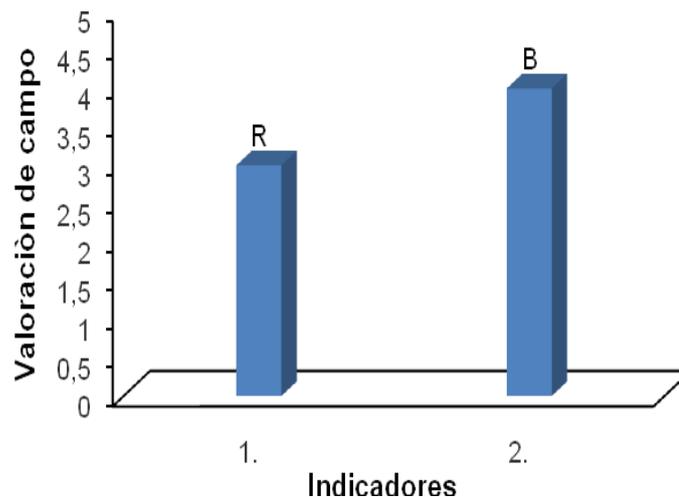
Las tendencias de cambio en la biodiversidad se relacionan, en buena medida, con el crecimiento de la población y consumo per cápita han tenido y seguirán teniendo un impacto sobre la demanda de recursos y servicios de los ecosistemas lo reporta Challenger y Dirzo (2009) para México.

Los problemas de degradación causados por este sistema agrícola en el Amazona surgen cuando se incrementa la densidad de pobladores (Meza *et al.*, 2016).

Además González *et al.* (2016) plantean que una de las principales amenazas que afectan el estado de conservación de la flora cubana está asociada a las actividades humanas, entre las principales causas se encuentran la introducción de especies invasoras, la deforestación, la fragmentación, la ganadería, la forestación y la agricultura. Según Escallón (2017) los seres humanos afectan cada vez más a la naturaleza pensando sólo en derivar de ella los bienes y servicios que requieren para el desarrollo de la sociedad.

#### **4.4.4. Matriz del entorno del bosque**

En esta variable la presencia de cultivos y pastos en las zonas adyacentes del bosque es el de menor valoración de campo y grado de modificación del paisaje están evaluados de R y B respectivamente (figura 13). Esto se debe a que en décadas anteriores la reserva fue fuertemente afectada producto a la tala indiscriminada para el cultivo agrícola y pasto para el ganado.



**Figura 13.** Evaluación de los indicadores de la variable matriz del entorno.

**Nota:** **1** Cultivos y pastos en las zonas adyacentes al bosque. **2** Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.

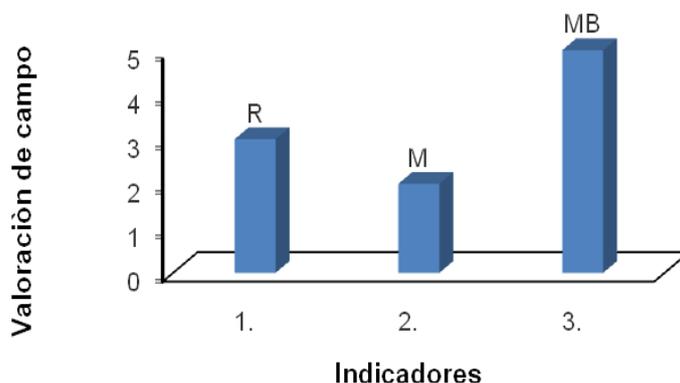
La presencia de cultivos y pastos en las zonas adyacentes del bosque fue evaluado de R, porque los cultivos se manejan dentro de sistemas agroforestales. Las actividades agroforestales se desarrollan por campesinos particulares que ocupan pequeñas parcelas que se dedican a la siembra de cultivos. Se dedican al cultivo de *Phaseolus vulgaris* L, *Zea mays* L, *Lycopersicum esculentum* Willd, y *Musa paradisiaca*, otros al cultivo de *Manihot esculenta* Crantz y *Ipomea batatas* (Lin.), algunos la hortaliza y otros a la crianza de ovino, caprino, vacuno, equino y porcino.

El grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos se evaluó de B. Los cultivos son agroecológicos y alteran en el 25 % el paisaje. Se utilizan biofertilizantes y se aplica la rotación de cultivo. Los campesinos han sido capacitados por el proyecto del corredor biológico con el objetivo de reducir los impactos al medio ambiente. El panorama ha ido cambiando desde la creación del área como Reserva Ecológica.

El paisaje es un elemento clave del bienestar individual y social; su protección, gestión y ordenación implican derechos y responsabilidades para todos así lo declara el Convenio Europeo del Paisaje (CEP) del año 2000 citado por Aragón (2014).

#### 4.4.5. Presencia de fuentes de agua en el bosque

Los indicadores evaluados en esta variable (figura 14), la calidad del agua es el indicador de mayor valoración de campo evaluada de MB, seguido de la presencia de quebrados y ríos dentro del bosque, lo contrario para permanencia de caudal en quebrados y ríos con menor valoración de campo.



**Figura 14.** Evaluación de los indicadores de la variable presencia de fuentes de agua en el bosque.

**Nota:** 1. Presencia de quebrados y ríos dentro del bosque. 2. Permanencia del caudal en quebrados y ríos dentro del bosque. 3. Calidad del agua en quebrados y ríos.

Los quebrados y ríos dentro del bosque fue evaluada de R, ya que existe solo una fuente de agua en el bosque, el arroyo Baitiquirí que es subterráneo y con caudal solo en temporada lluviosa, es fuente de abasto de agua en la comunidad que lleva el mismo nombre, este es corto y no sobrepasa los 4 kilómetros.

La permanencia del caudal en quebrados y ríos se evaluó de M, porque existe caudal en los quebrados solo en la temporada lluviosa. En esta zona la temporada de lluvia solo ocurre en los meses de agosto y octubre, los meses restantes son de seca desde noviembre a abril y luego julio. Las precipitaciones anuales son de 756,3 mm por lo que todo esto afecta no solo a la Reserva sino también a la comunidad que necesita de este recurso para su subsistencia.

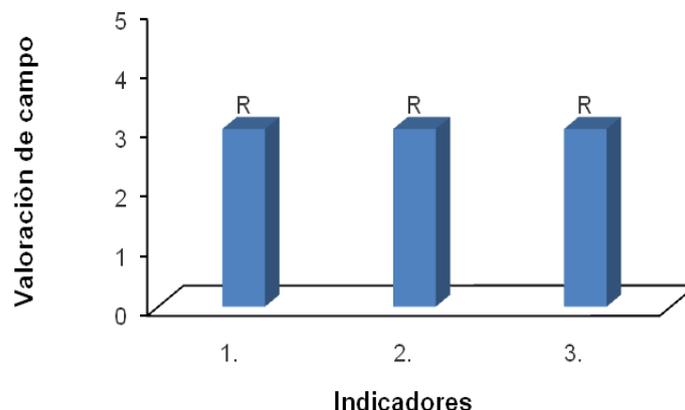
La calidad del agua de quebrados y ríos fue evaluado de MB, ya que el agua es limpia, sin impurezas, sin sedimentación. Hay que tener en cuenta que como la permanencia del caudal río no es permanente debido a los períodos de seca, la

fuentes de agua que utiliza la población es la del manantial que se encuentra cerca de la Reserva por lo que esta agua reúne todas las condiciones necesarias para ser consumidas por la población.

Estos resultados demuestran los fuertes períodos de sequía con que cuenta el área de estudio, producto a esto el arroyo de Baitiquirí solo en época de lluvia que es en la temporada que su caudal está presente, por lo que en la temporada restante las personas se abastecen del agua de manantial que puede ser perfectamente consumida ya que cuenta con buena calidad; por estos largos períodos de sequía y ausencias de fuentes de agua permanentes las plantas se ven afectadas y con ellas su regeneración, diversidad y abundancia.

#### 4.4.6. Problemática socio ambiental

Los indicadores evaluados en esta variable: la deforestación y conversión de uso de la tierra, el conflicto entre uso agropecuario/forestal y la presencia de incendios forestales están evaluados de R (figura 15).



**Figura 15.** Evaluación de los indicadores de la variable problemática socio ambiental.

**nota:** 1. deforestación y conversión de uso de la tierra. 2. conflicto entre uso agropecuario/forestal. 3. presencia de incendios forestales.

La deforestación y conversión de uso de la tierra fue evaluado R, porque existen cambios moderados en el uso del suelo baja expansión de actividades agropecuarias hacia el bosque, existe presencia de colonos, las especies

maderables características del lugar han sido explotadas en su mayor parte en la zona de amortiguamiento del bosque nativo y en el área intervenida dentro del bosque.

El conflicto entre el uso agropecuario y forestal se evaluó de R, porque existe extracción de madera bajo planes de corta con gerencia forestal, y hay un frente de colonización con potreros en el límite del bosque. Hoy en día el panorama cambia ya que desde que se declaró la reserva hay limitaciones para el uso de los recursos, pero siempre hay sus violaciones que son penadas según Ley Forestal N° 85 del (1998) citada por Berenguer y Matos (2016).

La presencia de incendios forestales se evaluó de R, porque del 30 al 60% del área de vegetación tiene riesgo de afectación, esta es la zona más seca de nuestro país llamado el semidesierto cubano teniendo en cuenta que las altas temperaturas son casi todo el año. La acumulación de materiales combustibles en el piso del bosque, constituye uno de los factores que determinan el riesgo de incendio cuando estos alcanzan niveles de continuidad y cantidad peligrosos.

Además estos incendios pueden ocurrir por negligencia de la población o por causa natural, producto de los períodos secos que tiene el área y la alta incidencia de los rayos solares hacia las plantas.

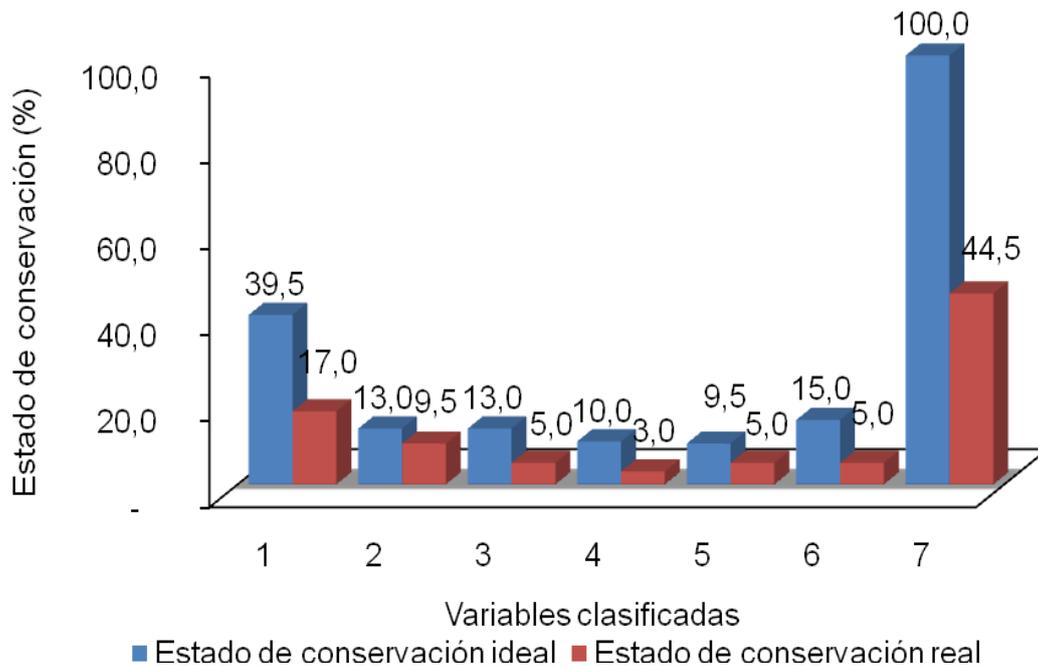
Según el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Baitiquirí 2014-2018 y lo analizado por (López, 2016), las actividades de protección se desarrollan en la parte oeste de la reserva en el sitio conocido como el Bate-Bate y en la parte este en la loma de los Aposentos, no priorizando el área de estudio.

#### **4.4.7. Estado de conservación**

El estado de conservación general se observa en la figura 16, donde se obtuvo a partir de la evaluación de cada variable mediante la matriz resumen, con 44,5% y se clasifica de regular (25,1% - 50%). La variable estructura del bosque es la de mayor peso ecológico y de un ideal del 39,5% tiene conservado solamente el 17% con una diferencia de 22,5%. Los indicadores de mayor incidencia son: presencia de especies invasoras, la fragmentación, presencia de especies indicadoras, abundancia de especies maderables, estética dentro del bosque, usos tradicionales del bosque, densidad de población fuera del bosque, permanencia

de caudal de agua en quebradas, porcentaje de uso de tierras y la presencia de incendios forestales como se explico anteriormente.

Las variables que más aportan al estado de conservación y que se han visto menos afectadas son: índice valor de importancia de las especies indicadoras y características del bosque, endemismo florístico, diversidad de especies maderables y calidad del agua.



**Figura 16.** Estado de conservación general para el bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

**Nota:** Variables para determinar el estado de conservación: **1.** Estructura del bosque, **2.** Manejo y aprovechamiento, **3.** Población asociada, **4.** Matriz del entorno del bosque, **5.** Presencia de fuentes de agua en el bosque, **6.** Problemática socio-ambiental, **7.** Estado de conservación

El nivel de alteración del área es de 55,5% resultados que difieren con el informe del plan de manejo de la Reserva Ecológica según MINAG (2014) ya que se plantea que de manera general se aprecia una alteración del medio natural en un rango de 15-20% sobre todo en las áreas llanas y onduladas, donde la riqueza desde el punto de vista económico de las especies arbóreas es mayor y generalmente de fácil acceso para su explotación.

Estos resultados tampoco coinciden con lo reportado por Aguirre (2013) para el bosque seco de la provincia de Loja, calificado de buen estado de conservación con una puntuación de 57,6% producto a la diversidad específica media, presencia de especies indicadoras con IVE altos; evidencia de tres estratos del bosque, existencia de regeneración natural de las especies indicadoras, no presencia de especies invasoras.

#### 4.5. Prioridades para la conservación y rehabilitación del área

Se debe priorizar aquellas especies que se encuentran en algún estado de amenaza (tabla 7) según los criterios de González *et al.* (2016): *Dendrocereus nudiflorus* Engl., *Guibourtia hymenaefolia* Moric.J., *Diospyros crassinervis* Krug - Urb., *Maclura Tinctoria* L.D. Don ex Steud. que van desde preocupación menor hasta peligro crítico. Se incluyen las especies *Guaiacum officinale* L. y *Cordia sulcata* DC por estar incluidas en la lista roja pero son una de mayor abundancia, frecuencia, dominancia y por lo tanto de mayor índice de importancia ecológica e indicadora para el área.

Tabla 7. Listado de especie en estado de amenaza del bosque semidecíduo micrófilo

| Prioridad | Especies                                    | Estado de amenaza | End | N/ha |
|-----------|---|-------------------|-----|------|
| 1         | <i>Dendrocereus nudiflorus</i> Engl.        | CR                | END | 1    |
| 2         | <i>Guibourtia hymenaefolia</i> Moric.J      | A                 | END | 3    |
| 3         | <i>Guaiacum officinale</i> L.               | A                 | NAT | 167  |
| 4         | <i>Cordia sulcata</i> DC.                   | NT                | END | 95   |
| 5         | <i>Diospyros crassinervis</i> Krug - Urb.   | LC                | NAT | 2    |
| 6         | <i>Maclura Tinctoria</i> L.D. Don ex Steud. | LC                | NAT | 20   |
| 7         | <i>Thouinidium pulverulentum</i> Griseb.    | NE                | END | 1    |
| 8         | <i>Amyris diatrypa</i> Spreng.              | NE                | NAT | 2    |
| 9         | <i>Canella winterana</i> L. Gaertn          | NE                | NAT | 2    |
| 10        | <i>Guapira obtusata</i> Jacq.Little subsp.  | NE                | NAT | 3    |
| 11        | <i>Auerodendron cubense</i> Britt.-Wils     | NE                | END | 2    |

**Nota:** A (amenazado), CR (en peligro crítico), NE (no evaluado), LC (preocupación menor), NT (casi amenazado).

Se incluyeron especies que no han sido evaluadas para el área y presentan poca abundancia: *Thouinidium pulverulentum* Griseb., *Amyris diatrypa* Spreng., *Canella winterana* L. Gaertn., *Guapira obtusata* Jacq. Little subsp., *Auerodendron cubense* Britt.-Wils.

Para la rehabilitación de área mediante el enriquecimiento individual o grupal y el manejo de la regeneración natural se seleccionaron las especies: *P. brasiliensis*, *C. cynophallophora*, *A. elemifera*, *G. officinale*, *C. sulcata*, *R. aculeata* y *E. havanense* estas se adaptan a las condiciones del área y tienen buena regeneración natural, también se pueden incluir *P. filifolia*, *C. elliptica* y *B. buceras*.

Los esfuerzos para la rehabilitación de área deben estar encaminados fundamentalmente a estas especies, debido a su importancia económica y ecológica, son además entes importantes dentro del ecosistema por su peculiaridad para el desarrollo y reproducción de las mismas.

#### **4.6. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del área**

La mayoría de las políticas forestales nacionales declaran que hay que conservar los recursos forestales y a pesar de ello, se contempla niveles crecientes de degradación. Las causas fundamentales que han deteriorado el estado de conservación de esta área se han explicado anteriormente. Esta propuesta tiene como objetivos:

1. Potenciar el manejo de especies nativas o endémicas menos abundantes y las que estén en estado de amenazas.
2. Dirigir esfuerzos en la rehabilitación con especies de alto valor económico que fueron manejadas inadecuadamente con mayor índice de importancia ecológico.

La propuesta (tabla 8) se realizó a partir de un grupo de parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar el estudio en el área, puesto que son factores que se ven de manera integral para poder formular las pautas de manejo de las especies, teniendo en cuenta además que es un área protegida, donde las labores silviculturales son específicas y bien definidas.

## 1. Características del área.

- Superficie: 449,19 ha
- Categoría de bosque: Protector
- Objetivo de plantación: Establecer las especies que han sido señalada con cierto grado de afectación.
- Relieve: El relieve es considerado de llano a ondulado con pendientes entre 3% y 7 %, con una altitud de menos de 50 metros sobre el nivel del mar.
- Datos edáficos: Los suelos Pardos Sialíticos Ócrico, sustentados sobre caliza dura y arenisca carbonatada, de poca profundidad efectiva (28 cm), medianamente humificado (2,5 %), de fuerte erosión, de textura loam arenoso, con cantidades elevadas de elementos gruesos tales como excesiva pedregosidad (80%) y rocoso (15%) (Hernández *et al.*, 2015).
- Datos climáticos:

-Precipitación media anual: 756,3 mm<sup>3</sup>.

- Temperatura media anual: 25,45°C.

- Características de la vegetación existente

La vegetación es muy variada en cuanto a la composición de especies, donde se destacan: *P. brasiliensis*, *G. officinale*, *C. cynophallophora* y *C. sulcata*.

## 2. Propagación de las plantas

- Propagación convencional

Se recolectarán las semillas de las especies identificadas y luego se determina la cantidad de posturas a producir por cada especie y por último la construcción de los canteros y el llenado de las bolsas en el vivero de la Reserva Ecológica. Se recomienda que el suelo proceda del mismo sitio de donde se va a realizar la plantación, o que tenga propiedades físico-química similares.

Se recomienda el uso Hongo micorrízico arbuscular (HMA), *Rhizophagus intraradices* Schüßler y Walker. Según Song (2005) plantea que tienen un rol importante en la nutrición de la mayoría de los cultivos y contribuyen a la

supervivencia y el crecimiento de las plantas, al reducir el estrés asociado con la nutrición, las relaciones con el agua, la estructura del suelo, el pH, las sales, los metales tóxicos y los patógenos). Además se puede utilizar el FitoMas- E, material orgánico de origen animal y vegetal para aumentar la fertilidad del suelo.

- Micropropagación

Para las plantas con problemas de germinación se recomiendan la micropropagación. Esta consiste en la propagación de un genotipo a gran escala a través del empleo de técnicas de Cultivo de Tejidos. El cultivo es una herramienta muy útil en los programas de mejoramiento, ya que tiene el potencial de producir plantas de calidad uniforme a escala comercial, a partir de genotipo selecto en pequeños espacios (Olmos *et al.*, 2004 citado por Cedrés *et al.*, 2015). Se realiza bajo estrictas condiciones de esterilidad, en un medio sintético nutritivo y con el control de temperatura, luz y fotoperíodo. Pero presenta el inconveniente que sus costos son muy elevados respecto a los métodos convencionales tanto para el montaje de un laboratorio como para el proceso de producción en sí mismo (Góes *et al.*, 2009).

La regeneración de plantas *in vitro* presenta cinco etapas principales (Cedrés *et al.*, 2015):

- Etapa 0: Preparación del material vegetal. Involucra la selección y preparación de la planta madre danadora de explantes (planta madre/donante).
- Etapa 1: Establecimiento del cultivo. Se inicia el cultivo *in vitro* con la introducción de los explantes en el medio de cultivo en condiciones de esterilidad.
- Etapa 2: Multiplicación. El objetivo de esta etapa es mantener y aumentar la cantidad de brotes para los nuevos ciclos de multiplicación sucesivos y poder destinar parte de ellos a la siguiente etapa de producción (enraizamiento, bulbificación). Es importante señalar que en esta etapa, cualquiera que sea la vía de regeneración, es conveniente evitar la formación de callo para disminuir el riesgo de variación somaclonal. En esta etapa, los medios de cultivo, los reguladores de crecimiento y las condiciones de crecimiento juegan un papel crítico sobre la multiplicación clonal de los explantes.

- Etapa 3: Enraizamiento y obtención de plantas completas. En esta etapa se produce la formación de raíces. En las especies herbáceas es relativamente fácil, mientras que en las especies leñosas es complicado por su limitada capacidad rizogénica. El enraizamiento puede realizarse tanto en condiciones *in vitro* como *ex vitro*. En el primer caso pueden emplearse varios tipos de sustratos y reguladores de crecimiento (auxinas) para promover la rizogénesis. Se transfieren los brotes obtenidos durante la fase de multiplicación a un medio libre de reguladores de crecimiento o que sólo contenga auxinas.

- Etapa 4: Aclimatación de las plantas micropropagadas. La micropropagación ha sido utilizada para la multiplicación rápida y masiva de muchas especies vegetales. Sin embargo, en muchos casos, su uso se ve restringido por el alto porcentaje de pérdidas o daños en el momento en que las plantas son transferidas a condiciones *ex vitro* (invernadero o campo). Durante el cultivo *in vitro*, las plantas crecen bajo condiciones muy especiales: envases casi totalmente cerrados, donde la humedad relativa es alta, y la irradiancia es más baja que en cultivos tradicionales. El uso de envases sellados, con el objeto de prevenir contaminaciones, evita la turbulencia de aire, condicionando el flujo de CO<sub>2</sub> y el intercambio gaseoso con el medio ambiente.

Según Cano (2013) existen dos razones por la que la aclimatización se debe hacer con cuidado, una de ellas es el riego de estrés hídrico y la otra es la adaptación mineral y fotosintética

### **3. Preparación del Sitio**

- Preparación del terreno sin calvero

La preparación del terreno se realizará mediante la eliminación de la vegetación ligera y el arbolado sobrante. El primer caso consiste en la corta de arbustos, arbolitos y bejucos. La preparación que se hace manualmente con machetes, hachas y ocasionalmente con motosierras. El material utilizable se debe extraer siempre que sea económico, sino acordonarlo y dejarlo conservando el suelo.

Se debe de eliminar principalmente la *V. farnesiana* que se encuentra colonizando el área con 329 N/ha, en menor medida *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight. con 3 N/ha y en caso extremos las especies *Albizia lebbbeck* L.Benth, *Melicoccus*

*bijugatus* Jacq., y *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, ya que estas especies a pesar de ser invasoras para Cuba no lo son para el área y están conservando el suelo.

La eliminación de la vegetación herbácea se realiza solo cuando constituya una amenaza para las plantas que se establecerán o cuando obstaculicen la siembra o la plantación. Dicha eliminación puede realizarse a mano con guataca.

- Preparación del suelo: En la siembra bajo dosel la preparación es más restringida, en pequeñas áreas o fajas irregulares, que se acondicionan a mano con guataca, se abren hoyos con pico o barrenas y se debe aplicar materia orgánica. La ubicación precisa de cada superficie en particular depende de las condiciones existentes en terrazas individuales o tresbolillo.

Las medidas antierosivas recomendadas son: barreras vivas, muertas y combinadas, estabilización de cárcavas para evitar su crecimiento, arroje con los restos de la poda de mantenimiento.

#### **4. Plantación**

Para la rehabilitación del hábitat natural se propone en este bosque que se localiza plantaciones con especies nativas y endémicas, teniendo en cuenta el enriquecimiento individual o en grupo mediante la plantación según los criterios de Álvarez y Varona (2006) y la el manejo de la regeneración natural de aquellas especies que se adapten bien a las condiciones del sitio. Se pueden emplear estos métodos:

El enriquecimiento en grupo: en áreas de calveros se recomienda plantar en pequeños grupos aquellas especies exigentes a la luz, no es recomendable mezclar más de 3 especies.

Enriquecimiento individual: se debe aprovechar ventanas naturales y plantar especies para aumentar abundancia de especies nativas o endémicas.

Manejo de la regeneración natural: requiere áreas de buen estado de conservación, con individuos maduros, de buen porte y productores de semillas viables capaces de adaptarse a las condiciones del medio. Este proceso silvicultural tiene como objetivo mejorar la productividad futura y la calidad de los individuos. Grulke (2007) citado por Sanchez (2015) plantea que tiene como

limitante las condiciones edafoclimáticas. Se debe manejar principalmente la especie *Erythroxylum havanense* ya que es un elemento importante en el sotobosque de los ecosistemas coincidiendo con lo planteado por Oviedo (2017).

Par el enriquecimiento se realizará en la medida que se logren las posturas con cepellón con las dimensiones adecuadas para ser llevada al área de plantación.

- Marco de plantación

El marco de plantación será definido para las áreas donde sea necesario, puesto que es un bosque natural, con presencia de otras especies. Se debe tener en cuenta la densidad, el espacio vital por planta, y la forma de la distribución de las plantas en el terreno. Además se debe tener en cuenta los aspectos biológicos (la tasa del crecimiento y el nivel de competencia), y los aspectos económicos y tecnológicos. Se recomienda un marco de plantación pequeño debido a que es un bosque protector con especies de crecimiento lento y se prefiere una alta densidad (1,2 m x 1,2 m).

- Fecha de plantación: la plantación se realizará teniendo en cuenta la época más lluviosa según CITMA (2016). Segunda quincena de septiembre a primera quincena de octubre.
- Mantenimientos planificados a la plantación:

Primer año: construcción de ruedo, chapeas de mantenimiento, construcción de trocha y reposición de fallas.

Segundo año: Chapea de mantenimiento, limpia de ruedo y mantenimiento de trocha.

Tercer año: chapea de mantenimiento, limpia de ruedo y mantenimiento de trocha. Fertilización orgánica: En dependencia de la disponibilidad y el requerimiento de las posturas.

## **5. Medidas contra incendios**

Las medidas de protección contra incendios en el área serán de manera permanente debido a la posibilidad de ocurrencia de incendio, producto a la cantidad de material combustible, los cazadores furtivos y visitantes. Esto sin

duda constituye un peligro para el área. Se recomienda la construcción de: Trochas corta fuego, torre de observación y carteles de prevención.

## **6. Capacitación de los trabajadores y pobladores**

La capacitación debe asegurar que los individuos de las comunidades incrementen sus conocimientos, fortalezcan habilidades y desarrollen destrezas en los temas de su interés. La educación ambiental para la población y la extensión rural, tendrá un espacio de actuación dentro de la propuesta. Se elaborará, material escrito que sirvan de guías para el productor, tales como afiches, cuadernos y material audiovisual orientados a modificar conductas, en su interacción con el medio.

Se debe fortalecer los círculos de interés “Yo protejo mi entorno” y el grupo “Yo amo mi verde Caimán” en las escuelas primarias, capacitar a los pobladores del área y las zonas de amortiguamiento, capacitar a las brigadas voluntarias de prevención y combate de los incendios forestales, realizar taller participativo con todos los implicados del área para socializar los resultados investigativos y capacitar a los pobladores.

## **7. Monitoreo y evaluación**

El monitoreo y evaluación comenzará desde la etapa de eliminación las especies exóticas invasoras hasta el crecimiento y desarrollo de las plantas. En cada actividad de monitoreo se tomarán imágenes del sitio rehabilitado. Se seleccionaron como indicadores del éxito de la rehabilitación los siguientes:

- Presencia/ausencia de plántulas de las especies eliminadas.
- Parámetros morfológicos para la evaluación del crecimiento y vitalidad de las de las especies plantadas en cm o m.
- % de supervivencia.
- Presencia o ausencia de plagas desde la etapa de vivero y su seguimiento en la plantación.
- Regeneración natural.

Tabla 8. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semidecíduo micrófilo.

| Acciones   | Participan                                      | Fecha     | Recursos necesarios   | Responsable        |
|--|---|-----------|---|--------------------|
| <b>Etapa 1. Rehabilitar el área afectada a corto plazo (2019-2022)</b> |   |           |   |                    |
| Caracterizar el área de estudio.                                       | Director REB, especialistas, técnicos.          | 2019      | Mapa, cinta métrica y diamétrica, Hipsómetro de Sunnto  | Director de la REB |
| Identificar las especies a plantar y recolectar semillas.              | Director REB, especialistas, técnicos, obreros. | 2019      | Tijera de poda, maquete, bolsas de nailon.  | Director de la REB |
| Producir plantas en viveros.   | Especialistas técnicos y obreros                | 2019-2022 | Machete, azada, sistema de riego o regaderas, bolsas o tubetes plásticos, alambre, micorriza, materia orgánica. | Director de la REB |
| Realizar la preparación del terreno                                    | Especialistas técnicos y obreros                | 2019-2022 | Machete y motosierra.   | Director de la REB |
| Realizar la preparación del suelo                                      | Especialistas técnicos y obreros                | 2019-2022 | Machete, azada, pico.   | Director de la REB |
| Realizar la plantación en sitios seleccionados.                        | Especialistas técnicos y obreros                | 2020-2022 | Medio de transporte, herramientas de trabajo.   | Director de la REB |
| Realizar los tratamiento silviculturales                               | Especialistas                                   | Anual     | Herramientas de   | Director de la REB |

| <b>Acciones</b>   | <b>Participan</b>                      | <b>Fecha</b> | <b>Recursos necesarios</b>  | <b>Responsable</b>   |
|---|--|--------------|---|----------------------|
|   | técnicos y obreros                     |              | trabajo.  |                      |
| Aplicar las medidas de protección contra incendios.                                       | Especialistas técnicos y obreros       | Anual        | Herramientas manuales.  | Director de la REB   |
| Monitoreo de la presencia de plagas y enfermedades.                                       | Especialistas y técnicos.              | Anual        | Herramientas Manuales.  | Director de la REB   |
| Fortalecer círculos de interés en las escuelas primarias.                                 | Especialistas y técnicos               | Anual        | Hojas, colores, láminas, materiales didácticos, computadora.      | Director de la REB   |
| Capacitación de los pobladores y personal de la reserva.                                  | Director de la REB.<br>Investigadores. | Anual        | Computadora, pizarra y tiza.                                      | Director de la REB   |
| Incorporar a los miembros de las comunidades a la rehabilitación y conservación del área. | Director de la REB, técnico y obreros. | Anual        | Herramientas Manuales.<br>(Machete, hacha y medio de transporte). | Director de la REB   |
| <b>Etapa 2. Mantenimiento del área rehabilitada a mediano plazo (de 2023 a 2025)</b>      |  |              |   |                      |
| Realizar los tratamientos silviculturales en el tiempo establecido.                       | Especialistas técnicos y obreros       | Anual        | Herramientas Manuales<br>(machetes, hacha y motosierra).          | Director de la REB   |
| Monitoreo y evaluación de las especies indeseables eliminadas.                            | Especialistas técnicos y obreros       | Anual        | Hoja y lápiz, machete, cinta métrica.                             | Director de la REB   |
| Micropropagar especies con bajo %   | Investigadores                         | 2020-2025    | Laboratorio   | Director de la REB y |

| <b>Acciones</b>  | <b>Participan</b>                 | <b>Fecha</b> | <b>Recursos necesarios</b>                                   | <b>Responsable</b> |
|--|-----------------------------------|--------------|--|--------------------|
| germinación.   |                                   |              | equipado y reactivo.   | Universidad.       |
| Evaluación de los parámetros morfológicos de las especies plantadas.                     | Especialistas e investigadores    | Anual        | Hoja y lápiz, machete, cinta métrica, diamétricas, regla.    | Director de la REB |
| Determinar el % de supervivencias.   | Especialistas técnicos            | Anual        | Hoja, lápiz y machete.                                       | Director de la REB |
| Realizar reposición de fallas.   | Especialistas técnicos y obreros  | Anual        | Posturas, pico, guataca, machete.                            | Director de la REB |
| Monitorear y evaluar la regeneración natural.  | Especialistas técnicos            | Anual        | Hoja, lápiz y machete  | Director de la REB |
| Continuar con el monitoreo de plagas y enfermedades.                                     | Especialistas técnicos            | Anual        | Hoja, lápiz y machete  | Director de la REB |
| Continuar la aplicación y el mantenimiento de las medidas contra incendios.              | Especialistas técnicos y obreros. | Anual        | Herramientas manuales.                                       | Director de la REB |
| Continuar la aplicación y el mantenimiento de las medidas de conservación de suelo.      | Especialistas técnicos y obreros  | Anual        | Herramientas manuales.                                       | Director de la REB |
| Continuar con la capacitación y el fortalecimiento de los círculos de interés.           | Especialistas e investigadores    | Anual        | Hojas, colores, láminas, materiales didácticos, computadora. | Director de la REB |
| <b>Etapa 3. Protección del área rehabilitada a largo plazo (mas de cinco años)</b>       |                                   |              |  |                    |
| Establecer una metodología para micropropagación de las especies con bajo % germinación. | Especialistas técnicos y obreros  | 2025         | Laboratorio equipado y reactivo.                             | Director de la REB |
| Continuar la ejecución de tratamiento  | Especialistas                     | Anual        | Herramientas   | Director de la REB |

| <b>Acciones</b>  | <b>Participan</b>   | <b>Fecha</b> | <b>Recursos necesarios</b>          | <b>Responsable</b> |
|--|---|--------------|-------------------------------------|--------------------|
| silviculturales en los términos establecidos.  | técnicos y obreros  |              | manuales.                           |                    |
| Reparar medidas de conservación de suelo.  | Especialistas técnicos y obreros  | Anual        | Herramientas manuales.              | Director de la REB |
| Continuar con las medidas de protección y prevención de incendios.   | Especialistas técnicos y obreros  | Anual        | Herramientas manuales.              | Director de la REB |
| Realizar talleres participativos para socializar los resultados investigativos y capacitar a los pobladores. | Investigadores, especialistas técnicos y obreros, pobladores, director. | Anual        | Materiales didácticos, computadora. | Director de la REB |
| Continuar con el monitoreo y evaluación.   | Director REB, especialistas, técnicos e investigadores.                 | Anual        | Hoja, lápiz y machete               | Director de la REB |

## V. CONCLUSIONES

- En el bosque semideciduo micrófilo se identificaron 57 especies, 54 géneros, 31 familias y las especies *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Guaiacum officinale* L., *Capparis cynophallophora* L., *Cordia sulcata* DC. y *Amyris elemifera* L. resultaron las de mayor Índice de Valor de Importancia Ecológica.
- El estado de conservación del bosque semideciduo micrófilo se evalúa de regular con 44,5% y un mayor peso ecológico la variable estructura del bosque.
- Se diseñó la propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo con enriquecimiento del bosque y manejo de la regeneración natural de las especies nativas, endémicas y de interés forestal.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar talleres con los trabajadores de la Reserva Ecológica Baitiquirí y otros sectores involucrados para divulgar los principales resultados obtenidos en esta investigación.

Poner en práctica las acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo por los trabajadores de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta C. R., Puchades M.A., Álvarez Q, L. 2014. Caracterización de los Bosques Semidecuidos Mesófilo y Micrófilo el Refugio de Fauna El Macío, Granma Cuba. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba Santiago de Cuba, Cuba. 26 P.
- Aguiar A.P.D., Vieira I.C.G., Assis T.O. 2016. Land use change emission scenarios: anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon. *Global Change Biology*. 134 P.
- Aguirre M. Z. 2013. Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus productos forestales no Maderables: caso de estudio Macará. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. 190 P.
- Aguirre M. Z. y Geada L. G. 2017. Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 24 (1): 207 – 228 pp.
- Aguirre M. Z. y Yaguana P. C. 2012. Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad. Área agropecuaria y de recursos naturales renovables. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja-Ecuador. P. 71.
- Aldana P. E. 2010. Medición Forestal. Editorial Felix Varela. 29 P.
- Álvarez P. A. y Varona J. C. 2006. Silvicultura, Tercera Edición. Editorial Félix Varela, La Habana, 354 P.
- Aragón R. T. 2014. Reconfiguración del paisaje desde lo común. Una perspectiva ético-estética. Universidad de Salamanca. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/271504048>. Consultado el 9 de Septiembre del 2018. 44 P.
- Aronson J., y Blignaut J. 2007. Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice. Society for Ecological Restoration International. Washington DC, USA. 383 P.
- Beals W. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research* 14: 1- 55.

- Berazaín I. R. 2011. Diversidad de las Comunidades Vegetales de Cuba. Jardín Botánico Nacional. La Habana, Cuba. 63 P.
- Berazaín I. R., Areces B., F., Lazcano L., J. C. y González T. L.R. 2005. Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) 4:(1). 86. 86 pp.
- Berenguer S. A. y Matos R. E. 2016. La protección jurídica de la reforestación en Cuba. Revista Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Año 13. No 46. ISSN 0075-741. 20 P.
- Berovides V. y Gerhartz L. J. 2009. Divulgación Científica. Diversidad de la Vida y su conservación. Ed. Científico – Técnica, 99 P.
- Bisse, J.1988. Árboles de Cuba. La Habana: Editorial Científico -Técnica.18 P.
- Brooks L. R. M. y Figueredo C., L. M. 2015. *Especies Vegetales Invasoras de las Terrazas Costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Cuba*. Foresta Veracruzana. Recursos Genéticos Forestales Xalapa, México vol. 17, (2). 1-10pp.
- Brooks L. R. M., Figueredo C., L. M y Blanco O. J. 2016. Sinantropismo y estado de conservación vegetal en las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. 4 (3). 76-82pp.
- Budiharta S., Meijaard E., y Erskine P.D. 2014. Restoring degraded tropical
- Cano C. M. 2013. Aplicación de la Micorriza y criopreservación a la conservación ex situ de las especies vegetales de interés. Tesis en opción al título de doctor en Ciencias. Inédito. Universidad de Alicante. <http://www.eltallerdigital.com>. 192p.
- Capote R. P. y Berazaín R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional, 5(2). 1-49p.
- Cardinale B. J., Duffy J. E., Gonzalez A. and Hooper D. U. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*. 59-67 pp.
- Cedrés G.M., Sharry S., Adema M. y Abedini, W. 2015. Plantas de probeta: Manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos in vitro. 1a ed.

adaptada. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Libro digital, ISBN 978-950-34-1254-1.

- Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba (CIGT). 2014. Caracterización de los bosques semidecíduos mesófilo y micrófilo en el refugio de fauna el macío, Granma Cuba. Ciencia en su PC, No.. 2. 1-25pp.
- Centro Informático de Geomática Ambiental (CINFA). 2006. Informe de evaluación del estado de conservación de los bosques y áreas de vegetación protectora de Loja y Zamora Chinchipe. Herbario LOJA, Carrera de Ingeniería Forestal. Fondo Ambiental Nacional. Loja, Ecuador. 350 P.
- Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP). 2013. Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020. Centro Nacional de Áreas Protegidas. Agencia de Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana. 190 P.
- Challenger A. y Dirzo R. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México. 37-73pp.
- CITMA, 2016. Centro Meteorológico Provincial. Delegación provincial Guantánamo. 5 P.
- CITMA. 2018. Guía de apoyo docente en biodiversidad. Ministerio del Medio Ambiente. Chile. 123 P.
- Condit R.; Hubbell S. P. y Lafrankie J. V. 1996. Species-area and species-individual relationship for tropical trees: A comparison of three 50-ha plots. Ecology 84: 549-562pp.
- Corrales H. y Morejón I, 2007. El bosque como fuente de productos naturales. Agricultura Orgánica. Vol. 1: 47-48. Cuba. Revista Forestal Baracoa. ISSN: 0138 – 6441pp.
- Del Risco R., Vandama R. y González, A. 1989: Mapa de la vegetación original de Cuba, a escala 1:2 000 000. En el Nuevo Atlas Nacional de Cuba de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Ed. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid. 14 P.

- Escallón R. A. L. 2017. Propuesta para la rehabilitación ecológica y la recuperación del capital natural en el área de la reserva de la Sociedad Civil Aves del Tequendama susceptibles de facilitar las condiciones para el bienestar humano y la conservación del Sistema Ecológico. Planeación Ambiental y Manejo de los Recursos Naturales. Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/17325/3/Escall%C3%B3nRodr%C3%ADguezMagdaLuc%C3%ADa2017.pdf>. Consultado 3 d septiembre 2018. 26 P.
- Espinosa C.I., De la Cruz M., Luzuriaga A. L. y Escudero A. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. Ecosistemas 21 (1-2): 167-179pp.
- FAO. 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Principal. Estudios FAO: Montes 163. Roma, Italia. 108-150pp.
- FAO. 2016. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas. Roma, Italia. 54 P.
- Fernández B. I. Álvaro B. I. Cintra A. M. Leyva M. I. y Rodríguez M. Y. 2018. Informe final del proyecto PAP 1804: Propuesta de programa de restauración ecológica para sitios degradados en la zona semiárida de la provincia de Guantánamo. Inédito. 132 p.
- Figueredo C. L. M. 2015. Diversidad florística de las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao. Estado de conservación. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Alicante. 376 P.
- Finol V. H. 1971. Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana. 14(21): 29- 42 pp.
- García O. F. 2009. La biodiversidad invisible. Disponible en [http://oa.upm.es/8134/1/Olmedo\\_188.pdf](http://oa.upm.es/8134/1/Olmedo_188.pdf). Consultado 12/10/2018. 11pp.

- Garrido H. O. y Kirkeonnell A. 2011. Aves de Cuba. Conservación. Edición en español 2010 por Cornell University. 98 P.
- Gil M. J. E. 2011. ¿Qué es la Biodiversidad y cuál es su importancia para el desarrollo? Published on Servindi - Servicios de Comunicación Intercultural. Disponible en: <https://www.servindi.org>. Consultado 12/10/2018. 1-6pp.
- Góes T. Da Silva S. A. Dos Santos. J. y Vidigal, F. 2009. Redução de custos na Micropropagação. En: Aspectos Práticos da Micropropagação de Plantas. Cap.: 6. Eds. ISBN: 978-85-7158-017-6. Editorial: EMBRAPA Cruz das Almas. Brasil. 185 P.
- González I. y Regalado L. 2012. Plantas invasoras de Cuba. *Bissea*, 6 (1). Edición Jardín Botánico Nacional. 140 P.
- González N.; Ramírez, N.; Camacho, M. y Rey, J. 2008. Restauración de bosques de montañas tropicales de territorio indígenas de Chiapas, México. en: Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi Prensa, México. 137-162 pp.
- González T., L.R., Palmarola A., Barrios D., González-Oliva, L., Testé E., Bécquer E.R., Castañeira-Colomé M.A., Gómez-Hechavarría J.L., García-Beltrán J.A., Rodríguez-Cala, D., Berzaín R., Regalado L. y Granado L. 2016. Estado de conservación de la flora de Cuba. *Bissea*. 10 (1). 1-23pp.
- Gunter S., M. Weber, Stimn B., Mosandl R., 2011. Silviculture in the tropics. Center of live and food Sciencies Weihenstephan. Technische Universität München. Munich, Germany. (ISSN. 1614-9785). 547 77pp.
- 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
- Hierro O. L. 2018. Planeta Futuro. Disponible en: [https://elpais.com/elpais/2018/06/26/planeta\\_futuro/1530040354\\_449192.html](https://elpais.com/elpais/2018/06/26/planeta_futuro/1530040354_449192.html). Consultado 27/10/2018.
- Hooper D. U., Adair E. C., Cardinale B. J., Byrnes J. E. K., Hungate B. A., Matulich K. L. and Gonzalez A. 2012. A global synthesis reveals biodiversity

loss as a major driver of ecosystem change. Disponible en <https://www.nature.com/articles/nature11118>. Consultado el 3/11/2018. 105-108pp.

- Hosokawa R. T. 1982. Manejo sustentado de florestas naturais; aspectos económicos, ecológicos e sociais. Em: Congresso Nacional sobre essências nativas, Campos do Jordão, 12 a 18/09/82, Anais...Silvicultura em Sao Paulo, 16(3):1465-1472pp.
- Huston M. A. 1994. *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Gran Bretaña, 64-74pp.
- Jayakumar S.; Seong S. K. and Joon H. 2011. Floristic inventory and diversity assessment a critical review. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 1(3-4):151-168pp.
- Jiménez A. 2012. Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesófilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario", orientada a su conservación. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 107 P.
- Jorba M y Vallejo R. 2008. La restauración Ecológica de canteras: un caso con aplicación de enmiendas orgánicas y riesgos, Asociación Española de ecología terrestre Alicante, España, Vol. 17 (3).119- 132pp.
- Kellmann M. C. 1975. *Plant Geography*. London, Mephuen, 135 P.
- Labrador LL. O., Mercadet P. A, y Álvarez B. A. 2017. Situación de los Bosque de Cuba 2016. Dirección Forestal Flora y Fauna Silvestre del Ministerio de la Agricultura. Boletín No. 1. La Habana. Cuba.
- Lamprecht H. 1990. *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Trad. por Antonio Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) 335 P.
- Leiva S. A.2013. Creación y Exposición de la Vegetación Nativa de Cuba en el Jardín Botánico Nacional y su Contribución a la Conservación de Plantas Raras y Amenazadas.130pp.

- Limeres J. T., Fernández B. I., Álvaro B. I. y Cintra A. 2015. Experiencias y desafíos. Área de intervención Guantánamo Informe final Proyecto 1 OP-15 "Manejo Sostenible de Tierras. Edit. AMA. La Habana. 150 P.
- Linares P. R., Kvist L., Aguirre M. Z. y Gonzales C. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19 (1):165-185pp.
- López C. L. A.2016. Evaluación del material combustible en la Reserva Ecológica Baitiquirí. Trabajo de Diploma. Universidad de Guantánamo. Facultad Agroforestal. 51 P.
- Mace G. M., Norris K. and Fitter A. H. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology and Evolution* 27(1):19-26 pp.
- Magurran A. E.1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 P.
- Matos J. 2004. Propuesta metodológica para llevar a cabo la restauración de ecosistemas degradados. Disponible en: [www.ldia.org.do](http://www.ldia.org.do). Consultado 18/5/2017.
- MC Aleece N., Lamshead P., Paterson G. y Goge J. 1997. Biodiversity Professional. The Natural history Museum and The Scottish Asociation for marine Sience. Versión 2.0.
- Mendoza J. y Jiménez E. 2008. Estructura de la Vegetación, Diversidad y Regeneración Natural de Árboles en Bosque Seco en la Comuna Limoncito-Provincia de Santa Elena. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 10 P.
- Meza A., César S. y Wil J. 2016. Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana. Revisión de experiencias y lecciones aprendidas. CIFOR, Bogor, Indonesia.136 P.
- Miles L., Newton A.C., Fries R., Ravilious C., May I., Blyth S., Kapos V. and Gordon J.E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 491-505 pp.

- MINAG. 2014. Plan de Manejo Reserva Ecológica Baitiquirí. 2014 – 2020, Empresa para la protección de la Flora y la Fauna 89 P.
- Mónica M. M. 2018. La deforestación se duplicó en el Amazonas. El espectador. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/la-deforestacion-se-duplico-en-el-amazonas-articulo-794383>. Consultado 4/9/2018.
- Moreno C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 pp.
- Natura S. C. E. 2014. Estrategia para la conservación de la Biodiversidad. Departamento de Medio Ambiente y Espacio Público. Municipio de Vitoria-Gasteiz. 302 P.
- Navarro G. A. y Ruiz S. A. 2016. La Importancia Social del Medio Ambiente y de la Biodiversidad. Asociación de Fundaciones para la Conservación de la Naturaleza y Fundación Biodiversidad – Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Burgos. 28 P.
- Nichols F.M, .2003. Long- term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the Jarah forest of South-Western Australia, Restor. Ecology, 11, 261-272pp.
- ONEI. 2016. Anuario estadísticos de la Provincia de Guantánamo 2015. Oficina Nacional de estadística de la provincia de Guantánamo. Disponible en: <http://www.one.cu/aed2015/35Guantanamo/03%20poblacion.pdf>. Consultado el 12/10/2018. 19 P.
- Orozco L. y Brumer C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 200 P.
- Osorio B. Y. 2013. Estructura y diversidad de la flora leñosa en un bosque pluvisilva submontano, sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH). Maestría en Ciencias Forestales. 63 P.
- Oviedo P. R. 2017. Especies nativas de prioridad para intereses forestales a fortalecer su presencia y desarrollo en áreas bajo influencia del Proyecto: “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados”

(EPMA), fase preparatoria (PPG). Inédito. Herbario Nacional de Cuba (HAC) e Instituto de Ecología y Sistemática (IES). CITMA. 9 P.

- Oviedo P. R. y González. O. L. 2015. Listado nacional de plantas invasoras en la república de Cuba. Bissea 9. (2). 88 P.
- Paretas J. J. 2016. Bosques, prioridad para el desarrollo cubano. La preservación de los bosques, una garantía para las futuras generaciones. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/htm>. Consultado 5 de mayo 2018.
- Pereira M. C. A., Maycotte M. C. C., Restrepo B. E., Mauro F. Montes A. C. y Velarde M. J. E. 2011. Biodiversidad. Colombia. Disponible en: [www.espaciograficosa.com](http://www.espaciograficosa.com). Consultado 1/11/2018. 56P.
- Rangel J. O. y Velázquez A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: J. O. Rangel-Ch (ed.), Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 59-87 pp.
- Reyes O. J. y Acosta C. F. 2011. Fitocenosis presentes en las áreas costeras del sur de la Sierra Maestra. II. Órdenes varronio-Phyllostyletalia y Rhytidophyllo-plumerietalia. Foresta Veracruzana, 6(1): 37-43pp.
- Reyes O.J. 2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional. 32(33). 59-71pp.
- Reyes O. J, Acosta F., Figueredo L. M. y Fornaris V. 2012. Caracterización de la vegetación de las Terrazas Costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba. Brenesia. 25-33pp.
- Roiz J. T y Mesa. 2014. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. 3<sup>era</sup> Edición. Editorial Científico técnica. Tomo I y II. 1127P.
- Ruíz P. I. 2015. Historia de las Áreas Protegidas en Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana.
- 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 presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. 148 P.

- Segurado G. Y., Humara R. R., Leyva M. I, Cuscó C. A. 2016. Productos Forestales no maderables del bosque siempre verde micrófilo costero y subcostero en la Reserva Ecológica de Baitiquirí. Revista Hombre, Ciencia y Tecnología. 20 (1). 67-76pp.
- Servicio Estatal Forestal (SEF). 2015. Dinámica forestal del 2015. Ministerio de la Agricultura Guantánamo. 12p.
- Servicio Estatal Forestal Nacional (SEF). 2016. Conferencia Sobre la Situación Forestal en Cuba. II Simposio Internacional. Pinar Del Río, Cuba.
- Society for Ecological Restoration (SER). 2008. Society for Ecological Restoration International Disponible en: [https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser\\_publications/ER\\_as\\_a\\_tool\\_for\\_reversing\\_e.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ER_as_a_tool_for_reversing_e.pdf). Consultado el 24 de mayo 2017. 4 P.
- Song H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. Electronic Journal of Biology. 1(3): 44-48pp.
- UNEP-WCMC (2016) El estado de la biodiversidad en América Latina y el Caribe. UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 140 P.
- United Nations Environment Programme (UNEP) 2010. State of Biodiversity in Latin America and the Caribbean. Disponible en [http://www.unep.org/delc/Portals/119/Latinamerica\\_StateofBiodiv.pdf](http://www.unep.org/delc/Portals/119/Latinamerica_StateofBiodiv.pdf). Consultado 12/10/2018. 98 P.
- United Nations Environment Programme (UNEP) 2012. Latin America and the Caribbean. In Global Environment. Environment for the future we want. Valetta, Malta. 125 P.
- Uslar Y., Mostacedo, B. y Saldías, M. 2003. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Proyecto BOLFORUSAID/Bolivia. 28 P.

- Vargas, O. 2008. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. Guía metodológica para restauración ecológica del bosque alto Andino. Universidad Nacional. Grupo de Restauración Ecológica. Bogotá DC. 17-29 pp.
- Whittaker R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, **21**(2/3): 213-251pp.
- Whittaker R.J. y Fernández P. J. M. 2007. Island biogeography. Ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford. 402 P.
- Wilson M. y Shmida A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*. 1055-1064pp.

## ANEXOS

### Anexo 1. Variables de evaluación del estado de conservación para bosques secos

| Variables             | Indicador a ser calificado  | M | R | B | MB | Explicación de los criterios   |  |
|-----------------------|---|---|---|---|----|--|--|
| Estructura del bosque | Cobertura vegetal con relación a la superficie total del bosque (Grado de cobertura de la vegetación) |   |   |   |    | <b>MB</b> Vegetación natural cubre entre el 90-100% de la superficie total               |  |
|                       |   |   |   |   |    | <b>B</b> Vegetación natural está cubriendo entre 70 – 89%                                |  |
|                       |   |   |   |   |    | <b>R</b> Vegetación natural cubre entre 30-69% del área total                            |  |
|                       |   |   |   |   |    | <b>M</b> Vegetación natural está cubriendo menos del 30%                                 |  |
|                       | Presencia de estratos en la vegetación natural actual   |   |   |   |    |  | <b>MB</b> Todos (tres) estratos incluyendo los principales: árboles, arbustos y hierbas  |
|                       |   |   |   |   |    |  | <b>B</b> Presencia de los estratos que dan la apariencia del bosque original   |
|                       |   |   |   |   |    |  | <b>R</b> Tres estratos, pero posiblemente sin dominancia de árboles en el estrato arbóreo  |
|                       |   |   |   |   |    |  | <b>M</b> Dos estratos y a veces ausencia total de estratificación.   |
|                       | Fragmentación y/o dentro del bosque   |   |   |   |    |  | <b>MB</b> Cuando el bosque, no presenta parches y no está fragmentado y se mantiene la totalidad de los hábitats (no hay fragmentación)                |
|                       |   |   |   |   |    |  | <b>B</b> Cuando hay presencia de al menos 2 fragmentos boscosos en cada 1 000 ha, se mantiene casi la totalidad de los hábitats (mínima fragmentación) |
|                       |   |   |   |   |    |  | <b>R</b> Cuando existen al menos 2 fragmentos boscosos dentro de cada 100 ha, aún se conservan hábitats importantes                                    |
|                       |   |   |   |   |    |  | <b>M</b> Cuando existen más de tres fragmentos boscosos dentro de cada 100 ha y han sido transformados o alterados casi todos los hábitats.            |
|                       | Presencia de especies indicadoras del   |   |   |   |    | <b>MB</b> Cuando están presentes todas las especies indicadoras dentro de la composición |  |

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| tipo de bosque  |  |  |  |  | florística del bosque  |
|   |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando existan entre 51 - 80% de especies indicadoras dentro de la composición florística dentro del bosque |
|   |  |  |  |  | <b>R</b> Cuando existan entre 30 - 50% de especies invasoras dentro de la composición florística del bosque          |
|   |  |  |  |  | <b>M</b> Cuando existan menos del 30% de especies indicadoras en la composición florística del bosque                |
| Riqueza florística específica   |  |  |  |  | <b>MB</b> El bosque tiene más de 60 especies leñosas   |
|   |  |  |  |  | <b>B</b> El bosque tiene entre 40-60 especies leñosas  |
|   |  |  |  |  | <b>R</b> El bosque tiene entre 20-40 especies leñosas  |
|   |  |  |  |  | <b>M</b> El bosque tiene menos de 20 especies leñosas  |
| Índice valor de importancia (IVIE) de las especies indicadoras y características del bosque |  |  |  |  | <b>MB Más del 80%</b> de las especies indicadoras y características tienen IVIE alto                                 |
|   |  |  |  |  | <b>B</b> Entre el 50 al 80 de las especies indicadoras del bosque tienen IVIE alto                                   |
|   |  |  |  |  | <b>R</b> Menos del 50% de las especies indicadoras y características del bosque tienen IVIE alto                     |
|   |  |  |  |  | <b>M</b> Las especies indicadoras y características del bosque tienen IVIE bajo                                      |
| Regeneración natural de especies indicadoras  |  |  |  |  | <b>MB</b> Mas del 80% de las especies indicadoras presentan regeneración natural                                     |
|   |  |  |  |  | <b>B</b> Entre 51-80% de las especies indicadoras presentan regeneración natural                                     |
|   |  |  |  |  | <b>R</b> Entre el 21-50% de las especies indicadoras presentan regeneración natural                                  |
|   |  |  |  |  | <b>M</b> Menos del 20 % de las especies indicadoras tienen regeneración natural                                      |

|   |                                 |   |  |  |  |  |
|---|---------------------------------|---|--|--|--|--|
|   | Endemismo florístico            |   |  |  |  | <b>MB</b> El 25% del total de especies inventariadas son endémicas                               |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>B</b> Entre el 15 – 25% del total de especies son endémicas                                   |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>R</b> Entre el 10-15% del total de especies son endémicas                                     |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>M</b> Menos del 10% de total de especies son endémicas  |
|   | Presencia de especies invasoras |   |  |  |  | <b>MB</b> Cuando existan < 10% de especies invasoras dentro de la composición florística         |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>B</b> Cuando existan entre 11 - 15% de especies invasoras dentro de la composición florística |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>R</b> Cuando existan entre 16 - 20% de especies invasoras dentro de la composición florística |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>M</b> Cuando existan más de 25% de especies invasoras dentro de la composición florística     |
|   | <b>Sub Total</b>                |   |  |  |  |  |
|   | . Manejo y Aprovechamientos     | Producción de bosques nativos (Diversidad de especies maderables) |  |  |  |  |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>B</b> Entre el 15 al 19% de especies de la composición son árboles comerciales maduros.       |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>R</b> Entre el 10 al 14% de especies de la composición son árboles comerciales maduros.       |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>M</b> Menos del 10% de especies de la composición florística son árboles comerciales maduros. |
| Producción de bosques nativos (Abundancia de especies maderables) |                                 |   |  |  |  | <b>MB</b> Más del 20% de la población de una especie tienen individuos maduros                   |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>B</b> Del 15 al 20% de la población de una especie tiene individuos maduros                   |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>R</b> Más del 14 al 10% de la población de una especie son individuos maduros                 |
|   |                                 |   |  |  |  | <b>M</b> Menos del 10% de árboles de una población son   |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  |  | individuos maduros (la mayoría son jóvenes)  |
| Silvicultura<br>(Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido) |  |  |  | <b>MB</b> Cuando no se realizan actividades de explotación maderera en el bosque por lo tanto no implica intervenciones de manejo silvicultural en el bosque.  |
|   |  |  |  | <b>B</b> Cuando se realizan intervenciones de manejo silvicultural bajo zonificación en áreas aptas para manejo bajo principios de rendimiento sostenido: Diámetro Mínimo de Corta, manejo de regeneración natural, reposición, licencias de aprovechamiento.    |
|   |  |  |  | <b>R</b> Cuando se realizan intervenciones de manejo silvicultural sin zonificación en toda la superficie del bosque y sin principios de rendimiento sostenido   |
|   |  |  |  | <b>M</b> Cuando se realiza explotación de madera y no se realizan actividades de manejo silvicultural en el bosque bajo principios de rendimiento sostenido: Diámetro Mínimo de Corta, manejo de regeneración natural, reposición, licencias de aprovechamiento. |
| Estética dentro del bosque<br>(Preservación de belleza escénica)      |  |  |  | <b>MB</b> Cuando no existen cambios estructurales fuertes en el paisaje que produzcan impacto visual y afecten la belleza escénica.  |
|   |  |  |  | <b>B</b> Cuando existen cambios estructurales poco significativos en el 10 % del paisaje total que produzcan impacto visual y afecten la belleza escénica  |
|   |  |  |  | <b>R</b> Cuando existen cambios estructurales significativos en el 25% del paisaje total y producen impacto visual y afectan la belleza escénica   |

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
| Estética alrededor del bosque (Preservación de la belleza escénica) |  |  |  | <b>M</b> Cuando existen cambios estructurales muy significativos en todo el paisaje y producen impacto visual y afectan la belleza escénica   |
|   |  |  |  | <b>MB</b> Cuando no existen cambios estructurales en el paisaje de la zona de amortiguamiento que produzcan impacto visual y afecten la belleza escénica.   |
|   |  |  |  | <b>B</b> Cuando existen cambios estructurales poco significativos en un 10% del paisaje de la zona de amortiguamiento y producen impacto visual y afectan la belleza escénica                     |
|   |  |  |  | <b>R</b> Cuando existen cambios estructurales significativos en un 25% del paisaje de la zona de amortiguamiento y producen impacto visual y afectan la belleza escénica.                         |
|   |  |  |  | <b>M</b> Cuando existen cambios estructurales muy significativos en todo el paisaje de la zona de amortiguamiento que producen impacto visual y afectan la belleza escénica del área en general   |
| Usos tradicionales del bosque (por zonificación)                    |  |  |  | <b>MB</b> Cuando la gente local ha determinado áreas específicas en el bosque para extraer sosteniblemente PFNM   |
|   |  |  |  | <b>B</b> Cuando la gente local extrae PFNM de áreas específicas, pero se advierten leves impactos sobre el bosque.  |
|   |  |  |  | <b>R</b> Cuando la gente local tiene áreas específicas en el bosque para extraer PFNM y se observa impactos moderados por presencia de senderos y actividades extractivas no amigables al bosque. |
|   |  |  |  | <b>M</b> Cuando la gente local extrae PFNM desordenadamente en todo el bosque sin respetar normas de manejo y causando impactos significativos en la estructura del bosque.                       |

| Sub Total                   |  |  |  |  |   |
|-----------------------------|--|--|--|--|---|
| <b>. Población Asociada</b> | Densidad de población dentro del bosque  |  |  |  | <b>MB</b> Cuando la densidad poblacional dentro del bosque es baja menos de 5 hab/km <sup>2</sup> .   |
|                             |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando la densidad poblacional dentro del bosque es entre 6-10 hab/km <sup>2</sup> .   |
|                             |  |  |  |  | <b>R</b> Cuando la densidad poblacional dentro del bosque es de 11-20 hab/km <sup>2</sup> .   |
|                             |  |  |  |  | <b>M</b> Cuando la densidad poblacional dentro del bosque es mayor a 20 hab/km <sup>2</sup> .   |
|                             | Densidad de población fuera del bosque   |  |  |  | <b>MB</b> Cuando la densidad poblacional de las áreas fuera del bosque es de 20 hab/km <sup>2</sup> .   |
|                             |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando la densidad poblacional fuera del bosque es de 20-30 hab/km <sup>2</sup> .  |
|                             |  |  |  |  | <b>R</b> Cuando la densidad poblacional fuera del bosque es de 30-40 hab/km <sup>2</sup> .  |
|                             |  |  |  |  | <b>M</b> Cuando la densidad poblacional fuera del bosque es mayor a 40 hab/km <sup>2</sup> .  |
|                             | Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal (Zona de Amortiguamiento) |  |  |  | <b>MB</b> Cuando la población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 10% de la superficie de la zona de amortiguamiento y lo demás está cubierto de vegetación natural. |
|                             |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando la población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 20% de la superficie de la zona de amortiguamiento y lo demás está cubierto de vegetación.          |
|                             |  |  |  |  | <b>R</b> Cuando la población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 50% de la superficie de la zona de amortiguamiento y lo demás está cubierto de vegetación.          |
|                             |  |  |  |  | <b>M</b> Cuando la población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 80 % de la superficie de la zona de amortiguamiento y se evidencia suelos desprovistos de           |

|                                       |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|                                       |  |  |  |  |  | vegetación y muy degradados.   |
| <b>Sub Total</b>                      |  |  |  |  |  |  |
| <b>. Matriz del entorno</b>           | Cultivos y pastos en las zonas adyacentes del bosque.                |  |  |  |  | <b>MB</b> Cuando los cultivos y pastos se manejan bajo prácticas agroecológicas sustentables o los cultivos son escasos. |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando los cultivos se manejan dentro de sistemas agroforestales.   |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>R</b> Cuando se observa asociación de cultivos esporádicamente.   |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>M</b> Cuando se observa monocultivos sin criterios de manejo agroecológico.   |
|                                       | Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos. |  |  |  |  | <b>MB</b> Los cultivos se realizan bajo SAF's y la alteración visual es imperceptible                                    |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>B</b> Los cultivos son agroecológicos y alteran en el 25% el paisaje  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>R</b> Los cultivos se practican sin criterios ecológicos y alteran el paisaje entre el 26 a 50%                       |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>M</b> Se practican los monocultivos y la alteración paisajística es mayor a 50%.                                      |
| <b>Sub Total</b>                      |  |  |  |  |  |  |
| <b>. Presencia de fuentes de agua</b> | Presencia de quebradas y ríos dentro del bosque                      |  |  |  |  | <b>MB</b> Existen al menos tres fuentes de agua en el bosque   |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>B</b> Existen dos fuentes de agua en el bosque  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>R</b> Existe una fuente de agua en el bosque  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>M</b> No existen fuentes de agua en el bosque   |
|                                       | Permanencia de caudal en quebradas y ríos                            |  |  |  |  | <b>MB</b> El caudal se mantiene en aproximadamente el 70% durante todo el año  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>B</b> El caudal se mantiene en aproximadamente el 50% durante el año  |

|                                       |  |  |  |  |  |   |  |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|---|--|
|                                       |  |  |  |  |  | <b>R</b> El caudal se mantiene en aproximadamente el 30% todo el año  |  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>M</b> Existe caudal en las quebradas solo en temporadas lluviosa   |  |
|                                       | Calidad del agua de quebradas y ríos           |  |  |  |  |   | <b>MB</b> agua limpia, sin impurezas, sin sedimentación, presencia de algas verdes |
|                                       |  |  |  |  |  |   | <b>B</b> agua ligeramente turbia, con cuerpos sólidos en suspensión.               |
|                                       |  |  |  |  |  |   | <b>R</b> agua estancada con sólidos en suspensión, algas pardas                    |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>M</b> agua estancada con presencia de algas pardas y negras  |  |
| <b>Sub Total</b>                      |  |  |  |  |  |   |  |
| <b>- Problemática socio-ambiental</b> | Deforestación y conversión de uso de la tierra |  |  |  |  | <b>MB</b> Cuando no existen cambios en el uso del suelo o expansión de actividades agropecuarias en el bosque, no existe presencia de colonos, las especies maderables características del lugar están en estado maduro y no se evidencia tala de madera en el bosque.  |  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando existen leves cambios en el uso del suelo, escasa expansión de actividades agropecuarias hacia el bosque, escasa presencia de colonos, las especies maderables características del lugar están en estado maduro, se evidencia tala de individuos maderables para autoconsumo.                           |  |
|                                       |  |  |  |  |  | <b>R</b> Cuando existe cambios moderados en el uso del suelo baja expansión de actividades agropecuarias hacia el bosque, existe presencia de colonos, las especies maderables características del lugar han sido explotadas en su mayor parte en la zona de amortiguamiento del bosque nativo y en el área intervenida |  |

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  | dentro del bosque.   |
|   |  |  |  |  | <b>M</b> Cuando existen cambios fuertes en el uso del suelo, alta expansión de actividades agropecuarias hacia el bosque, existe alta presencia de colonos, alta extracción de especies maderables características del lugar dentro y fuera del bosque nativo. |
| Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. |  |  |  |  | <b>MB</b> No existe extracción de madera, cacería o tráfico de especies; ni afectación directa por colonización con establecimiento de potreros  |
|   |  |  |  |  | <b>B</b> Existe esporádica extracción de madera y PFNM, se proyecta un frente de ocupación de tierras por apertura de carreteras, no hay establecimiento de potreros grandes.  |
|   |  |  |  |  | <b>R</b> Existe extracción de madera bajo planes de corta con regencia forestal, y hay un frente de colonización con potreros en el límite del bosque.   |
|   |  |  |  |  | <b>M</b> Existe sobreexplotación de madera sin planes de manejo o de corta, extractivos de PFNM ilegal, colonización en aumento al límite del bosque con cambios fuertes en el uso del suelo.  |
| Presencia de incendios forestales             |  |  |  |  | <b>MB</b> Cuando el área de vegetación tiene mínimo riesgo de afectación por ocurrencia de incendios.  |
|   |  |  |  |  | <b>B</b> Cuando hasta el 30% del área de vegetación tiene riesgo de afectación por mediana ocurrencia de incendios   |



| <b>Variables e Indicadores</b>   | <b>Valor de importancia del indicador</b> | <b>Valoración Ponderada en %</b> | <b>Valoración de campo</b> | <b>Estado de conservación en %</b> |
|--|---|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Estética alrededor del bosque (Preservación de la belleza escénica).                       |   |                                  |                            |                                    |
| Usos tradicionales del bosque (por zonificación).  |   |                                  |                            |                                    |
| <b>3. POBLACIÓN ASOCIADA</b>   |   |                                  |                            |                                    |
| Densidad de población dentro del bosque.   |   |                                  |                            |                                    |
| Densidad de población fuera del bosque   |   |                                  |                            |                                    |
| Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal (Zona de Amortiguamiento) |   |                                  |                            |                                    |
| <b>4. MATRIZ DEL ENTORNO DEL BOSQUE</b>  |   |                                  |                            |                                    |
| Cultivos y pastos en la zona de amortiguamiento  |   |                                  |                            |                                    |
| Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos                        |   |                                  |                            |                                    |
| <b>5. PRESENCIA DE FUENTES DE AGUA EN EL BOSQUE</b>  |   |                                  |                            |                                    |
| Presencia de agua en quebradas y ríos del bosque   |   |                                  |                            |                                    |
| Permanencia de caudal de agua en quebradas   |   |                                  |                            |                                    |
| Calidad de agua  |   |                                  |                            |                                    |
| <b>6. PROBLEMÁTICA SOCIO-AMBIENTAL</b>   |   |                                  |                            |                                    |
| Deforestación y/o conversión de uso de la tierra   |   |                                  |                            |                                    |
| Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. protección                                   |   |                                  |                            |                                    |
| Presencia de incendios forestales  |   |                                  |                            |                                    |
| <b>SUMATORIA</b>   |   |                                  |                            |                                    |
| <b>ESTADO DE CONSERVACIÓN IDEAL</b>  |   |                                  |                            |                                    |
| <b>ESTADO DE CONSERVACIÓN REAL</b>   |   |                                  |                            |                                    |

Fuente: Centro Informático de Geomática Ambiental (CINFA, 2006).

### Anexos 3. Nombres Científicos y familia

| Nombre Científico                                  | Familia         | Endemismo | Invasora | Amenaza |
|--|-----------------|-----------|----------|---------|
| <i>Plumeria filifolia</i> Griseb.                  | Apocynaceae     | END       |          | LC      |
| <i>Rauvolfia nitida</i> Jacq.                      | Apocynaceae     | NAT       |          |         |
| <i>Agave underwoodii</i> Trelease                  | Asparagaceae    | END       |          | DD      |
| <i>Borrichia arborescens</i> L.DC                  | Asteraceae      | NAT       |          |         |
| <i>Cordia sulcata</i> DC.                          | Boraginaceae    | END       |          | NT      |
| <i>Tillandsia balbisiana</i> J.A. & J.H. Schult    | Bromelaceae     | NAT       |          | LC      |
| <i>Tillandsia usneoides</i> L.                     | Bromelaceae     | NAT       |          | LC      |
| <i>Bursera simaruba</i> L. Sargent                 | Burseraceae     | NAT       |          | NE      |
| <i>Stenocereus fimbriatus</i> Lam.                 | Cactaceae       | NAT       |          | EN      |
| <i>Opuntia vulgaris</i> Mill.                      | Cactaceae       | INT       | x        |         |
| <i>Nopalea cochenillifera</i> L.Salm_ Dyck         | Cactaceae       | INT       |          |         |
| <i>Nopalea auberi</i> Pfeiff. Salm-Dyck            | Cactaceae       | NAT       |          |         |
| <i>Dendrocereus nudiflorus</i> Engl.               | Cactaceae       | END       |          | CR      |
| <i>Canella winterana</i> L. Gaertn                 | Canellaceae     | NAT       |          | NE      |
| <i>Capparis cynophallophora</i> L.                 | Capparaceae     | NAT       |          | LC      |
| <i>Maytenus elaeodendroides</i> Griseb.            | Celastraceae    | END       |          | NE      |
| <i>Bucida buceras</i> L.                           | Combretaceae    | NAT       |          | NE      |
| <i>Conocarpus erectus</i> L.var. Erectus           | Combretaceae    | NAT       |          | NE      |
| <i>Convolvulus nodiflorus</i> Desr.                | Convolvulaceae  | NAT       |          | NE      |
| <i>Diospyros crassinervis</i> Krug - Urb.          | Ebenaceae       | NAT       |          | LC      |
| <i>Erythroxylum havanense</i> Jacq. Var. havanense | Erythroxilaceae | NAT       |          | NE      |
| <i>Phyllostylon brasiliensis</i> Capanema          | Euphorbiaceae   | END       |          | NE      |
| <i>Acidocroton oligostemon</i> Urb.                | Euphorbiaceae   | END       |          | LC      |
| <i>Hippomane mancinella</i> L.                     | Euphorbiaceae   | NAT       |          | LC      |
| <i>Brownea grandiceps</i> Jacq.                    | Leguminosae     | INT       |          |         |
| <i>Hebestigma cubense</i> Kunth Urb.               | Leguminosae     | END       |          | LC      |
| <i>Pithecellobium dulce</i> Roxb.Benth             | Leguminosae     | NAT       | x        |         |
| <i>Guibourtia hymenaefolia</i> Moric.J             | Leguminosae     | END       |          | A       |
| <i>Dichrostachys cinerea</i> L. Wight.             | Leguminosae     | INT       | x        |         |
| <i>Brya microphylla</i> Bise.                      | Leguminosae     | END.      |          | NE      |
| <i>Stigmaphyllon sericeum</i> C. Wright ex Griseb  | Malpigenaceae   | END       |          | LC      |
| <i>Malpighia cnide</i> Spreng.                     | Malpighiaceae   | NAT       |          | LC      |
| <i>Sida glutinosa</i> Comm. ex Cav.                | Malvaceae       | NAT       | x        | LC      |
| <i>Ipomoea tuba</i> Schltld. G. Don                | Malvaceae       | INV       |          |         |

| <b>Nombre Científico</b>                      | <b>Familia</b> | <b>Endemismo</b> | <b>Invasora</b> | <b>Amenaza</b> |
|---|----------------|------------------|-----------------|----------------|
| <i>Corchorus hirsutus</i> L.                  | Malvaceae      | NAT              | x               |                |
| <i>Anoda cristata</i> L. Schldl               | Malvaceae      | NAT              |                 | LC             |
| <i>Vachellia farnesiana</i> L.                | Mimosaceae     | INV              | x               |                |
| <i>Albizia lebeck</i> L. Benth                | Mimosaceae     | INV              | x               |                |
| <i>Eugenia monticola</i> Sw.DC.               | Mirtaceae      | NAT.             |                 | NE             |
| <i>Maclura Tinctoria</i> L.D. Don ex Steud.   | Moraceae       | NAT              |                 | LC             |
| <i>Guapira obtusata</i> Jacq.Little subsp.    | Nyctaginaceae  | NAT              |                 | NE             |
| <i>Jacquinia aculeata</i> L. Mez              | Primulaceae    | NAT              |                 | NE             |
| <i>Colubrina elliptica</i> Sw. Brizicki       | Rhamnaceae     | NAT              |                 | NE             |
| <i>Auerodendron cubense</i> Britt.-Wils       | Rhamnaceae     | END              |                 | NE             |
| <i>Randia aculeata</i> L.                     | Rubiaceae      | NAT              |                 | LC             |
| <i>Randia spinifex</i> R.- S Standal.         | Rubiaceae      | END              |                 | LC             |
| <i>Amyris diatrypa</i> Spreng.                | Rutaceae       | NAT              |                 | NE             |
| <i>Amyris elemifera</i> L.                    | Rutaceae       | NAT              |                 | NE             |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> Wils.               | Rutaceae       | NAT              |                 |                |
| <i>Casearia guianensis</i> Aubl. Urb          | Salicaceae     | NAT              |                 | LC             |
| <i>Thouinia patentinervis</i> Radlk.          | Sapindaceae    | NAT              |                 | NE             |
| <i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.             | Sapindaceae    | INV              | x               |                |
| <i>Thouinidium pulverulentum</i> Griseb.      | Sapindaceae    | END              |                 | NE             |
| <i>Guazuma tomentosa</i> HBK.                 | Sterculiaceae  | NAT              |                 | LC             |
| <i>Lantana reticulata</i> Pers.               | Verbenaceae    | NAT              |                 | NE             |
| <i>Lippia alba</i> Mill. N. E. Br. Ex Britton | Verbenaceae    | NAT              |                 | NE             |
| <i>Guaiacum officinale</i> L.                 | Zygophyllaceae | NAT              |                 | A              |

Nota: A (amenazado), CR (en peligro crítico), NE (no evaluado), LC (preocupación menor), NT (casi amenazado), DD (datos Insuficientes).

#### Anexo 4. Regeneración Natural

| <b>N. Científico</b>      | <b>Plántulas</b> | <b>Brinzal</b> | <b>Latizal bajo</b> | <b>Latizal alto</b> | <b>Fustal bajo</b> | <b>Fustal medio</b> | <b>Fustal alto</b> |
|---------------------------|------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| <i>V. farnesiana</i>      | 193              | 65             | 55                  | 26                  | 1                  | 0                   | 0                  |
| <i>P.brasiliensis</i>     | 162              | 118            | 128                 | 97                  | 18                 | 6                   | 0                  |
| <i>C. cynophallophora</i> | 133              | 46             | 54                  | 35                  | 1                  | 2                   | 0                  |
| <i>A. elemifera</i>       | 110              | 49             | 9                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>G. officinale</i>      | 74               | 53             | 34                  | 20                  | 6                  | 0                   | 0                  |
| <i>C. sulcata</i>         | 31               | 30             | 36                  | 8                   | 1                  | 1                   | 0                  |
| <i>R. aculeata</i>        | 18               | 22             | 19                  | 3                   | 0                  | 1                   | 0                  |
| <i>R. nitida</i>          | 13               | 4              | 3                   | 1                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>M. elaeodendroides</i> | 10               | 3              | 4                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>M.Tinctoria</i>        | 9                | 4              | 8                   | 2                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>G. tomentosa</i>       | 8                | 2              | 6                   | 4                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>H. cubense</i>         | 4                | 5              | 13                  | 5                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>H. mancinella</i>      | 4                | 0              | 2                   | 10                  | 2                  | 0                   | 0                  |
| <i>I. vara</i>            | 4                | 5              | 0                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>E. monticola</i>       | 3                | 3              | 2                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>C. guianensis</i>      | 2                | 5              | 5                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>B. simaruba</i>        | 2                | 3              | 2                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>P. filifolia</i>       | 2                | 12             | 16                  | 0                   | 1                  | 1                   | 0                  |
| <i>G. obtusata</i>        | 1                | 2              | 1                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>C. winterana</i>       | 0                | 0              | 1                   | 0                   | 0                  | 0                   | 1                  |
| <i>B. buceras</i>         | 0                | 6              | 6                   | 6                   | 1                  | 2                   | 0                  |
| <i>C. elliptica</i>       | 0                | 11             | 14                  | 2                   | 1                  | 0                   | 0                  |
| <i>M. bijugatus</i>       | 0                | 0              | 2                   | 0                   | 0                  | 2                   | 0                  |
| <i>T. patentinervis</i>   | 0                | 5              | 6                   | 2                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>C. erectus</i>         | 0                | 2              | 4                   | 2                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>T. pulverulentum</i>   | 0                | 0              | 0                   | 0                   | 1                  | 0                   | 0                  |
| <i>J. aculeata</i>        | 0                | 1              | 2                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>B. microphylla</i>     | 0                | 2              | 1                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>A. lebeck</i>          | 0                | 1              | 0                   | 1                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>G. Hymenifolia</i>     | 0                | 0              | 3                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>A.cubense</i>          | 0                | 0              | 2                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>D. crassinervis</i>    | 0                | 2              | 1                   | 0                   | 0                  | 0                   | 0                  |
| <i>D. nudiflorus</i>      | 0                | 0              | 0                   | 0                   | 0                  | 1                   | 0                  |

Anexo 5. Índice de valor importancia ecológicas de las especies

| <b>Especies</b>           | <b>FR</b> | <b>AR</b> | <b>DmR</b> | <b>IVI</b> |
|---------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| <i>P. brasiliensis</i>    | 5,35      | 17,33     | 39,27      | 20,65      |
| <i>C. cynophallophora</i> | 9,8       | 9,3       | 10,7       | 9,9        |
| <i>V. farnesiana</i>      | 5,57      | 12,65     | 7,95       | 8,72       |
| <i>G. officinale</i>      | 5,12      | 6,43      | 8,39       | 6,65       |
| <i>C. sulcata</i>         | 4,68      | 3,66      | 4,72       | 4,35       |
| <i>A. elemifera</i>       | 3,56      | 6,47      | 0,60       | 3,54       |
| <i>S. fimbriatus</i>      | 4,68      | 5,63      | 0,00       | 3,44       |
| <i>E. havanense</i>       | 3,34      | 6,25      | 0,38       | 3,32       |
| <i>A. underwoodii</i>     | 4,45      | 3,14      | 0,00       | 2,53       |
| <i>R. aculeata</i>        | 2,67      | 1,94      | 2,76       | 2,46       |
| <i>P. filifolia</i>       | 3,56      | 1,17      | 1,81       | 2,18       |
| <i>A. oligostemon</i>     | 3,12      | 2,43      | 0,20       | 1,92       |
| <i>H. cubense</i>         | 3,34      | 0,99      | 1,22       | 1,85       |
| <i>C. winterana</i>       | 0,22      | 0,06      | 5,11       | 1,80       |
| <i>H. mancinella</i>      | 1,34      | 0,65      | 2,71       | 1,56       |
| <i>B. buceras</i>         | 0,22      | 0,65      | 3,79       | 1,55       |
| <i>C. elliptica</i>       | 2,67      | 0,89      | 0,99       | 1,52       |
| <i>R. spinifex</i>        | 2,67      | 1,20      | 0,59       | 1,49       |
| <i>B. grandiceps</i>      | 2,23      | 1,57      | 0,20       | 1,33       |
| <i>I. tuba</i>            | 2,45      | 1,54      | 0,00       | 1,33       |
| <i>M. cnide</i>           | 2,67      | 1,26      | 0,00       | 1,31       |
| <i>S. glutinosa.</i>      | 1,78      | 2,09      | 0,00       | 1,29       |
| <i>Rauvolfia nitida</i>   | 2,23      | 0,74      | 0,37       | 1,11       |
| <i>O. vulgaris</i>        | 2,00      | 1,02      | 0,00       | 1,01       |
| <i>M. Tinctoria</i>       | 1,56      | 0,77      | 0,61       | 0,98       |
| <i>G. tomentosa</i>       | 1,11      | 0,71      | 1,00       | 0,94       |
| <i>M. bijugatus</i>       | 0,22      | 0,12      | 2,46       | 0,93       |
| <i>N. cochenillifera</i>  | 1,56      | 0,80      | 0,00       | 0,79       |
| <i>M. elaeodendroides</i> | 1,56      | 0,52      | 0,15       | 0,74       |
| <i>C. guianensis</i>      | 1,56      | 0,40      | 0,26       | 0,74       |
| <i>C. hirsutus</i>        | 0,89      | 1,29      | 0,00       | 0,73       |
| <i>N. auberi</i>          | 1,34      | 0,74      | 0,00       | 0,69       |
| <i>T. patentinervis</i>   | 0,89      | 0,43      | 0,58       | 0,64       |
| <i>L. reticulata</i>      | 0,67      | 1,20      | 0,00       | 0,62       |
| <i>A. cristata</i>        | 0,89      | 0,92      | 0,00       | 0,60       |
| <i>P. dulce</i>           | 1,34      | 0,34      | 0,04       | 0,57       |
| <i>C. erectus</i>         | 0,89      | 0,43      | 0,31       | 0,54       |
| <i>L. alba</i>            | 0,89      | 0,55      | 0,00       | 0,48       |
| <i>D. nudiflorus</i>      | 0,22      | 0,03      | 1,07       | 0,44       |
| <i>B. arborescens</i>     | 0,67      | 0,37      | 0,25       | 0,43       |
| <i>B. simaruba</i>        | 0,67      | 0,22      | 0,10       | 0,33       |
| <i>E. monticola</i>       | 0,45      | 0,28      | 0,13       | 0,28       |

| <b>Especies</b>         | <b>FR</b>  | <b>AR</b>  | <b>DmR</b> | <b>IVI</b> |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>T. pulverulentum</i> | 0,22       | 0,03       | 0,53       | 0,26       |
| <i>J. aculeata</i>      | 0,45       | 0,06       | 0,09       | 0,20       |
| <i>A. diatrypa</i>      | 0,45       | 0,06       | 0,05       | 0,19       |
| <i>B. microphylla</i>   | 0,45       | 0,06       | 0,03       | 0,18       |
| <i>A. lebbeck</i>       | 0,22       | 0,06       | 0,25       | 0,18       |
| <i>G. hymenifolia</i>   | 0,22       | 0,12       | 0,18       | 0,17       |
| <i>A. cubense</i>       | 0,22       | 0,09       | 0,08       | 0,13       |
| <i>G. obtusata</i>      | 0,22       | 0,12       | 0,04       | 0,13       |
| <i>D. crassinervis</i>  | 0,22       | 0,09       | 0,07       | 0,13       |
| <i>D. cinerea</i>       | 0,22       | 0,09       | 0,03       | 0,11       |
| <b>Total</b>            | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |