



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

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

Mención Manejo de Bosque

Título: Propuesta de restauración ecológica de un matorral xeromorfo costero y subcostero de la franja sur de Guantánamo

Autor: Ing. Illovis Fernández Betancourt

Guantánamo, 2019



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

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

Mención Manejo de Bosque

Título: Propuesta de restauración ecológica de un matorral xeromorfo costero y subcostero de la franja sur de Guantánamo

Autor: Ing. Illovis Fernández Betancourt

Tutor: Ing. José Luis Rodríguez Sosa, Dr. C.

Cootutor: Ing. Yuris Rodríguez Matos Dr. C.

Guantánamo, 2019

AGRADECIMIENTOS

- ❖ *A mis familiares en especial mis hijos Marla y Ernesto, esposo Ricardo, mi madre Arsenia y mi padre Ernesto que siempre me han dado fuerza para continuar superándome en la vida, por apoyarme incondicionalmente y darme siempre su infinito amor.*
- ❖ *A mis tutores Dr. C. Yuris Rodríguez Matos y Dr. C. Jose Luis Rodríguez Sosa por todo su apoyo incondicional, asesoría, conocimientos y apreciable amistad.*
- ❖ *A mi amigo Albaro Blanco por su ayuda incondicional.*
- ❖ *A la profesora Dr. C. Milagros Cobas y su familia por su contribución a mi formación académica y científica, por su apoyo incondicional en toda mi vida de estudiante y profesional.*
- ❖ *Al claustro de profesores que contribuyeron en mi formación y preparación en la temática de Ciencias Forestales.*
- ❖ *A mis compañeros de trabajo del Instituto de suelos, UCTB Guantánamo, Marianela, Abel, Jorge, Yanisleydis, Omar, Roberto, Dania.*
- ❖ *A los compañeros de la Empresa Agroforestal Imías especialmente de la Unidad Silvícola de Cajobabo, por las facilidades brindadas para la toma de la información y por la atención que han prestado a cada resultado obtenido.*
- ❖ *A todos mis compañeros de la maestría en Ciencias Forestales en especial, Ibiam, Ignacio, Madeleine, Adonis, Yanara, Virgen, por el apoyo prestado.*
- ❖ *A todos los amigos que animaron mis sueños durante todo el tiempo, yurestmi Enidia, Jessica, Karelia, Kenia, Gisel, Yuris, Alexander.*
- ❖ *A todos los que de una forma u otra han hecho posible la realización de este trabajo.*
- ❖ *A la Revolución Cubana.*

A todos muchas gracias.

La autora

DEDICATORIA

- ❖ *A los amantes de la naturaleza,*
- ❖ *A mi madre Arsenia Betancourt, a quien debo mucho más que la vida,*
- ❖ *A mi padre Ernesto Fernández, a quien debo mucho más que la vida también,*
- ❖ *A mis hijos Marla Gómez Fernández y Ernesto Ricardo Gómez Fernández que son el motor de mi vida.*
- ❖ *A mi esposo Ricardo Gómez García por su amor, cariño y apoyo para concluir esta tesis.*
- ❖ *A mis compañeros de trabajo que me han apoyado para la realización de este trabajo.*
- ❖ *al amigo y a la amiga, tesoros sagrados.*

Pensamiento

“El respeto y amor a la naturaleza de la Patria, sólo se pueden despertar a través de mejores conocimientos de ésta. Este conocimiento no es sólo un mecanismo de educación general, sino el fundamento para crear las bases de una conciencia nacional de protección a la naturaleza.”

Johannes Bisse (1988)

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el matorral xeromorfo costero y subcostero, en “El Rosal” del Consejo popular “La Chivera” en la franja costera sur de Guantánamo, en el periodo enero 2016 hasta octubre de 2018, con el objetivo de establecer, una propuesta de restauración ecológica. Se caracterizó la diversidad florística, a través de la diversidad beta, por un análisis de conglomerados y alfa por abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa para la determinación del Índice de Importancia Ecológica, también se determinó el estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero y se elaboró una propuesta de restauración ecológica. El inventario arrojó un total de 15 especies pertenecientes a 10 géneros y 9 familias, donde las especies de mayor importancia ecológica *Leucaena leucocephala* L., y *Guaiacum officinale* L. El estado de conservación del área fue evaluado de poco conservado, por lo que se propone la restauración ecológica, través de la regeneración natural, enriquecimiento del bosque con especies nativas *Guaiacum officinale* L., *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Lysiloma sabicu* Benth. y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth, por su capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas.

Palabras clave: restauración, estado de conservación y matorral xeromorfo, especie.

Synthesis

The work was developed in the coastal and subcostero xeromorphic scrub, in "El Rosal" of the Popular Council of "La Chivera" in the southern coastal strip of Guantánamo, from January 2016 to October 2018, with the aim of establishing a proposal for restoration ecological. The floristic diversity was characterized, through the beta diversity, by an analysis of conglomerates and alpha by relative abundance, relative frequency and relative dominance for the determination of the Ecological Importance Index, the state of conservation of the coastal xeromorphic shrub was also determined. subcostero and a proposal for ecological restoration was elaborated. The inventory yielded a total of 15 species belonging to 10 genera and 9 families, where the species of greatest ecological importance were *Leucaena leucocephala* L., and *Guaiacum officinale* L. The conservation status of the area was evaluated as not very conserved, so that ecological restoration is proposed, through natural regeneration, enrichment of the forest with native species *Guaiacum officinale* L., *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Lysiloma sabicu* Benth., y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., For their ability to adapt to edaphoclimatic conditions.

Key words: restoration, state of conservation, xeromorph scrub, species.

ÍNDICE

Nº	TÍTULO	Pág.
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Diversidad biológica	5
2.2	Evaluación de la biodiversidad.....	5
2.2.1	Diversidad Beta.....	6
2.2.2	Diversidad alfa.....	7
2.3	Estudio de la estructura de la vegetación.....	8
2.3.1	Composición florística.....	8
2.3.2	Estructura horizontal.....	9
2.3.3	Estructura vertical.....	10
2.4	Bosque.....	11
2.4.1	Bosques secos.....	11
2.4.2	Bosque siempreverde micrófilo costero y subcostero.....	12
2.4.3	Matorral xeromorfo costero y subcostero.....	12
2.5	Estado de conservación de la diversidad biológica.....	13
2.6	Restauración ecológica.....	14
2.6.1	Restauración ecológica, conceptos.....	17
2.6.2	Estrategias para la recuperación de ecosistemas degradados.....	18
2.7.	Franja costera sur de Guantánamo.....	19
2.7.1	La Red Hidrográfica.....	20
2.7.2	Clima.....	20
2.7.3.	Recurso suelo.....	21
2.7.4.	Recurso Forestal.....	21
2.7.5.	Biodiversidad.....	21
III	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1	Caracterización del área de investigación.....	23
3.1.1	Ubicación del área de trabajo.....	23
3.1.2	Características climáticas.....	24
3.1.3	Características edáficas.....	25
3.2	Caracterización de la diversidad florística del matorral xeromorfo	25

	costero y subcostero.....	
3.2.1	Metodología utilizada para el inventario florístico.....	25
3.2.2	Diversidad beta (β)	26
3.3	Diversidad alfa (α)	27
3.3.1	Índices de riqueza.....	27
3.3.2	Estructura horizontal	29
3.3.3	Estructura diamétrica del bosque.....	30
3.3.4	Estructura vertical.....	31
3.3.5	Regeneración natural	31
3.4	Determinar el estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero	31
3.5	Elaboración una propuesta de restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero	32
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1	Caracterización de la diversidad florística del matorral xeromorfo costero y subcostero	36
4.1.1	Validación del inventario florístico.....	36
4.2	Diversidad beta	36
4.3	Diversidad alfa.....	40
4.3.1	Estructura Horizontal.....	42
4.3.2	Distribución por clases diamétricas.....	44
4.3.3.	Índices de diversidad.....	45
4.3.4	Estructura Vertical.....	47
4.3.5	Regeneración natural.....	47
4.4	Análisis de las variables del estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero.....	49
4.5	Propuesta de restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero.....	52
V	CONCLUSIONES.....	68
VI	RECOMENDACIONES.....	69

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques representan una fuente de alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas. Además de ayudar a responder al cambio climático y proteger los suelos y el agua, albergan más de tres cuartas partes de la biodiversidad terrestre mundial, proporcionan numerosos productos y servicios que contribuyen al desarrollo socioeconómico y son particularmente importantes para cientos de millones de moradores de las zonas rurales, entre los que se cuentan muchas de las personas más pobres del mundo (FAO, 2018).

Se estima que la superficie de bosques existente en el mundo es de alrededor de 3 millones 999 mil hectáreas, con un 95% de bosques naturales y apenas un 5% de plantaciones. La deforestación tropical y la degradación de los mismos en muchas zonas afectan negativamente la disponibilidad de productos forestales. Si bien en los países desarrollados el índice de boscosidad se ha estabilizado y en conjunto ha experimentado un ligero aumento, la deforestación ha continuado con énfasis en los países en desarrollo.

La situación forestal internacional revela que actualmente los recursos forestales vienen siendo destruidos a un ritmo acelerado, ya que 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. Los niveles más altos de deforestación se presentaron en Sudamérica, con 4,3 millones de hectáreas al año, seguido por África con cuatro millones de hectáreas al año (FAO, 2018).

La diversidad vegetal de Cuba es impresionante, por un lado, el número de plantas vasculares alcanza unas 7 020 especies, de estas aproximadamente 6 000 son plantas con flores, con un 50% de endemismo; por otro lado, la vegetación exhibe cerca de 30 tipos distintos de formaciones vegetales, lo cual hace que el archipiélago cubano se incluya en una de las zonas claves (—hotspotll) de biodiversidad en el planeta (Berazaín *et al.*, 2005).

La pérdida y fragmentación de los hábitats, unido a las especies invasoras y los efectos del cambio climático, se consideran entre las mayores amenazas a la diversidad biológica en Cuba. Esta pérdida de cobertura boscosa provocó la

extinción y el deterioro de muchas poblaciones de plantas y animales (Mancina y Cruz, 2017).

La provincia Guantánamo no está exenta de esta situación, tal es el caso de la zona costera sur, donde los bosques son escasos y ralos, situación ocasionada por la tala indiscriminada de años anteriores para la construcción de naves, casas y muebles; la expansión de la ganadería y la utilización de leña para la industria azucarera, usos domésticos y artesanales (Urquiza, 2003).

Esta zona debido a su topografía presenta una situación marcadamente diferente, por estar gran parte de esta, formada por colinas cubiertas de matorrales xerofíticos, dedicados principalmente para el pastoreo bajo un sistema de explotación extensiva, cuyas posibilidades de rotación resultaba limitado por los recursos financieros disponibles (Limeres *et al.*, 2015), situación por la cual ha sido identificada en el Programa Nacional Contra la Desertificación y la Sequía como una de las nueve áreas amenazadas (Urquiza *et al.*, 2003)

Por las propias características naturales de sequedad de estas tierras, los bosques no parecen haber sido exuberantes, destacándose como vegetación de mayor extensión el matorral xeromorfo costero y subcostero, caracterizado por su alta riqueza florística y difícil acceso por ser muy espinosa (Figueredo *et al.*, 2012, Figueredo y Reyes, 2015).

Con relación a este tipo de vegetación Figueredo y Reyes (2015) resaltaron la necesidad de establecer acciones de conservación, pues a nivel nacional, constituye uno de los hábitats de máxima prioridad, debido a que la disminución experimentada por las terrazas costeras (aproximadamente un 8,8 %), ecosistema que está muy degradado o destruido, y ha perdido sus mecanismos de regeneración, por lo que es necesario asistirlos para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación (Vargas, 2011).

Los ecosistemas litorales se consideran Zonas Ecológicamente Sensibles, por lo que deben ser una prioridad en los programas de manejo, que a su vez es una de las metas del programa Nacional de la Diversidad Biológica (Vales *et al.*, 1998 y CITMA, 2015).

Una alternativa para recuperar estas áreas degradadas, lo constituye la restauración ecológica, que no es más que el proceso de apoyar la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004 citado por Murcia y Guariguata, 2014); de las condiciones ambientales (vegetación, flora, fauna, agua y suelo), del ecosistema perturbado (Aronson *et al.*, 2007), contribuyendo así al aumento de su resiliencia (Lamb *et al.*, 2011).

En este proceso se trata no solo de rescatar especies, sino recuperar las interacciones y procesos ecológicos donde estas están relacionadas entre sí con el medio abiótico (Jiménez *et al.*, 2002), devolviéndole en el tiempo su estructura, composición, diversidad y funcionamiento, de la manera más cercana a su estado original.

Las técnicas de conservación se consideran como la más efectiva para lograr mediante acciones artificiales, recuperar los ecosistemas degradados hasta lo más cercano a las condiciones originales, ya que esta presupone el uso de especies propias del ecosistema y está dirigida a la recuperación de hábitats locales o territoriales, su diversidad, abundancia, dinámica y características fisonómicas (Matos y Ballate, 2006).

Teniendo en cuenta los elementos planteados con anterioridad se define como:

Problema:

¿Cómo contribuir a la restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero en la franja sur de Guantánamo?

Objeto de Estudio

El matorral xeromorfo costero y subcostero de la franja sur de Guantánamo.

Hipótesis

Si se caracteriza la diversidad florística, se determina el estado de conservación y se elabora una propuesta de restauración ecológica, entonces se podría contribuir a la restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero en la franja sur de Guantánamo.

Campo de acción

Ecología del matorral xeromorfo costero y subcostero.

Objetivo general

Establecer una propuesta de restauración ecológica de un matorral xeromorfo costero y subcostero de la franja sur de Guantánamo.

Objetivos específicos

- Caracterizar la diversidad florística del matorral xeromorfo costero y subcostero.
- Determinar el estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero.
- Elaborar una propuesta de restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Diversidad biológica

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).

Nichols (2003) citado por Leyva (2018) destaca que 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.

La biodiversidad, o diversidad biológica se puede definir como el número de especies presentes en una localidad o región dada (Zachos y Habel, 2011). Particularmente en los trópicos, que albergan la mayor biodiversidad del planeta, las acciones del hombre han provocado su declive y la reducción de la integridad ecológica de los ecosistemas (Dirzo y Raven, 2003 citado por Cruz *et al.*, 2017).

2.2. Evaluación de la biodiversidad

Medir la biodiversidad es importante porque sus medidas permiten describir la composición, estructura y complejidad de las comunidades inventariadas, realizar comparaciones entre sitios y apoyar estrategias de manejo y conservación de la biota. De igual forma, existen métricas que permiten evaluar la magnitud y direccionalidad de los cambios en las comunidades biológicas, dentro y entre diferentes sitios, producto de la acción del hombre sobre los

ecosistemas (e. g. fragmentación, cambios en el uso de la tierra, introducciones de especies) o fenómenos naturales (e. g. huracanes) (Magurran y McGill, 2011).

No obstante, es importante aplicar medidas e índices adecuados que permitan entender los cambios en la biodiversidad. Para estudiar la biodiversidad en un sitio es importante determinar la escala geográfica y la heterogeneidad del paisaje, para asociarla a las medidas de la diversidad alfa, beta y gamma.

Mostacedo y Fredericksen (2000) destacan que los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos de vegetación, dentro de estos se encuentran.

2.2.1 Diversidad beta

La diversidad β puede conceptualizarse como el grado de variación en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Estas similitudes o diferencias pueden estar basadas en datos de presencia-ausencia o de abundancia proporcional o relativa (Cruz *et al.*, 2017).

La diversidad beta es una medida de disimilitud entre la composición de muestras diferentes, los cambios en la composición resultan de dos componentes: el reemplazo de especies (una especie es sustituida por otra especie) y la diferencia de riqueza de especies (diferencia absoluta entre el número de especies entre muestras) (Cruz *et al.*, (2017).

2.2.2. Diversidad alfa

Una forma más sencilla de evaluar la diversidad alfa, es con el número de especies de una comunidad (riqueza específica), donde es altamente dependiente del tamaño de la muestra. El número de especies detectadas variará en dependencia del esfuerzo de muestreo y del tamaño de la muestra; lo primero depende más del método y el segundo del espacio o área de estudio. Estos aspectos se deben tener en cuenta cuando se desea comparar la riqueza de especies entre dos o más localidades. Una de las maneras de solucionar lo anterior es emplear el mismo esfuerzo de muestreo en las áreas que se desean comparar. Sin embargo, esto puede ser difícil debido a restricciones metodológicas o de personal (Moreno *et al.*, 2011).

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, productividad, etc.) (Moreno, 2001).

La riqueza de especie o la riqueza específica (S) es la forma más sencilla para 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 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 según Moreno (2001).

1. **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).
2. **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).
3. **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).

2.3. Estudio de la estructura de la vegetación

La estructura de la vegetación, la diversidad de especies y los procesos de los ecosistemas han sido identificados como componentes esenciales para la persistencia a largo plazo de los sistemas naturales (Ruíz-Jaén y Aide, 2005) citado por Jiménez (2012).

El conocimiento de la estructura de la vegetación nos proporciona información sobre aquellas especies más susceptibles a los disturbios en una región determinada (Ramírez-Marcial *et al.*, 2001) y nos ayuda a predecir patrones sucesionales Jones *et al.*, (2004) citado por Jiménez (2016).

El estudio de la composición, estructura y dinámica de un bosque representa un paso inicial para su conocimiento, pues asociado a ese conocimiento puede ser construida una base teórica que sustente la conservación de los recursos genéticos, la conservación de áreas similares y la recuperación de estas, siendo el punto de partida para la adecuación de criterios y métodos de conservación y recuperación (Araujo *et al.*, 2009).

2.3.1. Composición florística

La composición de un bosque está determinada tanto por los factores ambientales: posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies. Además entre los factores más importantes que influyen en la composición florística del bosque, ligados a la dinámica de bosque y a la ecología de las especies que lo conforma, están el tamaño y la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas (Louman, 2001).

Según Lamprecht (1990), la composición florística de los bosques según el estado sucesional, se expresa por medio del índice de Shannon, para las diferentes poblaciones de fustales, latizales y brinzales. La tendencia del incremento de este índice se refleja conforme aumenta la edad del bosque, situación que es de esperar, ya que un número mayor de especies se hacen

presentes conforme el bosque se hace más maduro y alcanza fases homeostáticas en el proceso de sucesión.

2.3.3. Estructura horizontal

Las condiciones de suelo y del clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta. Cambios en estos factores pueden causar cambios en la estructura, los cuales pueden ser intrínsecos a los procesos dinámicos del bosque (Louman, 2001).

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 influenciado 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 (Clark, 1998) citado por Rodríguez, (2015).

La **frecuencia** se entiende como la posibilidad de encontrar un árbol de una determinada especie, al menos una vez, en una unidad de muestreo. Se expresa como el porcentaje de unidades de muestreo en las que se encuentra el árbol en relación al número total de unidades de muestreo (Melo y Vargas, 2003).

La **abundancia** es el número de individuos que posee una especie en un área determinada. Cuando se refiere al número de individuos por especie corresponde a la abundancia absoluta y cuando es el porcentaje de individuos de cada especie con relación al número total de individuos del ecosistema se habla de abundancia relativa (Melo y Vargas, 2003).

La **dominancia**, también denominada grado de cobertura de las especies, es la proporción del terreno o área basal ocupada por el fuste de un árbol de una especie en relación con el área total (Melo y Vargas, 2003).

Como el estudio de la frecuencia, abundancia y dominancia de las especies no siempre reflejan un enfoque global de la vegetación, se utiliza el método propuesto por Lamprecht (1990) el cual consiste en calcular la sumatoria de la frecuencia, abundancia y dominancia, de forma que sea posible comparar el

peso ecológico de cada especie dentro de un bosque determinado. A esto se le conoce como **el Índice de Valor de Importancia (IVI)**.

El análisis de cada uno de los parámetros que constituyen el IVI permite formarse la idea sobre un determinado aspecto de la estructura del bosque. En forma aislada este análisis sólo suministra información parcial del bosque, donde lo ideal es combinar las variables en una u otra forma para llegar a una sola expresión sencilla que abarque el aspecto estructural en su conjunto y así lograr una visión integral del bosque (Moreno, 2001).

2.3.4. Estructura vertical

Se define como la distribución de los individuos a lo alto del perfil. Esta distribución responde a las características de las especies que la conforman y a las condiciones microclimáticas que varían al moverse de arriba abajo en el perfil: radiación, temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y concentración de CO₂ (Moreno, 2001).

Los estratos que se refieren a la compleja superposición de capas de las copas de árboles y arbustos, están definidos por diferentes condiciones microambientales y están conformados por agrupaciones de individuos que han encontrado un lugar adecuado para satisfacer sus necesidades energéticas y expresan plenamente su modelo arquitectural; no se consideran dentro del perfil los individuos que están de paso hacia niveles superiores. El bosque tropical está dividido usualmente en tres estratos, conocido el primero como estrato superior, luego el estrato medio y el estrato inferior (Lamprecht, 1990).

2.4. Bosque

La denominación bosque incluye bosques naturales y plantaciones forestales. Con este término se designa la tierra con una cubierta de copas de más del 10 por ciento y una superficie superior a 0,5 ha. Los bosques están determinados por la presencia de árboles y la ausencia de otros usos predominantes de la tierra. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 metros. Se incluyen en la categoría de bosque los rodales jóvenes en los que todavía no se ha alcanzado una densidad de cubierta de copas del 10% o una altura de

los árboles de 5 metros, así como las zonas temporalmente desarboladas (FAO, 2010).

El mismo autor plantea que el término incluye bosques utilizados con fines de producción, protección, usos múltiples o conservación (bosques en parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas), así como los rodales forestales en tierras agrícolas (cortavientos o fajas protectoras de árboles con una anchura de más de 20 metros) y plantaciones de caucho y rodales de alcornoque, también que el término excluye específicamente los rodales de árboles establecidos principalmente para la producción agrícola, por ejemplo plantaciones de árboles frutales y se excluyen también los árboles plantados en sistemas agroforestales.

2.4.1. Bosques secos

Las formaciones Charrascal y Cuabal son montes xerofíticos, desarrollados sobre suelos esqueléticos originados a partir de rocas ultrabásicas, la diferencia entre ambos consiste en que en la primera hay una ausencia casi total de palmas, sobre todo del género *Coccothrinax* y de especies espinosas, así como una extensión por toda la vegetación del tibisí (*Arthrostylidium* sp) y se encuentra la formación exclusivamente en la región oriental y en el macizo montañoso del noroeste de esta región por encima de los 900 metros sobre nivel del mar, que en lugar de los Montes nublados poseen una vegetación del tipo Charrascal, debido a que los suelos muy rocosos no permiten el desarrollo de una vegetación cerrada y a que actúan sobre ellos, además, los vientos fuertes como factor secante (Álvarez y Mercadet, 2012).

La formación Xerofítico típico se localiza cerca de las costas y bajo la influencia de los vientos marítimos, que por su fuerza y velocidad, causan un efecto secante sobre el ambiente, el suelo es por esquelético, en especial si se encuentra en regiones de rocas calizas, donde se a desarrollado una estructura cársica, y su mayor desarrollo ocurre en la costa sur del región oriental, donde las montañas altas evitan el acceso de los vientos húmedos del noroeste y causan un clima seco local (Álvarez y Mercadet, 2012).

2.4.2. Bosque siempreverde micrófilo costero y subcostero

En zonas costeras y subcosteras de Cuba oriental, desde Manzanillo hasta Pilón y de Santiago de Cuba hasta Maisí, al sur de Cuba central entre la Bahía de Cochinos y Trinidad, en la costa norte des Nuevitas hasta Banes y en la cayería norte. Las precipitaciones presentan valores de 800 a 1000 mm anuales y la estación seca comprende de siete a nueve meses, los suelos son poco desarrollados y predominan las rendzinas costeras y los pardo carbonatados (Capote y Berazaín, 1984).

Los árboles presentan hojas de aproximadamente 1 a 6 cm de longitud, muchas especies son espinosas en los troncos o en las hojas; con dos estratos arbóreos, el superior de 12-15 m y el inferior de 5-10 m. También los mismos autores plantean que en este tipo de bosque se encuentran varias especies de palmas de los géneros *Coccothrinax* y *Thrinax*, así como especies de *Capparis*, *Belairia*, *Colubrina*, *Gochnatia*, *Erythroxylon*, y *Pithecellobium*; entre los arbustos se encuentran algunas Cactáceas columnares (*Leptocereus*) y arborescentes como *Dendrocereus nudiflorus* Engl, ocasionalmente se encuentran especies de agave en la parte herbácea (Capote y Berazaín, 1984).

2.4.3. Matorral xeromorfo costero y subcostero

Matorral xeromorfo costero y subcostero: se encuentra en las áreas más secas de costas abrasiva con rocas carbonatadas, se desarrolla por lo general sobre el carso desnudo o casi totalmente desnudo con una delgada capa de rendzina roja o pardo-rojiza, a medida que aumenta el espesor de la rendzina y el porcentaje de carso cubierto, el matorral de hace más alto para pasar progresivamente al bosque siempreverde microfilo (Capote y Berazaín, 1984).

Los mismos autores, plantean que existe un tipo de este matorral en el área comprendida entre Guantánamo y Maisí (primera y segunda terrazas), que es considerada como un matorral semidesértico por encontrarse en la zonas de menor pluviosidad del país, con precipitaciones anuales entre 300-600 mm y una estación seca de 9-11 meses, la primera terraza posee suelos arenosos que permiten el desarrollo de un matorral muy rico en cactáceas columnares

como *Ritterocereus*, *Pilosocereus* y *Guaiacum officinale* (Guayacán), *Phyllostylon brasiliensis* (Jatía).

2.4. Estado de conservación de la diversidad biológica

El estado y conservación de la diversidad biológica garantizan servicios y beneficios insustituibles en relación con el suministro, regulación y desarrollo de los recursos naturales, así como en lo relativo a la cultura, la recreación, la religión y otros, como elementos básicos para alcanzar el bienestar humano (Capote, 2018).

La pérdida de biodiversidad es una situación actual que por su magnitud, ha generado una enorme crisis mundial, razón por la cual constituye uno de los problemas ambientales más serios y urgentes a resolver. Con relación a este fenómeno, la Organización de Naciones Unidas para la alimentación destaca las actividades humanas entre las causas principales que la provocan, dentro de las que resalta las actividades agropecuarias, la destrucción y la fragmentación de ambientes naturales, la sobreexplotación de recursos, la contaminación y la introducción de especies (FAO, 2018).

En el caso de Cuba, las principales amenazas que afectan el estado de conservación de la flora cubana están asociadas a las actividades humanas, destacándose las introducciones de especies exóticas como la principal amenaza a la biodiversidad vegetal (Gonzales *et al.*, 2016), hecho que se corresponde con la presencia en el territorio nacional de 337 especies de plantas invasoras, de las cuales 191 muestran un comportamiento transformador de los ecosistemas (Oviedo *et al.*, 2015).

González *et al.*, (2012) hacían una alerta del peligro que constituían las invasiones biológicas sobre la flora cubana; sin desconocer que estas constituyen la segunda causa de extinción de especies a nivel mundial y que su acción 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

Por otro lado Capote *et al.*, (2006) destacan a la fragmentación como la tercera causa de amenaza de la flora cubana; elemento que reafirman lo referido con anterioridad sobre la clasificación de alta a media dada a la fragmentación de la cobertura vegetal natural y seminatural.

A nivel mundial existen esfuerzos para determinar el grado de amenaza o estado de conservación que presentan las especies vegetales, en función de diversos factores, como es el caso de la Evaluación y Categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica realizado por Estrada *et al.*, (2005).

Otros resultados han sido publicados con relación a este tema, como evaluación del estado la conservación del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador (Aguirre, 2017), así como la propuesta de prioridades para la conservación de la diversidad vegetal de las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao (Figueredo, 2016).

En nuestro país resaltan los resultados obtenidos por Leyva *et al.*,(2018) quienes determinaron el Estado de conservación de la vegetación del bosque semidecíduo micrófilo en la Reserva Ecológica de Baitiquirí, el cual clasificaron de regular, y enunciaron la estructura del bosque y la problemática socio-ambiental.

2.6. Restauración ecológica

A nivel internacional se considera que la disciplina de la Restauración Ecológica (RE) nace, en lo formal, entre los años 1987-89, específicamente en enero de 1988 con la creación en Wisconsin (USA) de la Sociedad de Restauración Ecológica y Manejo (SERM), la cual posteriormente pasa a llamarse SER. Diecisiete años después, el año 2005, nace REDLAN (Red Latinoamericana de RE) en Valdivia, Chile (Echeverría *et al.*, 2015), la cual agrupaba iniciativas en RE de varios países en América Latina. Posteriormente en el año 2007, nace en CUBA, RIACRE (Red Iberoamericana y del Caribe de RE). Ambas instituciones se fusionan en el 2013 en Colombia, dando nacimiento a SIACRE (Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica).

Actualmente, en América Latina hay siete redes de RE en seis países; dos en Brasil, y una en México, Cuba, Colombia, Argentina y Chile (Echeverría *et al.* 2015). En Latinoamérica, Colombia y Brasil son los países que muestran el mayor avance y desarrollo en el ámbito de la RE, ambos cuentan con planes nacionales terminados o en proceso de terminarse (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). En el caso de Argentina y Ecuador

están en la etapa de formulación de su Plan Nacional de RE (Smith *et al.*, 2015)

En Cuba también ha avanzado en el desarrollo de la restauración ecológica ya que se cuenta con Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica 2016 – 2020 y se recoge en los objetivos estratégicos y en la meta 14 “Favorecer la restauración y conservación de los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales para todos. Se disminuye la degradación de hábitats, ecosistemas y paisajes, mediante la restauración /rehabilitación de ecosistemas, la reducción de la fragmentación, el incremento de la resiliencia, el mejoramiento de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y la adaptación y mitigación del cambio climático” (CITMA, 2015).

La restauración ecológica es una disciplina que integra una diversidad de aspectos que incluyen los biológicos, sociales, económicos y políticos (Clewell y Aronson 2013). La degradación o transformación de los ecosistemas está motivada por problemas sociales, económicos o políticos, y tiene manifestaciones biológicas.

Por lo tanto, es importante trabajar de forma holística en esos cuatro frentes para asegurarse que se corrigen tanto las manifestaciones del problema como sus motores principales; de lo contrario, es posible que el proyecto no sea sostenible a mediano o largo plazo (Clewell y Aronson, 2013). El sesgo en el monitoreo y planeación de los proyectos hacia los aspectos biológicos, en detrimento de los otros aspectos sugiere que la comunidad de restauración ecológica aun no ha llega al punto de interdisciplinariedad necesaria. Es fundamental asegurar que haya una participación de profesionales de varias disciplinas que logren un balance y una visión holística de los proyectos.

Por otra parte, el monitoreo participativo es, tal vez, una de las mejores formas de acercar las comunidades a proyectos de esta índole. Esto contribuye a que los actores locales desarrollen un sentido de pertenencia, donde observen y cuantifiquen los cambios generados por las acciones de restauración en sus propias condiciones de vida, idealmente, deriven ingresos adicionales que contribuyan a mejorar sus condiciones económicas (Aguilar y Ramírez, 2015).

En Cuba hay que continuar trabajando, desde el punto de vista metodológico y práctico en este tipo de trabajo; los aportes hechos hasta el momento, en su mayoría son teóricos, aislados y en muchos casos no se

obtuvieron los resultados que se esperan de una restauración. Se ha utilizado la reforestación (plantación mono específica) o la rehabilitación (utilizando especies exóticas), para recuperar áreas naturales degradadas. Algunos ejemplos son los casos de rehabilitación de las minas de Moa-Niquero, la cuenca del río Cauto y la gran cantidad de terrenos reforestados en toda la isla con Eucalipto, Pino, Casuarina u otras especies maderables introducidas, así como con mangle rojo en zonas costeras (Matos y Ballate, 2006).

Una de las experiencias más exitosas y que se acerca a la técnica de restauración ecológica, es el trabajo realizado en la creación de algunos tipos de vegetación nativa de Cuba, en áreas del Jardín Botánico Nacional, donde según Leiva (1995) se utilizaron las técnicas de reintroducción o restitución y reconstrucción (Matos y Ballate, 2006).

Otra experiencia fue por el Grupo Cubano de Restauración Ecológica (GCRE) y la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF) desde el 2006 han restaurados varios sitios degradado y ecosistemas muy importante como por ejemplo las dunas costeras al norte de “Cayo Fragoso” Villa Clara, los bosques siempreverde mesófilo zonas de montaña, el Área Protegida “Hanabanilla y se rehabilitación la vegetación de bosque seco o semideciduo mesófilo de “Cayo Conuco” (Matos, 2009).

Otro ejemplo de restauración se desarrolló en las elevaciones de Najasa y Guaicanámar, Camagüey (Pérez 2013), donde se aprovechó la regeneración natural del bosque para la recuperación natural del ecosistema montañoso.

2.6.1. Restauración ecológica, conceptos

La Sociedad de Restauración Ecológica Internacional (2004) plantea, que la restauración ecológica, es el proceso que ayuda a recuperar a un ecosistema que ha sido degradado, alterado o destruido.

Es una actividad intencional que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies del ecosistema de referencia. Este es el ideal que se busca obtener y se puede recrear a partir del

ecosistema que se encontraba en ese sitio previo a la degradación (referencia histórica), de un ecosistema actual equivalente al que existía en ese sitio (referencia espacial) o de un ecosistema con elementos mínimos que recuperen uno o más servicios ecosistémicos críticos (Murcia y Guariguata, 2014).

El objetivo final de la restauración ecológica es recuperar los atributos esenciales que definen el ecosistema y le dan su identidad (Composición, estructura y función) y que influyen en la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos que este provee (Lamb *et al.*, 2011).

En las metas de restauración ecológica se han identificado, esencialmente, tres niveles (Vanegas, 2016):

1). La restauración ecológica propiamente dicha: en esta meta se busca llevar el ecosistema degradado a una condición semejante o parecida a la de predisturbio. Es decir, el sistema final debe ser autosostenible y debe tener como objetivo la preservación de las especies y del sistema en general, la regulación hídrica, la regulación de la erosión y el almacenamiento de la materia orgánica.

2). La rehabilitación ecológica: en donde se busca llevar el sistema degradado a un sistema que puede ser similar o no al predisturbio. Igual que en el caso anterior el sistema debe ser autosostenible, pero puede prestar otros servicios diferentes al de la preservación de las especies y del sistema en general, tales como: la oferta de maderas y otras materias primas, recreación pasiva, regulación hídrica, regulación de la erosión y almacenamiento de la materia orgánica (captura de carbono), entre otros.

3) La recuperación ecológica: cuyo propósito es restablecer las áreas degradadas y dañadas ecológicamente para que presten servicios diferentes al de la conservación (aunque no necesariamente), el sistema final recuperado no es autosostenible y es diferente al predisturbio (Barrera *et al.*, 2010).

2.6.2. Estrategias para la recuperación de ecosistemas degradados

Existen diversas estrategias encaminadas a lograr la restauración de los ecosistemas, entre las más importantes se puede mencionar la rehabilitación, el saneamiento o reclamación, reemplazamiento vegetal y el recubrimiento

vegetal o revegetación, según Márquez-Huitzil (2005) citado por Vanegas (2016).

Rehabilitación: Acciones orientadas al restablecimiento de la productividad y de algunas otras funciones ecológicas. Se busca la reintroducción de alguna pero no necesariamente todas las especies animales y vegetales originalmente presentes. Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes. A través del tiempo, la función de protección del bosque y los servicios ecológicos pueden ser restablecidos (Matos, 2009).

Saneamiento o reclamación. Su objetivo es recobrar la productividad en un sitio degradado. Para ello, se utilizan principalmente árboles de especies exóticas, frecuentemente establecidos en monocultivos. La diversidad biológica original no se recupera y la mayoría de los servicios ecológicos pueden ser restablecidos (entre ellos la de protección).

Reemplazamiento vegetal: Es el proceso por el que se induce la formación de un ecosistema diferente al original, generalmente no se considera la condición natural histórica del sitio, por lo cual, en estas actividades es muy común el uso de especies exóticas (Venega, 2016).

Recubrimiento vegetal o revegetación: Esta estrategia puede lograrse únicamente fortaleciendo procesos como la sucesión vegetal, la productividad, la ecología del suelo, la incorporación de nutrientes, entre otros; el objetivo principal es permitir que el sistema regrese por sí sólo a su estado original utilizando especies nativas (Matos, 2009).

En ese sentido, la restauración ecológica es una herramienta significativa en cuanto a los procesos de conservación de biodiversidad, reversión de la degradación ambiental y mitigación de problemas asociados al cambio climático. Sin embargo, es importante reconocer que es una técnica que requiere de planificación y sobretodo de tiempo, puesto que, así como la degradación de los ecosistemas se hace creciente a través de los años; la recuperación de sus condiciones naturales tiende a ser más complejas, por lo que debe ser desarrollada activamente y monitoreada de manera periódica (Murcia y Guariguata, 2014).

2.7. Franja costera sur de Guantánamo

La Franja Costera Sur Guantánamo se encuentra ubicada en la porción sur de la provincia de Guantánamo, coincide con la llamada Zona Semiárida de Guantánamo, en la cual se incluyó todo el municipio de Caimanera, y la parte sur de los municipios Niceto Pérez, Guantánamo, Manuel Tames, San Antonio del Sur, Imías y Maisí. Cuenta con un área total de 168 649,9 há que representa el 28,4% del total provincial, donde se asientan 113 331 hab, que representan el 20,6 % de la población total de la provincia, concentradas en 58 asentamientos (Borges, *et al* 1998).

La Franja Semiárida Sur de Guantánamo comienza a partir de la Punta de Maisí por el camino que conduce a La Máquina hasta llegar a Las Casimbas; baja por Patana Arriba (por la curva de 320 m) hasta el río Ovando y de ahí por los 400 m hasta Los Muros; toma en dirección a Caleta hasta la Loma del Cedro en los límites de Maisí e Imías y sigue en dirección W hasta Veguita del Sur. Continúa su trayectoria por todo el macizo montañoso pasando por la Loma Las Coloradas y Loma Miraflores.

De ahí continúa al W pasando por el N de los poblados de Mariana y El Corajo de Caujeri. Atraviesa la Sierra de Caujerí y pasa a 1 Km al N de El Quemado de Manuel Tames hasta la Sierra del Maquey. Continúa su rumbo al W curvando hacia el S de la ciudad de Guantánamo y sigue en dirección SW pasando por los poblados de Vilorio, Brazo Seco y La Guanábana, hasta Sierra Larga, en el límite con la provincia Santiago de Cuba" (Figura 1) (Borges *et al.*, 1998)



Figura 1. Mapa de la franja costera sur de Guantánamo.

La franja costera sur de Guantánamo presenta un relieve llano con algunas ondulaciones y ligeras alturas que no sobrepasan los 300 m. Las pendientes

varían desde ligeramente onduladas (2-4%) hasta medianamente alomado (30-45%), con predominio de las pendientes entre 16 y 30% desde el Diamante hasta San Antonio del Sur, siendo menos predominantes hacia los extremos (Punta de Maisí y Niceto Pérez) (Limeres *et al.*, 2014).

2.7.1. La red hidrográfica

La localización en la vertiente sur, condiciona ríos de corto recorrido y escaso caudal por el predominio de la litología cársica, aunque algunos nacen en zona de alta pluviosidad como el Guantánamo, el Guaso y el Yateras. Otros como Arroyo Hondo, Sabanalamar e Imías aumentan su caudal en los periodos lluviosos y otros de muy escaso caudal que son intermitentes como el Tacre, Jauco (Limeres *et al.*, 2015).

2.7.2. Clima

Se caracteriza por presentar un clima semiárido con altas temperaturas, pobre precipitación que oscilan entre 200 y 600 mm como promedio por año. La temperatura media anual fluctúa entre los 25°C y los 26.8°C, alcanzando mayores valores en los meses de verano. Los vientos predominantes son del Este, sureste y del Sur (Urquiza *et al.*, 2011).

2.7.3. Recurso suelo

Los suelos predominantes son los pardos carbonatados típicos, aluviales en la desembocadura de los ríos, y esqueléticos en la estrecha franja más cercana a las costas desde Cajobabo hacia el oeste de manera interrumpida comienzan a aparecer los Fersialíticos Pardos Rojizos y los Pardos con carbonatos que se mantiene asociados con los esqueléticos estos últimos muy afectados por los procesos erosivos que como consecuencia traen la pérdida de la capa de tierra cultivable y por consiguiente la disminución de los rendimientos agrícolas, y los aluviales en la desembocadura de los ríos (Limeres *et al.*, 2014).

2.7.4. Recurso Forestal

Los recursos forestales son muy importantes por los valores de su Biodiversidad, se encuentran muy degradados, causado por la deforestación indiscriminada a la que se han visto sometidos como: acciones directas de tala de bosques para la extracción de madera, obtención de leña. (Urquiza *et al.*, 2011).

Existen otros problemas vinculados a las producciones que afectan la obtención de altos rendimientos como los que están relacionados con la tecnología atrasada de los aserríos, situación pésima con los equipos de acopio y tiro de la madera, y el mal estado de los caminos forestales (Limeres *et al.*, 2015).

2.7.5. Biodiversidad

La costa sur de la provincia de Guantánamo presenta una gran riqueza florística. Diversas investigaciones se han realizado en esta área con participación de varias entidades científicas del país, entre las que se destaca el Instituto de Ecología y Sistemática. Los resultados de estos estudios han incrementado el conocimiento de la zona, aunque no tenemos referencias de que se hayan publicado de forma integral (BIOECO, 1998).

Según BIOECO (1998) se detectaron un total de 255 taxa infragenéricos de Magnoliophyta y Pteridophyta en la franja costera sur de Guantánamo, de los cuales 90 son endemismos, lo que representa el 35,2% de todos los taxa reportados. Con respecto al grado de amenaza se encontraron un total de 26 taxa infragenéricos amenazados, la mayoría de ellos se catalogan como raros y vulnerables; mientras que sólo tres se reportan como indeterminados y en peligro de extinción respectivamente.

Matorral costero y subcostero con abundancia de suculentas (manigua costera), Matorral espinoso semidesértico costero (Manigua Costera), Matorral esclerófilo sub-costero (Manigua Costera) y Bosque siempreverde micrófilo costero y subcostero (monte seco) son algunas formaciones vegetales existente en la franja costera sur de la provincia de Guantánamo (Vales *et al.*, 1998).

La costa sur de la región oriental del país es un ejemplo de estos ecosistemas; y en especial el sur de la provincia de Guantánamo posee características muy especiales por sus condiciones hidroclimáticas, los que han sido clasificados como semidesérticos. La vegetación en esta franja costera se caracteriza por su extrema xeromorfía, manifestada por la gran abundancia de especies de cactáceas y suculentas, microfilia y espiniscencias (Vales *et al.*, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de investigación

3.1.1. Ubicación del área de trabajo

El trabajo se desarrolló en el periodo de enero 2016 a septiembre 2018, en un matorral xeromorfo costero y subcostero de la franja sur, ubicada en el Consejo popular “La Chivera” una zona llana próxima a la costa en el municipio Imías de la provincia Guantánamo.

Se seleccionó el sitio “El Rosal” (Figura 2) ubicado entre las coordenadas N-157,150-E-734,175, en el rodal 15, con una extensión de 10 ha del lote 12, que pertenece a la Unidad Silvícola de Cajobabo, de la Empresa Agroforestal de Imías, el mismo colinda al norte con rodal 4 al sur con el mar Caribe, al oeste con el rodal 14 y al este con el rodal 8, área clasificada como un bosque protector.

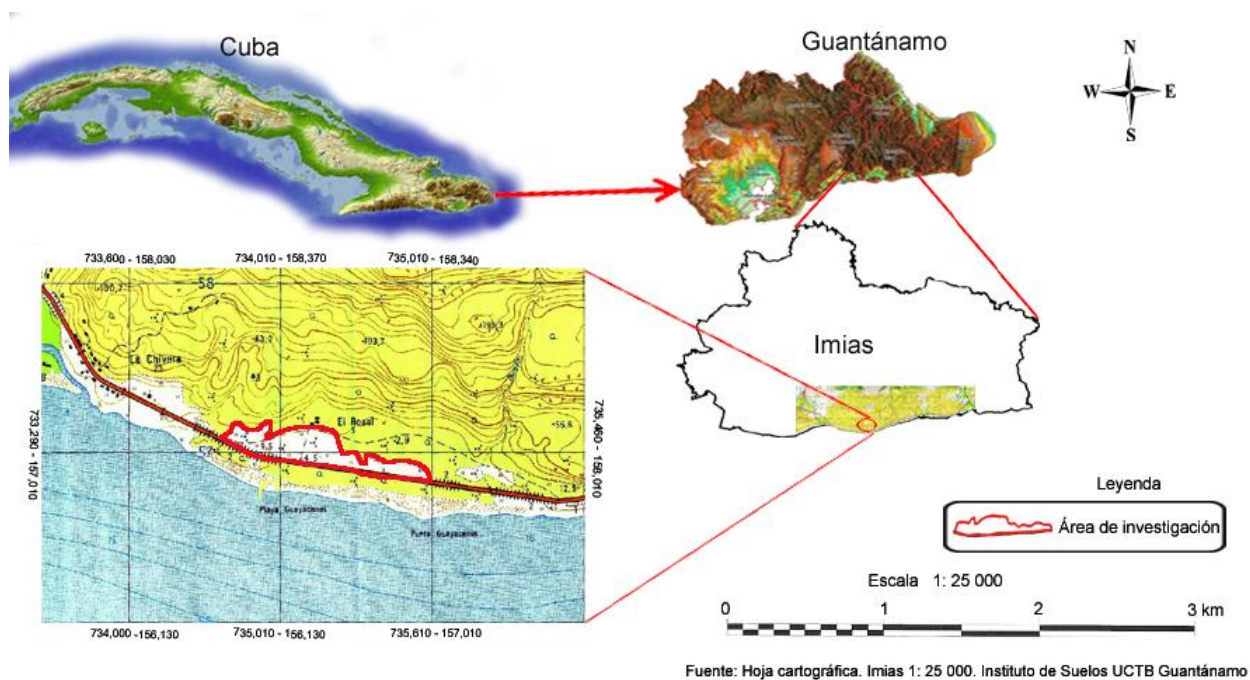


Figura 2. Localización del Área de trabajo en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

3.1.2. Caracterización climática del área de estudio

El comportamiento medio hiperanual de las principales variables en la localidad de la chivera, se describen en la tabla 1, donde se observa que la temperatura presentó medias mensuales que oscilan entre 24,9 °C y 29,0 °C con un valor medio anual de 26,9 °C. Se debe señalar que los valores de temperatura máxima media oscilan entre 28,4 °C y 32,1 °C, las cuales se consideran como elevada.

La evaporación es muy elevada y estable todo el año, con valores anuales aproximadamente 4,2 veces superior a la lluvia y en algunos meses, la supera en más de 10 veces, lo cual favorece la pérdida de humedad del suelo, situación relacionada fundamentalmente con la elevada temperatura y los vientos que predominan del SE al S, estos últimos con gran capacidad evaporante.

Para la lluvia se encontraron, media anual de 559,6 mm, donde sólo superan los 60 mm los meses de mayo, agosto, septiembre y octubre, este último con promedio por encima de los 100,0 mm. Los meses entre el periodo diciembre - abril presentan valores por debajo de 30 mm.

La humedad relativa alcanza valores medios entre 73 y 78% con una media anual de 76%, media máxima de 88% y media mínima de 63% (ISMET, 2016)

Tabla 1. Comportamiento medio hiperanual de las principales variables en la localidad de “La Chivera”, Imías, Guantánamo, (Serie 1986-2015).

VARIABLES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
TEMPERATURA MEDIA (°C)	24.9	25	25.7	26.6	27.2	28.5	29	28.8	28	27.3	26.5	25.3	26.9
TEMPERTURA MÁX. MEDIA(°C)	28.4	28.4	28.7	29.6	31	32.1	32	30.9	30.1	29.5	28.9	28.6	29.8
TEMPERETURA MÍN. MEDIA(°C)	20.8	21	21.7	22.8	23.9	25	25.2	25.3	25	24.5	23.4	21.6	23.4
HUMEDAD RELATIVA MED.(%)	75	74	73	74	77	78	75	75	76	78	76	76	76
HUMEDAD RELATIVA MAX. MED.(%)	88	87	86	87	88	89	87	86	88	90	88	89	88
HUMEDAD RELATIVA MIN. MED.(%)	63	61	60	61	65	64	63	62	63	65	65	64	63
PRECIPITACIÓN (mm)	13.0	19.4	24.0	29.2	65.1	39.7	31.8	77.4	68.1	118.5	54.1	24.5	559.6
NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA	1	1	2	2	5	3	2	4	4	5	3	2	34
EVAPORACIÓN	172	166	210	215	201	203	236	225	192	186	171	170	2347
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	121.2	126.5	140.0	139.6	121.6	144.2	152.4	140.1	119.8	100.8	97.9	118.2	1522.3

Datos tomados de ISMET, 2016

3.1.3. Caracterización de los suelos

Se trabajó sobre un suelo Poco Evolucionado, Tipo Litosol Subtipo háplico, genero dístrico (según la nueva versión propuesta por Hernández *et al.*, (2015), sustentado sobre caliza dura, con profundidad de 5-18 cm, medianamente gravilloso (16-50%), moderadamente pedregoso (0,01-0,1%), muy fuerte erosión, pendiente ligeramente ondulado (2,1-4,0%).

El análisis de los indicadores químicos arrojó valores de pH (KCl) que lo clasifican como ligeramente alcalinos (7,21) (MINAG, 1984), mientras que el fósforo resultó medio con valores de 2,5 mg.100g⁻¹. En el caso del potasio se clasifica como bajo (26,6 mg.100g⁻¹), al igual que los niveles de materia orgánica que alcanza valores de 2,65% (Laboratorio Provincial de Suelo, UCTB Guantánamo, 2017), resultados que pudieran estar relacionados con las características propias de estos suelos.

Los resultados de los indicadores físicos muestran valores para la resistencia a la penetración en la capa superficial de 84,0 kg/cm², que lo clasifican de muy compacto, comportamiento que pudiera estar relacionado con la poca profundidad efectiva del suelo (menor de 20 cm), al encontrarse una capa fina de material vegetal en la superficie, seguido de la roca madre. La velocidad de infiltración mostró valores que lo clasifican como rápida (23,59 cm.hr⁻¹) (USDA, 1999), lo cual pudiera estar relacionado con la infiltración del agua por las grietas que se forman en los periodos secos por la rotura de las rocas, que facilitan la circulación del agua con mayor rapidez.

3.2. Caracterización de la diversidad florística del matorral xeromorfo costero y subcostero

3.2.1. Metodología utilizada para el inventario florístico

Se muestrearon 20 parcelas rectangulares de 20 m x 25 m (500 m²), distribuidas de forma aleatoria, siguiendo las orientaciones de Aldana (2010); para el estudio de la masa arbórea.

Se realizó un inventario mediante un muestreo aleatorio simple, para abarcar la mayor área posible del terreno. Para garantizar la representatividad de las especies del bosque.

En cada parcela se contabilizaron las especies florísticas presentes en los estratos herbáceo (hasta 0,99 m), arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m), los cuales fueron definidos según la metodología propuesta por Álvarez y Varona (2006). A las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo se les midió la altura (m), que se determinó mediante el Hipsómetro de sunnto y el diámetro (cm) con una cinta diamétrica. Para la identificación de las especies se utilizaron los libros de Bisse (1988), Urquiola *et al.*, (2009), Berovides y Gerhartz (2009, 2010), Acevedo y Strong (2012) y Roiz y Mesa (2014).

Para determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar adecuadamente el bosque en estudio se analizó la curva área-especie utilizando el programa según BioDiversity Pro Versión 2. (MC Aleece, 1997).

3.2.2. Diversidad beta (β)

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 Lamprecht (1990); Moreno (2001), Aguirre (2013), Sánchez (2015).

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

Donde: K_s = 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 Pi, dado por la fórmula:

$$P_i = n_i / N$$

Dónde: ni es el número de individuos de la especie i, N es el número total de individuos, Pi 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 (α)

La diversidad (alfa) de especies florística se determinó mediante la metodología de Aguirre y Yaguana (2012). Donde se determinaron el índice de riqueza, la abundancia proporcional de especies, dominancia de especies y el índice de valor de importancia ecológico.

3.3.1. Índice de riqueza

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en una determinada área (Margalef, 1968).

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde: S = Número de especies

N= Número total de individuos

- **Abundancia proporcional de especies.**

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 (Shannon, 1948). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

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.

Interpretación de la abundancia proporcional de especies.

Rangos	Significado
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 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)

Interpretación del Índice de equitatividad.

Valores	Significación	
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 es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal.

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

Donde:

n_i = Número de individuos por especie

N = Número total de individuos

R = Riqueza

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 horizontal

Para describir la estructura horizontal se determinó: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Moreno, 2001), (Aguirre, 2013), (González, 2016), según las formulas siguientes.

De individuos de una especie

$$AR = \frac{\text{-----}}{\text{# Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

De parcelas en la que ocurre una especie

$$FR = \frac{\text{-----}}{\text{Total de ocurrencia en todas las parcelas}} \times 100$$

Área basal de una especie

$$DR = \frac{\text{-----}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia relativa (ya sea en forma de cobertura o área basal), abundancia relativa y frecuencia relativa. (Keels *et al.*, 1997). Este índice se evaluó mediante la determinación de los valores de abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie:

$$IVIE = AR + DR + FR$$

Donde: AR (Abundancia relativa)

DR (Dominancia relativa)

FR (Frecuencia relativa)

3.3.3. 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:

Clases diamétricas	Rango	Clases diamétricas	Rango
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		

3.3.4. Estructura vertical

La caracterización de la estructura vertical se describe tomando en consideración las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos del bosque de acuerdo a los criterios de Finol (1971) citado por Rodríguez, (2015).

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

Estrato inferior: de 0 a 10 m

Estrato medio: de 10,5 a 20, m de altura total

Estrato superior: mayor o igual a 20,5 m de altura total

3.3.5. Regeneración natural

La regeneración natural (RN) se evaluó mediante un muestreo con diseño anidado de sub-parcelas de 5 m x 5 m (25 m²) en cada una de las unidades de muestreo de 500 m² que se establecieron en el área de investigación, siguiendo la metodología propuesta por Aldana *et al.*, (2006); designándolo como:

Diseminado (Clase I) plantas nacientes hasta la terminación de las repoblaciones.

Brinzal bajo (Clase I) $h \geq 1,5$ hasta el comienzo del cierre de las copas.

Brinzal alto (Clase II) $d(1,3) = 5$ cm.

3.4. Determinar el estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero

El estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio el Rosal, se determinó usando la metodología propuesta por Matos y Ballate (2006). Para su evaluación se analizaron las siguientes variables: grado de representatividad de especies originales, grado de representatividad de estratos originales de la vegetación, grado de cobertura vegetal y el grado de modificación y cobertura de especies invasoras (Anexo 1, 2).

La calificación del estado de conservación del bosque, se realizó de acuerdo a los siguientes rangos: 15-18 (Conservado), 10-14 (Medianamente conservado) 5-9 (poco conservado) y 0 –4 (no conservado). Las características de los mismos se describen a continuación:

Conservado (15-18 puntos): se caracteriza por la presencia de una cubierta vegetal que no manifiesta notables afectaciones, debido principalmente a la fuerte capacidad potencial de recuperación que presenta, predominando en ellas las características taxonómicas y fisonómicas originales, motivado por la ausencia de impactos que influyan sobre las formaciones vegetales, o los que han existido han sido de poca influencia en el componente natural.

Medianamente conservado (10-14 puntos): se manifiesta cuando la cubierta vegetal refleja alteraciones parciales debido a la variación de su capacidad potencial de recuperación que oscila en un rango de fuerte a media con una consecuente afectación de su composición florística y fisonómica, así como de su estabilidad ecológica.

Poco conservado (5-9 puntos): corresponde con las formaciones vegetales que manifiestan una significativa alteración, la cual se caracteriza por una débil

tendencia hacia su autorestablecimiento con un predominio consecuente de las especies secundarias y un deterioro espacial alto ocasionado por una acentuada influencia de las actividades económicas, ello también se manifiesta en la disminución de la estabilidad ecológica de la condición natural catalogada como baja.

No conservado (0-4 puntos): se presenta en áreas donde la cubierta vegetal es muy escasa, o la misma ha sido sustituida por el establecimiento de las actividades económicas, por ello se refleja muy poca o ninguna reminiscencia del componente natural en la actualidad

3.5. Elaboración una propuesta de restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero

La capacidad de restaurar un ecosistema depende de gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: estado del ecosistema antes y después del disturbio, grado de alteración de la hidrología, geomorfología y suelos, causas por las cuales se generó el daño, estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, información acerca de condiciones ambientales regionales, interrelación de factores de carácter ecológico, cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración, los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies (por ejemplo, estrategias reproductivas, mecanismos de dispersión, tasas de crecimiento y otros rasgos de historia de vida o atributos vitales de las especies), tensionantes que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración.

Los pasos propuestos no necesariamente se deben seguir en el mismo orden, ni es necesario aplicarlos todos. Qué pasos aplicar depende del grado de alteración, de las escalas y los objetivos propuestos (Sánchez, 2015).

En la elaboración de esta propuesta se han considerado los criterios de Vargas (2008) y Vargas (2011), utilizado por Jiménez (2012) y Sánchez (2015) que

sugiere 13 pasos o elementos principales a considerar en la elaboración del plan, estos son:

1. Definir el ecosistema de referencia.
2. Evaluar el estado actual del ecosistema.
3. Definir las escalas y niveles de organización.
4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio.
5. Consolidar la participación comunitaria.
6. Evaluar el potencial de regeneración.
7. Establecer los tensionantes para la restauración a diferentes escalas.
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración.
9. Propagar y manejar las especies.
10. Seleccionar los sitios.
11. Diseñar estrategias para superar las barreras a la restauración.
12. Monitorear el proceso de restauración.
13. Consolidar el proceso de restauración.

Los pasos 5 y 11 son transversales y están presentes en casi todo el proceso. Esto quiere decir que la participación comunitaria es muy importante en todo el proceso de restauración y que el diseño de estrategias se va retroalimentando de los conocimientos derivados de los pasos 6 al 10.

Las categorías en que se agrupan los 13 pasos con que cuenta la propuesta de acciones de restauración en el matorral xeromorfo costero y subcostero Tabla 2.

Tabla 2 - Categorías en que se agrupan los 13 pasos con que cuenta la propuesta de acciones de restauración en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio El Rosal.

1. Fases	<ul style="list-style-type: none"> a. Diagnóstica (Pasos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) b. Experimental (Pasos 5, 6, 7, 8, 9,10, 11) c. Monitoreo (Paso 12) d. Consolidación (Paso 13)
2. Escalas	<ul style="list-style-type: none"> a. Regional b. Local c. Parcela
3. Niveles	<ul style="list-style-type: none"> a. Paisaje b. Comunidad c. Población - organismo
4. Barreras a la restauración	<ul style="list-style-type: none"> a. Barreras a la dispersión espontánea de las plantas b. Barreras al establecimiento c. Barreras a la persistencia d. Barreras sociales

Nota: Los pasos 5, 6 y 7 son comunes a las fases diagnóstica y experimental, porque es necesario, en algunos casos, hacer experimentos para poder diagnosticar adecuadamente el estado del ecosistema y precisar las barreras a la restauración.

En la Figura 3 se presenta un esquema de relación de estas cuatro categorías y sus divisiones. La influencia humana y la participación comunitaria se pueden entender como una escala social que penetra todas las escalas y niveles y se relaciona con todas las fases y barreras a la restauración

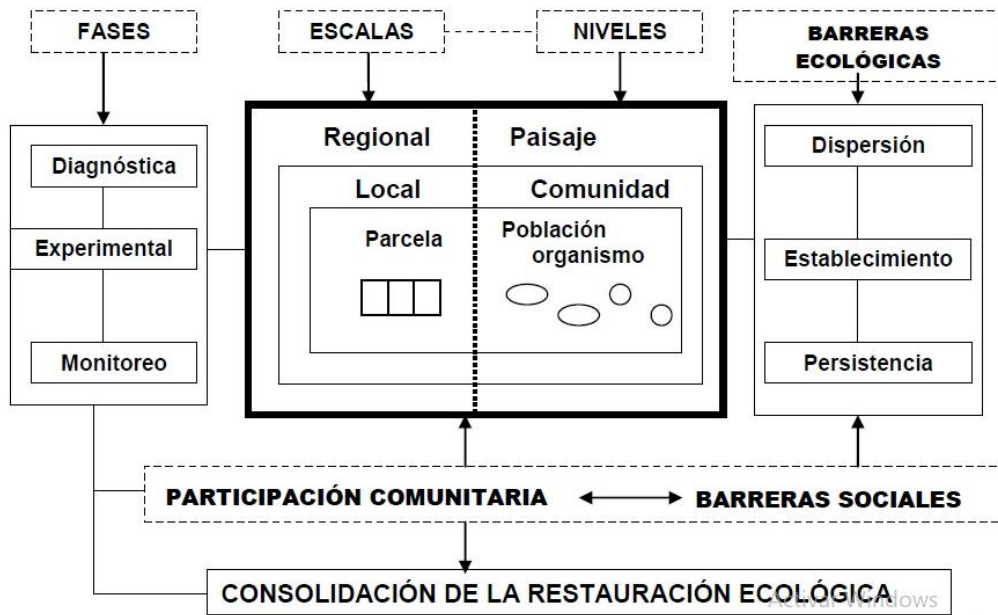


Figura 3. Relación entre las cuatro grandes categorías en los que se agrupan los pasos para la restauración y sus divisiones (Vargas, 2011).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la diversidad florística del matorral xeromorfo costero y subcostero

4.1.1. Validación del inventario florístico

De acuerdo con la curva área - especie (Figura 4) la utilización de 20 parcelas en el muestreo resultó suficiente para representar la composición florística del matorral xeromorfo costero y subcostero. Se puede observar que a partir de la parcela 15 se logra la asíntota, donde la mayoría de las especies fueron identificadas en las 14 primeras parcelas y a partir de la 15 se mantienen constantes. 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, lo que se puede plantear que desde el punto de vista florístico el área alcanza un equilibrio.

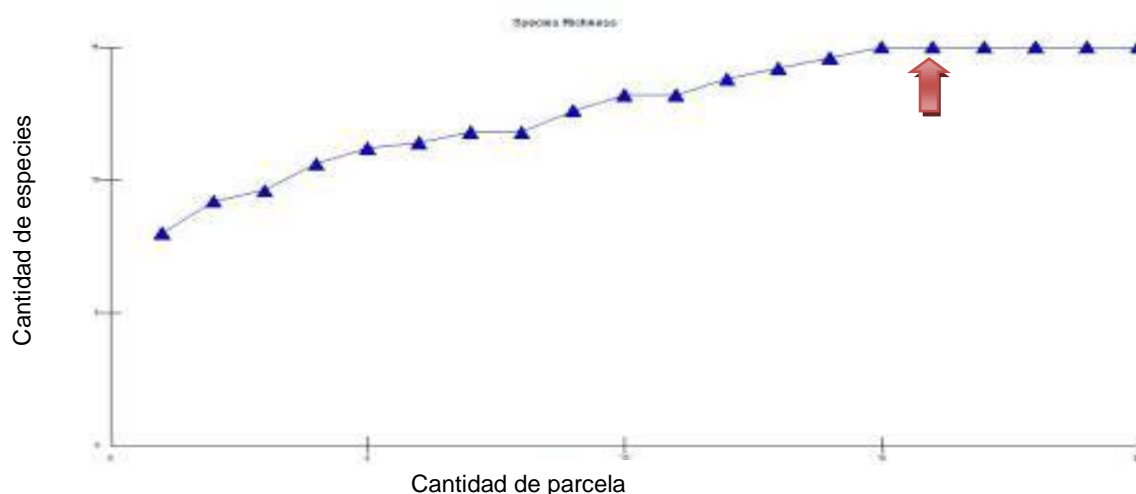


Figura 4. Curva área - especie obtenida a partir del muestreo matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

4.2. Diversidad beta (β)

El análisis del conglomerado (Figura 5) permitió distinguir 3 agrupaciones a un 63% de similitud. El grupo I está formado por la parcela (1) (símbolo rojo) con 56% de similitud, el grupo II presenta 65% de similitud y se encuentran las parcelas (2,4,12,14,15,16,17,20,18,13,5,19,9,10,11,7,6,8) (símbolo azul). El grupo III (símbolo verde) con un 54% de similitud se agrupa la parcela 3.

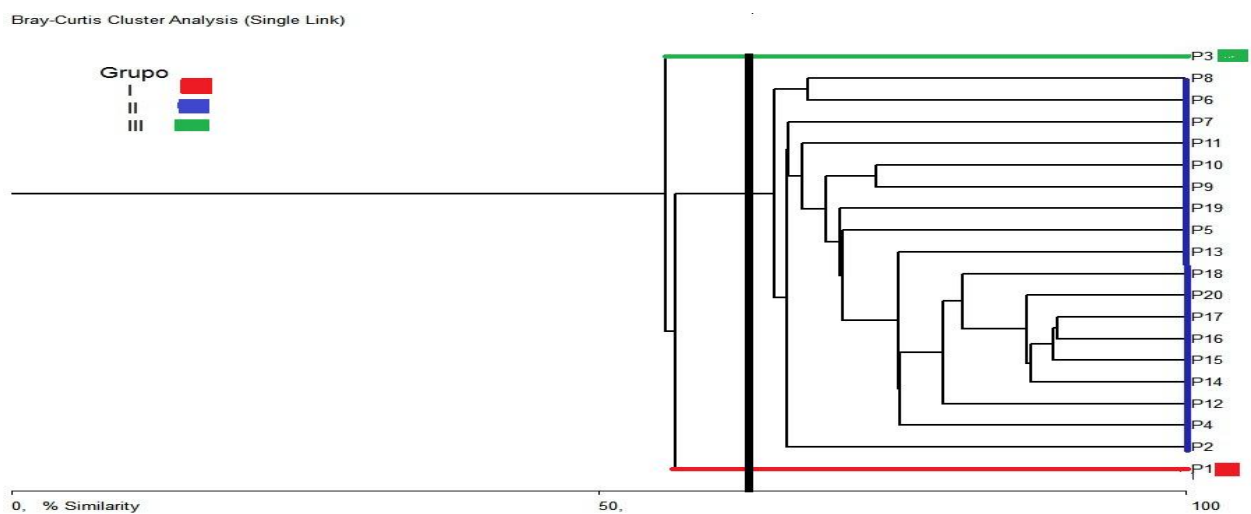


Figura 5. Dendrograma de similitud florística en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

El área se caracteriza de forma general por la presencia de árboles y arbustos (Figura 6) tales como: *Guaiacum officinale* L., *Leucaena leucocephala* L., *Caesalpinia glandulosa* Berter., *Azadirachta indica* A. Juss, *Bourreria succulenta* Jacq., *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb., *Brya microphylla* Bisse., *Lysiloma sabicu* Benth, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. Además abundan las cactáceas siguientes: *Stenocereus fimbriatus* Lam.

Resultados similares a los obtenidos por Capote y Berazaín (1984), Álvarez y Mercadet (2012) y Reyes (2012) en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal, se encuentra en las áreas más secas de costas abrasiva con rocas carbonatadas, se desarrolla por lo general sobre el carso desnudo o casi totalmente desnudo rico en cactáceas arborescentes y abundantes especies arbustivas.

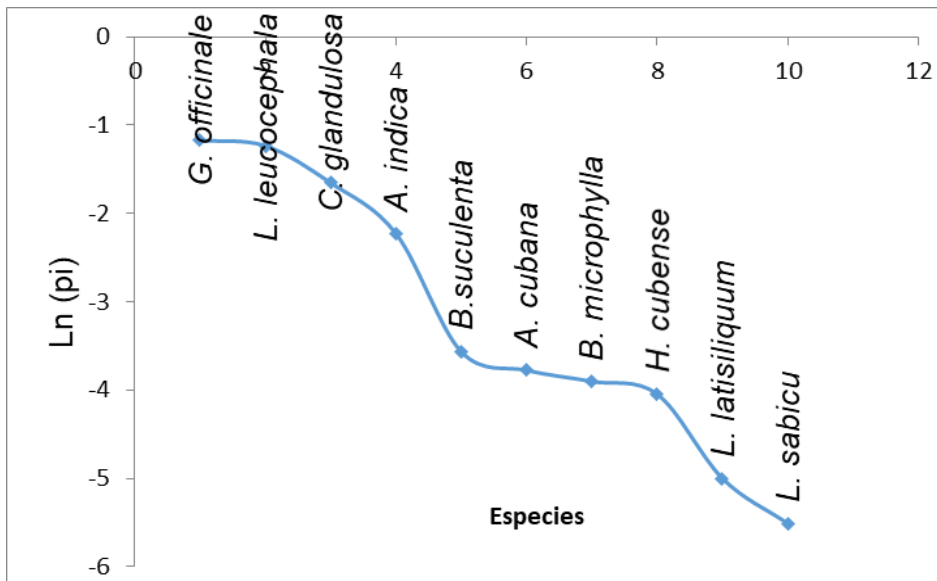


Figura 6. Especies de árboles y arbustos más abundantes en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

El grupo I se caracteriza por la presencia de: *Azadirachta indica* A. Juss., *Guaiaecum officinale* L. *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Leucaena leucocephala* L, *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb., *Caesalpinia glandulosa* Berter, *Stenocereus fimbriatus* (Lam.), y con un grado de perturbación antrópica leve.

El grupo II *Azadirachta indica* A. Juss., *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Guaiaecum officinale* L., *Leucaena leucocephala* L, *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb., *Bourreria succulenta* Jacq., *Lysiloma sabicu* Benth; *Caesalpinia glandulosa* Berter, *Stenocereus fimbriatus* (Lam.), y con un grado de perturbación antrópica menor. Posee la más alta similitud, debido a que estas parcelas se encuentran en áreas con características topográficas y gradiente altitudinal similares, además resultó el más diverso con especies propias de este ecosistema.

El grupo III se caracteriza por la presencia de abundantes plantas herbáceas, con solo dos especies arbóreas en la parcela: *Leucaena leucocephala* L, y *Azadirachta indica* A. Juss, además esta parcela es la de mayor grado de perturbación antrópica, con la existencia de muchos árboles derribados causados por el huracán Mathew, como es el caso del *Guaiaecum officinale* L. y *Leucaena leucocephala* L.

De forma general los tres grupos comparten casi todas las especies, aunque la especie *Lysiloma sabicu* Benth., se encuentran en baja abundancia y frecuencia en parcelas del grupo II. Las especies *Leucaena leucocephala* L., y *Azadirachta indica* A. Juss son producto a una plantación para la formación de suelo ya que este es poco evolucionado y tiene como factor limitante la poca profundidad efectiva.

En la Tabla 3 se muestra el índice de Sorensen cualitativo, se observa que los grupos I y II comparten 10 especies para un 113% de similitud, debido a que existen más especies comunes que la suma que hay entre los dos grupos. Los grupo I y III comparten 6 especies comunes para un 67% y el grupo II y III tienen 6 especies comunes para un 87%. Se observa que los grupos I y II presentan los valores más altos de similitud.

De forma general los tres grupos son muy parecidos porque los valores son superiores a 0,66, estos resultados coinciden según Aguirre y Yaguama (2012). Las especies forestales comunes y más abundantes son: *Azadirachta indica* A. Juss., *Guaiacum officinale* L., y *Leucaena leucocephala* L.

Tabla 3. Índice de similitud florística en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Grupo 1		113	67
Grupo 2	10		87
Grupo 3	6	6	

Nota: Índice de Sorensen cualitativo en la parte superior de la diagonal 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 fragmentación del hábitat por la construcción de camino y la tala indiscriminada de algunas especies por el valor económico de su madera, para la construcción de viviendas, postes y trabajos de ebanistería: *G. officinale*, *B. microphylla*, *A. cubana* y *L. sabicu*.

4.3. Diversidad Alfa

En el área se identificaron 15 especies, 10 géneros y 9 familias (Anexo 3), en este sitio se han realizado pocos estudios florísticos profundos, solo inventarios rápidos y preliminares por los especialistas de la Empresa Agroforestal de Imías, lo que dificulta obtener conocimientos previos de la situación del área.

La familia más abundante en relación con la riqueza de especies agrupa a la mayoría de los individuos enumerados (Figura 6), como es el caso de la familia Leguminasae (8). Semejantes resultados obtuvo Berazaín (2011), al dejar claro que en la clasificación de los bosques de Cuba, que las familias más representadas son, la Cactaceae, Mimosaceae, Leguminasae, Euphorbiaceae y Bromelaceae, ya que este tipo de formación no es muy abundantes.

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,

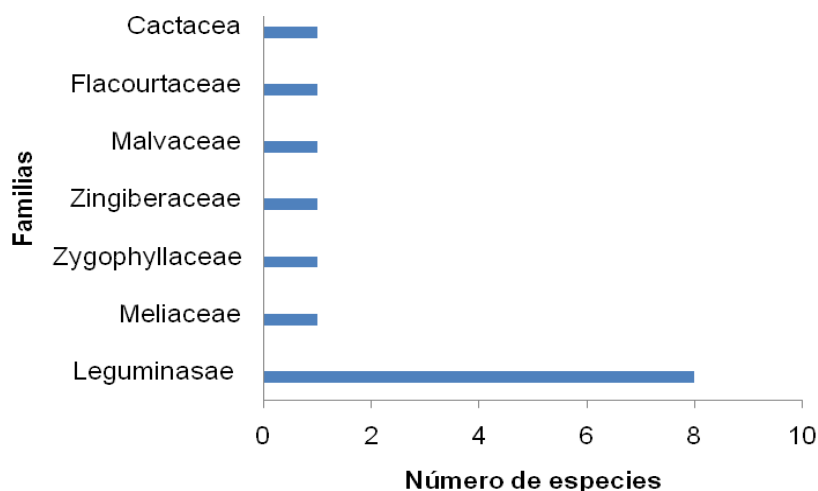


Figura 6. Familias botánicas con mayor riqueza de especie en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

También coinciden con estos resultados los resultados por Gentry, (1982, 1995), Neill (2000), Aguirre-Mendoza *et al.*, (2001, 2006a), Mendoza y Jiménez (2008), Espinosa *et al.*, (2012) como las más frecuentes y típicas para esta formación. Igualmente, Linares-Palomino y Ponce-Álvarez (2005), Marcelo-

Peña *et al.*, (2007), Linares-Palomino *et al.*, (2010), Leal-Pinedo y Linares-Palomino (2005), García-Villacorta (2009), Linares-Palomino y Ponce-Álvarez (2009) en los bosques secos peruanos reconocen también este patrón. Incluso en bosques secos colombianos (Carrillo-Fajardo *et al.*, 2007) y mexicanos (López-Toledo *et al.*, 2012), mencionan Leguminosae y Mimosaceae, como las familias más diversas y mejor representadas para esta formación.

También Leyva (2018) reportó resultados similares en la Reserva Ecológica de Baitiquiri donde obtuvo que las familias más representadas son: Leguminosae, Cactaceae, Malvaceae y Euphorbiaceae.

En la Figura 7 se observa que la mayor cantidad de individuos se encuentran en el estrato herbáceo con 949, arbóreo (133) y arbustivo (382). En el estrato arbóreo las especies más abundantes resultaron *Azadirachta indica* A. Juss., *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Guaiacum officinale* L., *Leucaena leucocephala* L, en el estrato herbáceo (*Corchorus hirsutus* L., *Indigofera suffruticosa* Mill., *Ipomoea tuba* Schltld. G. Don y *Caesalpinia glandulosa* Berter), esto es un gran problema ya que no garantiza la perpetuidad del ecosistema. El *cactus* (*Stenocereus fimbriatus* (Lam.)), fue la representadas de las especies suculentas, resultados que concuerdan con lo planteado por Berzaín (2011), quien encontró porcentaje de suculentas de alrededor un 11% en bosques similares.

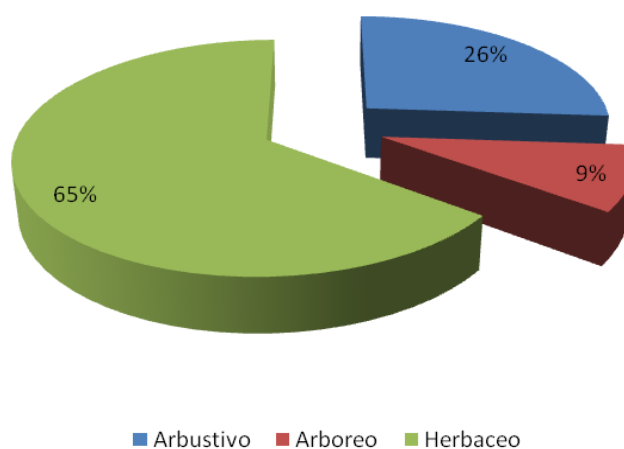


Figura 7. Total de individuos presentes en cada uno de los estratos del matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio El Rosal.

4.3.1. Estructura Horizontal

- **Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)**

En la estructura horizontal se evaluó el índice de valor de importancia ecológica (Anexo 4) como se muestra en la Figura 8 destacándose, *Leucaena leucocephala* L., y *Guaiacum officinale* L., especies que presentaron los mayores valores de abundancia, frecuencia y dominancia. Las demás especies se evalúan de baja, ya que no llega alcanzar un 22%. La disminución del número de individuos dentro del área pudiera estar asociada a las perturbaciones antrópicas y naturales. Las especies *Azadirachta indica* A. Juss. y *Leucaena leucocephala* L. se consideran especies invasoras según Oviedo y González (2015) que han desplazado a la vegetación original. Resultados similares alcanzó Fernández *et al.*, (2018) para el sitio los Cerezos con una vegetación similar y Figueredo (2015) en matorrales xeromorfo de la Reserva de la Biosfera de Baconao.

La especie *Leucaena leucocephala* L., a pesar que es una invasora, también beneficia al suelo en aspectos como: incremento en el contenido de nitrógeno y materia orgánica, aumenta los microorganismos que viven el suelo, rompe los estratos compactados, recicla los nutrimentos de las capas más profundas depositándolos a través de sus hojas y otras partes de la planta, mejora la absorción de agua, provee una cobertura forestal para proteger el suelo contra el sol, la lluvia y el viento, reduce los deslizamientos y la erosión del suelo. Esta planta se ha utilizado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera y terrenos degradados (Rico, 2017).

La especie *Azadirachta indica* A. Juss también ha sido empleada tanto bajo arreglo de plantación monoespecífica como mixta, para la recuperación de suelos degradados en zonas secas. Características como la calidad de la hojarasca y la rápida tasa de descomposición de las hojas han hecho del Nim una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo en terrenos pedregosos y arenosos con tendencia a la desertificación (Radwanski y Wickens 1981). Asimismo, ha sido utilizada para la rehabilitación de suelos degradados por minería en el Norte de Australia (Parrotta y Chaturvedi, 1994, Singh *et al.*, 2000) citado por Flórez (2011).

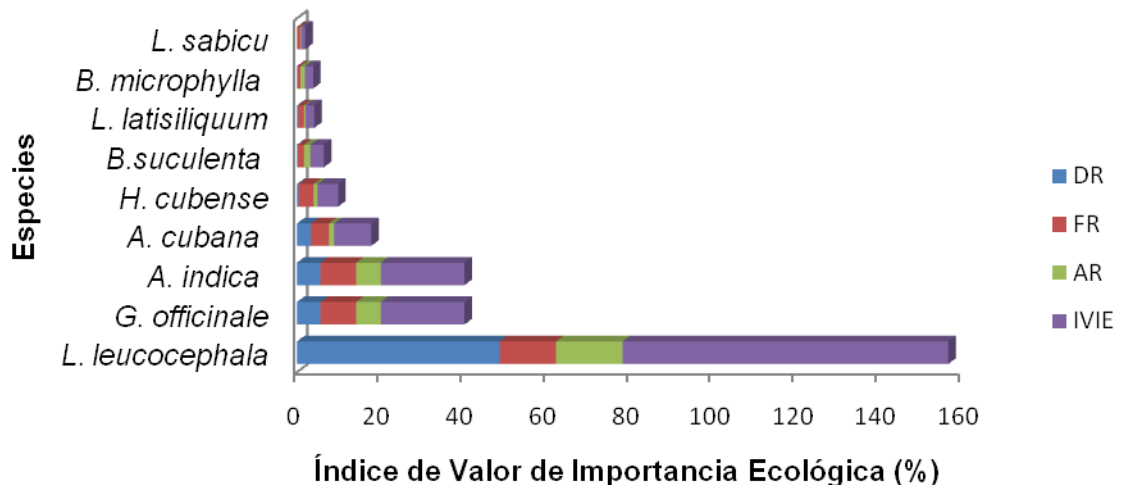


Figura 8. Especies arbóreas con mayor IVIE en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio “El Rosal”

Las especies dominantes son las que mayores dimensiones pueden alcanzar dentro del sitio y que pueden garantizar la regeneración natural. Las especies *Leucaena leucocephala* L., y el *Guaiacum officinale* L es la segunda de mayor importancia producto a que es una especie endémica de esta formación y se adapta bien a estas condiciones edafoclimáticas, por lo que pudiera ser considerada para planes futuro de reforestación o restablecimiento de este tipo de bosque que garantiza una mayor probabilidad de la supervivencia coincidiendo con lo planteado por Leyva (2018) para bosque semidecíduos micrófilos de la Reserva Ecológica Baitiquirí.

Las especies de menor Índice de Valor de Importancia Ecológica: *Brya microphylla* Bisse., *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb., *Lysiloma sabicu* Benth., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth, 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 especie 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.

4.3.2. Distribución por clases diamétricas

La estructura por clases diamétricas del bosque matorral xeromorfo costero y subcostero, está caracterizada por la concentración de individuos en las dos primeras clases diamétricas, determinando un bosque con individuos de diámetro menor 20 cm.

La distribución de los individuos por clases diamétricas (Figura 9), mostró un comportamiento similar a una curva en forma de “J” invertida, debido a la presencia de un mayor número de individuos en las categorías menores, producto a una lenta recuperación, debido a las condiciones edafoclimática del área además de haber soportado la extracción selectiva de madera, característica que hace que la distribución diamétrica tenga dicha forma. También Lamprecht (1990), manifiesta que la distribución diamétrica de los individuos en bosques nativos jóvenes o en procesos de recuperación presenta una tendencia en forma de “J” invertida resultados similares a los obtenidos en esta investigación.

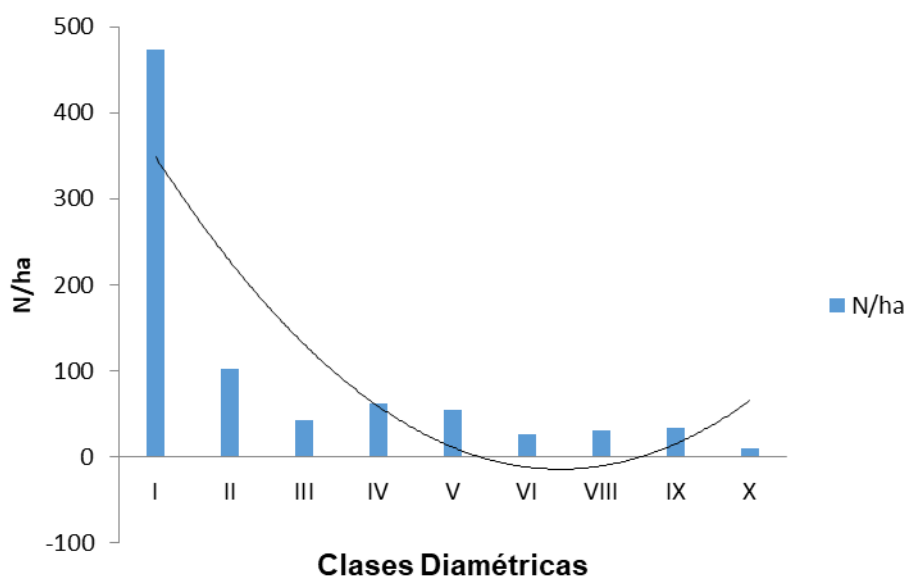


Figura 9. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas durante la caracterización florística del matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio El Rosal.

Además estos resultados coinciden con los reportados con Gunter *et al.*, (2011) para bosque secos peruanos y ecuatorianos ya que se espera en bosques naturales e irregulares.

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.

4.3.3. Índices de diversidad

El comportamiento de los índices de diversidad de las especies florísticas del matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio “El Rosal” para cada unidad de muestreo se observa en la tabla 4, donde se identificaron 15 especies.

El índice de abundancia proporcional de especies (H') para el área es bajo, ya que según la evaluación se encuentra entre el rango de 0,73 y 0,98 siendo el grupo I el de mayor abundancia. Teniendo en cuenta la equitatividad se observan valores entre 0,86 y 0,94 lo que significa que el área es homogénea en abundancia, donde el grupo I es el más homogéneo. El índice de dominancia (D) para el área es bajo (0-0,33), coincidiendo con Aguirre y Yaguama (2012); oscilando entre 0,11 y 0,20, lo cual demuestra que existe poca dominancia de una especie sobre las otras.

El grupo I es el de menor dominancia con un índice de 0,11 y con una alta diversidad de 9,13, ya que son inversamente proporcional, se destacan las especies: *Azadirachta indica* A. Juss., *Guaiaecum officinale* L. *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Leucaena leucocephala* L, *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb., *Caesalpinia glandulosa* Berter, *Stenocereus fimbriatus* (Lam.). El grupo III es el de menor diversidad, mayor dominancia, menor abundancia proporcional de especie y equitatividad.

Tabla 4. Riqueza y diversidad de especies leñosas por parcelas en el matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio de El Rosal.

Parcelas	Número		Índices			
	Especies	Individuos	H'	E	D	1/D
Grupo I	11	89	0,98	0,94	0,11	9,13
Grupo II	7	69	0,75	0,91	0,19	5,39
Grupo III	7	66	0,73	0,86	0,20	4,93

Donde:

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

El comportamiento de la diversidad podrían estar asociado a la ocurrencia de perturbaciones (plantación, especies introducida), efecto que condiciona una alteración en la composición y en el número de individuos, por la aparición de especies pioneras y secundarias, que ocasiona una disminución de la importancia de las especies nativas (Hobbs y Huenneke, 1992 y Jiménez-González, 2012).

Resultados similares, coinciden con Aguirre (2013) al plantear que su preferencia para establecer evaluaciones por el índice de Simpson, el cual considera la dominancia de las especies y ofrece información acerca de la probabilidad que dos individuos extraídos al azar pertenezcan a diferentes especies, siendo menos sensible a la riqueza de especies.

4.3.4. Estructura vertical

La estructura vertical está conformada por un solo estrato (1-10 m), donde las especies de mayor altura resultaron la *Azadirachata indica* A. Juss y *Leucaena leucocephala* L. (figura 10). Comportamiento que coincide con lo planteado por Borhidi, (1987) citado por Gonzalez y Sotolongo, (2007) quienes destacan que en este tipo de formación predomina fundamentalmente el estrato arbustivo.

En estudios similares Figueredo (2015) plantea que en el matorral costero y subcostero en la Reserva de la Biofera Baconao, por lo general presenta dos estratos, aunque con una estructura irregular, alcanzando 6 m de altura.

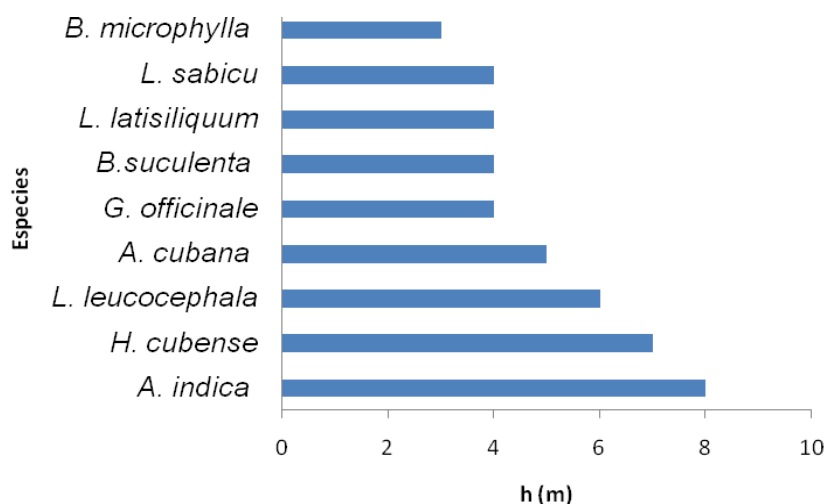


Figura 10. Especies de mayor altura del matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio el Rosal.

4.3.5. Regeneración natural

La regeneración natural de las especies forestales resultó escasa (Figura 11). De las especies presentaron regeneración *Guaiacum officinale* L. y *Leucaena leucocephala* L. resultaron las más abundante y los principales elementos florísticos del bosque, por lo que se cuenta con una reserva de propágulos en diferentes categorías o estadios que garantizan la permanencia de las especies en el área, a pesar que *Leucaena leucocephala* L., se considere especie invasora.

La regeneración natural de la especie *Guaiacum officinale* L. en la etapa de deseminado y brinzal bajo se encuentra abundante, aunque por pisoteo de ganado, competencia y las condiciones climáticas extremas incide en la disminución de su capacidad regenerativa. Según Betancourt (1987) plantea que la regeneración del guayacán es muy escasa quizás a causa de que los ganados porcino y caprino, abundantes en la zona se comen con avidez sus semillas.

En el caso *Leucaena leucocephala* L. su abundante regeneración podría estar relacionada con la abundancia de esta especie, la cual se encuentra frecuente y dominante. Además la especie produce gran cantidad de semillas y posee

una elevada capacidad de dispersión y capacidad de regeneración, que coloniza áreas relativamente extensas.

De manera general se encontró que se regeneran 8 de las 10 especies leñosas inventariadas, comportamiento que pudiera estar influenciado por las perturbaciones que ocurren en estos tipos de bosques, las cuales reducen considerablemente sus poblaciones, llegando a etapa de adulto pocos individuos. En tal sentido Uslar *et al.*, (2003) plantean que por lo general en los bosques secos no todas las especies presentan regeneración abundante y reportan un patrón que indica que existe gran cantidad de plántulas, en cuya sobrevivencia inciden un conjunto de perturbaciones.

Limeres *et al.*, (2015) describe algunas de las condicionantes presentes en el bosque xerofítico de la zona semiárida que inciden sobre la regeneración de algunas especies, como son las escasas precipitaciones, el pastoreo de ganado caprino que consume los frutos que son la base de la regeneración, fisonomía del terreno donde caen las semillas la cual determina la remanencia de humedad, factor que resulta limitante en esta localidad. Además Espinosa *et al.*, (2012) plantean que la supervivencia de la regeneración natural está influenciada por el estrés hídrico de las plantas.

Resultados similares reportó Leyva *et al.*, (2018) en bosques semidecíduos microfilo de la Reserva Ecológica de Baitiquirí, municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo.

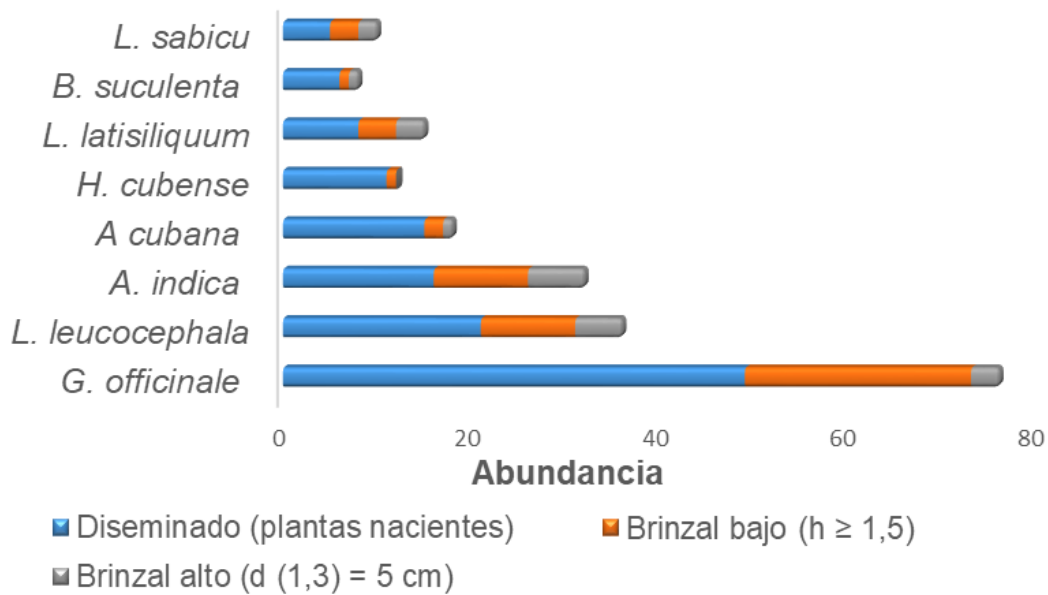


Figura 11. Abundancia absoluta de la regeneración natural de las especies forestales del matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio el Rosal

4.4. Análisis de las variables del estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero

El grado de conservación de un ecosistema o de una formación vegetal y la identificación de las causas de su deterioro, es un eslabón fundamental en la definición de su posterior manejo.

En la Tabla 5 se muestra el grado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio el Rosal, el cual fue evaluado de Poco conservado, resultado que pudiera estar influenciado por la irregularidad de los estratos originales, donde las especies originales representan el 40%, así como por el bajo grado de cobertura (20% del área total) y la presencia de especies invasoras en el 65% del área evaluada.

Tabla 5. Grado de conservación de la cubierta vegetal en el área ubicada en El Rosal.

Variables	Índice	Evaluación
Grado de estratificación	Media-baja	1
Grado de especies originales	Media-baja	1
Grado de Cobertura vegetal	Medio	1
Grado de modificación	Alto	1
Cobertura de especies invasoras	Alta a media	1
Total de puntos acumulados		5
Resultado	Poco Conservado	

Debemos destacar que de las 15 especies inventariada siete son naturales del matorral xeromorfo (*Brya microphylla* Bisse., *Lysiloma sabicu* Benth, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.; *Stenocereus fimbriatus* Lam.; *Guaiaicum officinale* L.; *Caesalpinia glandulosa* Berter; *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes) y *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb.), estas dos últimas consideradas endémicas.

Por otro lado se debe destacar que de las especies inventariadas cinco (33.3 %) están recogidas en la lista roja de Cuba (González *et al.*, 2016), de ellas dos se encuentran en estado de amenaza (*Lysiloma sabicu* Benth y *Guaiaicum officinale* L.), dos son evaluadas de preocupación menor (*Hebestigma cubense* (Hunth) Urb y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth) y una en peligro crítico (*Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes)).

En cuanto al grado de cobertura vegetal, se encontró que la mayor cantidad de individuos pertenecen al estrato herbáceo con 949, seguido del arbóreo y el arbustivo con 133 y 382 respectivamente.

El grado de modificación resultó alto, debido a que los caminos ocupan el 50% del área, existe una extracción medianamente intensa de los recursos vegetales y se pastorea animales en aproximadamente el 75% del área, elementos que de conjunto provocan una seria alteración de la formación vegetal, limitando su recuperación y estabilidad ecológica.

Matos y Ballate (2006) destacan que las formaciones vegetales evaluadas como poco conservado, responden a las áreas que manifiestan una significativa alteración, con una débil tendencia hacia su auto-restablecimiento y predominio consecuente de especies secundarias, con un deterioro espacial alto, ocasionado por una acentuada influencia de las actividades económicas, lo cual se manifiesta en la disminución de la estabilidad ecológica.

De forma general estos resultados concuerdan con criterios emitidos por Miles *et al.*, (2006) y Reyes y Acosta (2011), quienes destacan que actualmente los bosques secos tropicales están sometidos a fuertes impactos como los cambios del clima, la fragmentación de los bosques por el fuego y la expansión de las áreas para los cultivos y la ganadería, por lo que recomiendan la conservación de estas áreas.

Criterios que están en correspondencia con los recogidos en el programa de lucha contra la desertificación y sequía (CITMA, 2005) donde se reconoce la deforestación, el sobrepastoreo y las prácticas agrícolas aplicadas sin medidas de conservación, como algunas de las causas de deterioro ambiental de la región semiárida, las cuales se manifiestan con el incremento de los procesos erosivos que condicionan la baja productividad de los suelos (Limeres *et al.*, 2014).

Por su parte Acosta *et al.*, (2014) reportaron como en los bosques semidecíduos mesófilo y micrófilo en el Refugio de Fauna el Macío, Granma, la sobreexplotación ilegal de los recursos forestales, principalmente por la tala, los fuegos intensos asociados a la actividad agrícola y la construcción de viviendas, provocaron la pérdida de la vegetación original.

Mientras que Figueredo (2015) describe como la principal causa dañina a los bosques secos en la Reserva de la Biosfera de Baconao, a la fragmentación del hábitat por el turismo y los viales así como a la pérdida de la diversidad biológica, debido a la deforestación, los incendios, el desarrollo de especies invasoras, el aumento de especies ruderales a causa del pastoreo extensivo y la disminución del valor paisajístico, destaca además que la fragmentación por la extracción de madera para auto consumo, la construcción de caminos y el

pastoreo extensivo antes de ser Reserva Ecológica, dejaron grandes secuelas en estas áreas. Brooks y Figueredo (2015) destacaron que las plantas invasoras llegaron a ocupar el 17% de las plantas en estas formaciones vegetales.

CITMA (2015), destaca las alteraciones, fragmentación o destrucción de hábitat/ecosistema/paisajes dentro de las principales causas que han provocado la pérdida de la diversidad biológica en Cuba, las cuales fueron ocasionadas fundamentalmente al cambio de uso del suelo, el empleo de prácticas inadecuadas de preparación de los suelos para la agricultura, la sobre explotación de los recursos forestales, la degradación y contaminación del suelo, así como a la introducción de especies exóticas invasoras que sustituyen o afectan el funcionamiento de los ecosistemas y especies nativas. También señalan el Cambio climático con la consecuente agudización de los períodos de seca, la ocurrencia de lluvias intensas, la elevación de la temperatura y el incremento de las penetraciones del mar, así como la intensidad y frecuencia de fenómenos extremos como los huracanes y los incendios forestales, como otras de las causas.

4.5. Propuesta de restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero

A continuación se muestran las acciones previas diseñadas para la restauración.

La propuesta ha sido formulada considerando la información recopilada a lo largo de un trabajo minucioso de tres años, orientado a conocer la situación socioeconómica y ambiental del sitio. El mismo se generó con el aporte de los especialistas de la Empresa Agroforestal Imías, proyecto 1 OP-15 y líderes de las comunidades locales, los cuales fueron llevados a través de reuniones y talleres que permitieron conocer la realidad de las comunidades donde se encontraban estos sitios.

Para la recopilación de la información en el inicio de la investigación se contó con el aporte de los especialistas de la Unidad silvícola de Cajobabo, la Unidad de Medio Ambiente (UMA) de Guantánamo, CITMA, los profesores del departamento de la carrera de ingeniería forestal de la Facultad Agroforestal

Guantánamo y los investigadores del Instituto de Suelos hicieron su aporte en reuniones y encuentros.

Resultados de la aplicación de cada paso de la propuesta:

Paso 1. Definición del ecosistema de referencia

Se tuvo en cuenta las principales investigaciones realizadas en el área que hoy ocupa el matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio El Rosal, las cuales se refieren a continuación:

- Uso del *Guaiacum officinale* para la rehabilitación en la zona semiárida de la provincia Guantánamo (Fernández *et al.*, 2015).
- Restauración de áreas degradadas de la comunidad los Cerezos, en la franja costera sur de Guantánamo, Cuba (Fernández *et al.*, 2015).
- Multimedia Manejo sostenible de tierra, una alternativa para los ecosistemas degradados. Derecho de autor: 3594-11-2014.
- Plan de manejo de la Unidad Silvícola de Cajobabo”. Proyecto de ordenación simplificado la Empresa agroforestal de Imías 2014-2024.
- Proyecto 1 OP-15 “Fortalecimiento de Capacidades para el Planeamiento, Toma de Decisiones y Sistemas Regulatorios; Sensibilización // Manejo Sostenible de Tierras en Ecosistemas Severamente Degradados”.
- Informe final Proyecto 1 OP-15 “Manejo Sostenible de Tierras. Experiencias y desafíos. Área de intervención Guantánamo (Limeres *et al.*, 2015).
- Acciones de restauración para recuperación de suelos degradados en la zona costera sur de la provincia Guantánamo (Fernández *et al.*, 2017).

Paso 2. Evaluación del estado actual del ecosistema

Para materializar este paso se realizó una evaluación previa del ecosistema, se evaluaron sus condiciones actuales en términos de su integridad ecológica: composición de especies, estructura y función. Fueron considerados:

- Los resultados de la caracterización de la diversidad florística (anexo 3), realizada en el matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio El Rosal.
- Estudios de los Productos Forestales no Madereros en sitios de la zona semiárida de la Provincia de Guantánamo (Fernández *et al.*, 2018).
- Estudio sobre los impactos antrópicos en tres sitios El Rosal, Los Cerezos, y Veguita del sur de la zona semiárida. Resultados del Informe final del Proyecto Nacional del Programa “Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica En Cuba”. P211LH005-023: “Propuesta de programa de restauración ecológica para sitios degradados en la zona semiárida de la provincia de Guantánamo”.
- Entrevistas y reuniones con personal técnico y guardabosques en tres sitios El Rosal, Los Cerezos, y Veguita del sur de la zona semiárida. Resultados del Informe final del Proyecto Nacional del Programa “Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica En Cuba”. P211LH005-023: “Propuesta de programa de restauración ecológica para sitios degradados en la zona semiárida de la provincia de Guantánamo”

Los resultados de la evaluación previa del ecosistema arrojaron la presencia de 9 familias, 10 géneros y 15 especies de plantas. La familia más abundante, resultó ser la Leguminosae y la principal problemática en la región resultó el cambio en la estructura en el matorral xeromorfo costero y subcostero, como consecuencia de las perturbaciones por talas incontroladas, extracción de madera, leña, tala selectiva, apertura de caminos, viales, pastoreo y la presencia de especies invasoras, unido a los eventos meteorológicos.

En la zona de estudio reconocen 61 especies de origen vegetal con al menos un uso, destacándose su utilización como medicinales, leña, carbón, madera, materiales de construcción, ornamentales, alimentos y comerciales. La especie *Guaiacum officinale* L. fue reconocida como la de mayor uso, avalado por el conocimiento mostrado por los productores sobre su empleo, aunque alegan limitarse en sus utilización por lo que significa para este tipo de bosque. Estos

resultados están en correspondencia con los reportados por Fernández *et al.*, (2018).

Paso 3. Definición de las escalas y niveles de organización

Escalas:

Regional – Franja costera sur, municipio Imías

Local – El Rosal.

Puntual –localidades- La chivera en el municipio Imías.

Niveles de organización

Comunidad (biológica) – Matorral xeromorfo costero y subcostero

Paso 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio

Escalas de disturbio

Escala (1 a 4)

Introducción de especies exóticas

Eventos meteorológicos

Tala selectiva

Extracción de PFNM

Pastoreo

Afectación total por caminos

Respuesta al disturbio:

Dominancia de especies exóticas

Irregularidades en la forma de distribución de la estructura diamétrica de las especies con alto valor comercial.

Dominancia de especies de poco valor comercial

Abundancia de especies de poco valor comercial en matorral xeromorfo costero y subcostero

Fases diagnóstica y experimental –Pasos 5 – 6 –7

Paso 5. Lograr la participación comunitaria

La restauración ecológica es una actividad con diferentes escalas espaciales y temporales, en las cuales los disturbios antrópicos juegan un papel importante en cualquier escala que se elija (Vargas, 2011).

Los conocimientos que tienen los pobladores del sitio, “El Rosal”, sobre su localidad, su historia de uso, la ubicación de las especies y en algunos casos su propagación son conocimientos de gran importancia en el éxito de los proyectos. De esta forma la educación ambiental se vuelve más práctica y se puede consolidar a corto y largo plazo para aplicar la restauración ecológica en la región.

La restauración ecológica es una actividad a largo plazo y por consiguiente quienes deben garantizar la continuidad de los proyectos son las poblaciones locales, en este caso, los habitantes del sitio, con apoyo del Consejo Popular y de la Unidad Silvícola de Cajobabo perteneciente a la Empresa Agroforestal de Imías.

Para consolidar el trabajo que se propone las siguientes acciones:

Capacitación: esta debe asegurar que los individuos de las comunidades incrementen sus conocimientos, fortalezcan habilidades y desarrollen destrezas en los temas de su interés.

Educación ambiental: se tendrán en cuenta la población y decisores.

Extensiomismo forestal: se elaboraran materiales escritos que sirvan de guías para el productor (afiches, plegables) y se realizara la divulgación en la radio de temas orientados a modificar conductas, en su interacción con el medio (Zamora, 2017).

Se crearan círculos de interés y seleccionaran promotores ambientales en la comunidad, los cuales desarrollan procesos de gestión encaminados a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento equilibrado de los recursos ambientales, a través de charla que trasmitirán a niños y pobladores.

Paso 6. Evaluación del potencial de regeneración

La caracterización florística brinda información sobre el potencial de regeneración, la disponibilidad de especies en la región, su ubicación, su etapa sucesional y abundancia. Además nos da una aproximación de las especies vulnerables, promisorias e indicadoras y sobre todo de aquellas que potencialmente pueden ser utilizadas en programas de restauración.

Los resultados arrojaron un escaso comportamiento de regeneración natural, donde las especies *Guaiacum officinale* L., *Leucaena leucocephala* L. y *Azadirachta indica* A. Juss., fueron las de mayor abundancia, al encontrarse dominando, por lo que son consideradas especies indicadoras de la sucesión y las más importantes. Igualmente aparecen otras especies importantes pero no indicadoras, tales como: *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Lysiloma sabicu* Benth., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Brya microphylla* Bisse.; las cuales han mostrado su capacidad de resistir a condiciones de extrema sequía.

Atendiendo a estos resultados se sugiere trabajar con *Guaiacum officinale* L., *Lysiloma sabicu* Benth, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb., y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., en el monitoreo de la regeneración natural.

Paso 7. Barreras a la restauración

De acuerdo con los resultados que se presentan, se definen como barreras ecológicas:

- Irregularidades en la estructura diamétrica de las especies con alto valor comercial
- Dominancia de especies de poco valor comercial
- Abundancia de especies exóticas.
- Abundancia de especies de poco valor comercial en el matorral xeromorfo costero y subcostero del sitio El Rosal.

Las barreras socioeconómicas están representadas por:

- Tala selectiva
- Extracción de PFNM
- Pastoreo
- Afectación total por caminos
- Introducción de especies exóticas

Fase experimental – Pasos 8 – 9 – 10 – 11

Paso 8: Selección de las especies adecuadas para la restauración

Para la restauración del matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio El Rosal, se propone un conjunto de acciones y normativas silviculturales orientadas a cumplir las funciones de conservación y producción. Se propone la reforestación pasiva (regeneración natural), enriquecimiento del bosque y la reforestación con especies nativas.

La selección de las especies se hace en función de los objetivos de producción y de la calidad del sitio. Se recomienda usar por lo menos cuatro especies nativas diferentes y se aconseja el método de enriquecimiento en fajas, especialmente en caso de áreas fuertemente degradados. En superficies relativamente pequeñas, cuando se pueda asegurar un mantenimiento continuo y el bosque restante no se encuentra tan degradado, también se podrá aplicar el método de enriquecimiento en grupo.

Dentro de las otras acciones que proponen se encuentran: la colecta de semillas, la construcción de microviveros en patios y huertos caseros, la capacitación oportuna y pertinente relacionada con la restauración y la conservación del ecosistema forestal, la que se realizara con la asesoría del personal experimentado de la Unidad Silvícola Cajobabo y la Empresa Agroforestal Imías

Paso 9. Propagación y Manejo de las especies

Se presentan recomendaciones sobre la silvicultura de cinco especies que pueden ser utilizadas para el enriquecimiento de bosques, teniendo en

cuenta los criterios de Betancourt (1987) y Álvarez y Varona (2006). Estas especies se encuentran en la Propuesta de especies nativas de interés para el fortalecimiento de la diversidad biológica y la recuperación de los paisajes (Oviedo, 2017).

Las especies seleccionadas para emprender procesos de restauración del bosque en estudio, presentan cualidades particulares en cuanto a la silvicultura (Álvarez, 2005), por lo que es importante conocer sus características en la forma de propagarse y manejarse, ya que de esto también depende el éxito de los programas de manejo y proyectos de plantación.

Según la caracterización florística se escogieron las especies *Guaiacum officinale* L., *Lysiloma sabicu* Benth, *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes) y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (Tabla 5), las cuales se encuentran reportadas en la lista roja de Cuba (González *et al.*, 2016).

Tabla 5. Listado de especie en estado de amenaza del matorral xeromorfo costero y subcostero en el sitio el Rosal.

Especies	Estado de amenaza	Endemismo
<i>Guaiacum officinale</i> L.	A	Nat
<i>Lysiloma sabicu</i> Benth.	A	Nat
<i>Hebestigma cubense</i> (Hunth) Urb.	LC	End
<i>Albizia cubana</i> Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes).	CR	End
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	LC	Nat

Leyenda: A (amenazado), CR (en peligro crítico), LC (preocupación menor).

Manejo

Se utilizara semillas como material de propagación y en el vivero se utilizara bolsas de polietileno y se plantaran en cepellón.

Las semillas serán recolectadas y procesadas manualmente. Para su extracción se colectaran los frutos de los árboles y se envasaran en sacos para ser almacenados en la nave de procesamiento, donde son colocadas bajo el sol hasta que se sequen totalmente, luego se eliminaran las impurezas y envasaran las semillas en recipientes metálicos bien cerrados, los que se almacenaran en lugares frescos hasta que se les realicen los análisis de calidad.

En la tabla 6 se muestran los aspectos que relacionan las especificidades de cada especie en cuanto a su fenología, tratamiento pregerminativo, capacidad germinativa y permanencia en el vivero.

Tabla 6. Relación de la fenología, tratamientos pregerminativos, capacidad de germinativa y permanencia en el vivero de las especies seleccionadas.

Especies	Fenología			Tratamientos pregerminativos	Capacidad germinativa	Permanencia en el vivero
	Floración	Fructificación	Cosecha de los frutos			
<i>G. officinale</i>	Marzo a mayo	Mayo a octubre	Julio hasta octubre.	Sumergir las semillas en agua durante un periodo de 12 a 15 horas	60% de CG Comienzan a germinar entre los 15 y 20 días de sembradas	Por su crecimiento lento requiere 5 m y 6 meses
<i>L. sabicu</i>	Marzo a abril	Abril a diciembre	agosto a diciembre	Sumergir las semillas en agua hirviendo durante 30 o 40 segundos inmediatamente ante de sembrarlas	60% de CG Comienzan a germinar entre los 8 ó 12 días	De 3 a 5 meses.
<i>A. cubana</i>	Abril y mayo	Abril a diciembre	Agosto a diciembre	sumergir las semillas en agua hirviendo durante 30 o 40 segundos inmediatamente ante de	40 % de CG Inicia la germinación a los 10 ó 12 días después de la siembra	De 4 a 6 meses

				sembrarlas		
<i>H. cubense</i>	Marzo a mayo	Mayo a octubre	Agosto a octubre	Remojar en agua a temperatura ambiente por 12 horas	Alcanza hasta un 90%; comienzan a germinar entre los tres y ocho días de sembradas	De 3 a 4 meses.
<i>L. latisiliquum</i>	Marzo a mayo	Julio a agosto	Diciembre a marzo	Remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas	40% comienzan a germinar entre los 8 y 10 días de sembradas	6 meses.

El manejo de las mismas se realizará según criterios de Betancourt (1987) y Álvarez y Varona (2006), para ello se consideraran los siguientes aspectos:

Sustrato: se empleará suelo del sitio donde se va a realizar la plantación, o que tenga propiedades físico-química similares y se combinará con materia orgánica. Se deberán realizar los análisis correspondiente (nematodos, contenido de MO y nutrientes, etc.)

Atenciones culturales: deshierbe, riego, remoción, control fitosanitario y repicado. Se recomienda el uso de bioproductos (microorganismo eficiente, fosforina, azotobacter, FitoMas-E, micorrizas), los cuales han mostrado efectos positivos en el desarrollo de las posturas.

Paso 10. Selección de los sitios

El sitio se seleccionará cuidadosamente, considerando los disturbios naturales y antrópicos existente en el área. Se consideraran los aspectos siguientes:

- 1.- Ubicación en sitios accesibles
- 2.- Definir el área y su grado de alteración
- 3.- Evaluar el estado del suelo y su hidrología
- 4.- Definir si aún persisten los disturbios a esa escala y predecir si se pueden volver a presentar. Si no se elimina de una forma definitiva los factores tensionantes es posible que el proyecto no sea viable.
- 5.- Evaluar con las comunidades locales las actividades humanas, buscando la mayor compatibilidad posible con el proyecto.

- 6.-Tener en cuenta las recomendaciones de las comunidades locales en cuanto a fenómenos estacionales como huracanes.
7. Se debe evaluar si hay especies invasoras en el sitio o en los alrededores
8. Planear actividades continuas con la comunidad, para el manejo de especies invasoras.
9. Evaluar el estado del suelo.

Paso 11. Estrategia para superar las barreras a la restauración

Para superar las barreras a la restauración en el matorral xeromorfo costero y subcostero, se tendrá en cuenta que si las intervenciones humanas han deteriorado el área esa misma fuerza será capaz de contribuir a su recuperación, por lo que se deberán adoptar técnicas de la llamada silvicultura moderna como: la reforestación pasiva (regeneración natural), enriquecimiento del bosque natural y la reforestación con especies nativas.

Para la restauración del hábitat natural se propone: recuperación de zonas críticas (aislamiento de áreas con intervención humana grave y enriquecimiento de especies) y plantaciones con especies nativas idóneas según objetivos.

Deben mantenerse los huertos caseros ya que estos constituyen un micro-sistema agrícola productivo y sostenible, que satisface las necesidades de la familia desde diferentes puntos de vista (García, 2006), además en estos se conserva in situ durante años la biodiversidad agrícola y se utiliza la biodiversidad natural de su entorno (Sánchez, 2015).

Aplicar buenas prácticas para el manejo sostenible de productos de la madera y de productos no maderables, así como de servicios ambientales que incluye: colecta y manejo de semillas forestales, cultivo y manejo de especies nativas productoras de fibras vegetales, especies de plantas silvestres de uso medicinal.

La propuesta de restauración (Anexo 5) 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 las labores silviculturales.

Para la restauración se utilizarán las especies *Guaiacum officinale* L, *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Lysiloma sabicu* Benth. y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth, las cuales fueron seleccionadas en función de los objetivos de producción y de la calidad del sitio. Para su establecimiento se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

Preparación del Sitio.

Se realizará por el método de preparación del terreno sin calvero. Para ello se eliminará la vegetación ligera y el arbolado sobrante. El primer caso consiste en cortar los arbustos, arbolitos y bejucos, para lo cual se hace manualmente con machetes, hachas y ocasionalmente con motosierras. El material utilizable se extraerá siempre que sea económico, sino se acordonará para proteger el suelo.

En una primera etapa se manejarán las especies invasoras *Leucaena leucocephala* L. y *Azadirachta indica* A. Juss que se encuentra colonizando el área, ya que estas contribuyen con la protección del suelo, para ello se recolectarán los frutos para evitar su regeneración. En una segunda etapa estas se eliminarán gradualmente.

La eliminación de la vegetación herbácea se realizará 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.

También se recomienda la reparación del suelo por método de siembra bajo dosel, donde la preparación es más restringida a pequeñas áreas o fajas irregulares, que se acondicionan con guataca, se abren hoyos con pico o barrenas y se aplica materia orgánica. Las especies se ubicarán en dependencia de las condiciones existentes, en terrazas individuales o tresbolillo.

Plantación

Para la restauración del hábitat natural se propone el enriquecimiento individual o en grupo con especies nativas y endémicas, aunque se tendrán en cuenta el manejo de la regeneración natural de aquellas especies que se adapten bien a las condiciones del sitio (Álvarez y Varona, 2006). El método a emplear se establecerá a tendiendo a:

El enriquecimiento en grupo: se establecerá en áreas de calveros, las especies exigentes a la luz se plantaran en pequeños grupos. No se recomienda mezclar más de tres 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 se realizará en la medida que se logren las posturas con cepellón con las dimensiones adecuadas para ser llevada al área de plantación.

Grukke (2007) citado por Sánchez (2015) destacan que este proceso silvicultural tiene como objetivo mejorar la productividad futura y la calidad de los individuos pero tiene la limitante de que las condiciones edafoclimáticas no son las ideales.

- 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 requiere una alta densidad (2 m x 2 m).

- Fecha de plantación: se escogerá teniendo en cuenta la época más lluviosa.
- 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. La fertilización orgánica se realizara en dependencia de la disponibilidad y el requerimiento de las posturas.

Medidas contra incendios

Las medidas de protección contra incendios se realizaran de manera permanente debido a la posibilidad de ocurrencia de estas perturbaciones, producto a la cantidad de material combustible, los cazadores furtivos y visitantes, lo cual constituye un peligro para el área. Se establecerán trochas corta fuego, carteles de prevención y se construirá torre de observación.

Aplicación de medidas de mejoramiento y conservación

La aplicación de las medidas de mejoramiento y conservación de suelos constituye una necesidad para preservar los ecosistemas, ya que estas permiten detener los procesos degradativos y aumentar la productividad de los suelos.

A continuación se hace referencia a un conjunto de técnicas de conservación y mejoramiento de suelos que ayudarán a la restauración de los sitios seleccionados. Las medidas de conservación de suelos se realizaron según lo establece la norma cubana NC 881 (2012) y Fernández *et al.*, (2017).

- Reforestar en los calveros.
- Mantener cobertura viva con las plantas existentes.

- Aplicar materia orgánica en el hoyo 2 libras por plantas y como mantenimiento en las áreas que hay despoblación de la cobertura.
- Terraza individual en área donde hay pequeñas pendientes.
- Realizar barreras muertas cada 20 m, utilizando material propio del lugar.
- Estabilización de las cárcavas.
- Arrope con los restos de la poda de mantenimiento.

Paso 12 –Monitoreo del proceso de restauración

Este paso proporcionará una línea base de información para entender el comportamiento del matorral xeromorfo costero subcostero, a través del tiempo, para predecir y/o prevenir cambios no deseados, evaluar si los objetivos se cumplen o se deben hacer las modificaciones pertinentes. La propuesta está basada en los resultados que se presentan en el acápite “especies indicadoras”.

A nivel de paisaje se deberá monitorear la superficie con cobertura vegetal. A nivel de especies se propone como especies indicadoras de perturbación *Leucaena leucocephala* L. y *Azadirachta indica* A. Juss., mientras *Guaiacum officinale* L como de recuperación.

Se realizaran un estudio de regeneración natural con las especies útiles: *Guaiacum officinale* L, *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Lysiloma sabicu* Benth y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.

Paso 13 –Consolidación del Proceso de Restauración

Esta fase implica que se han superado todos los tensionantes del disturbio y que el ecosistema marcha de acuerdo con los objetivos planteados, las labores de mantenimiento y monitoreo deben indicar que el proceso marcha satisfactoriamente y el ecosistema empieza a mostrar variables de auto sostenimiento, como el enriquecimiento de especies, la recuperación de la

fauna, el establecimiento de servicios ambientales relacionados con la calidad del agua y el suelo.

Fase de monitoreo y evaluación

Durante el desarrollo de las acciones de restauración, se dará seguimiento permanente a los resultados de cada técnica, lo que nos permitirá identificar fallas y hacer las modificaciones necesarias que permitan obtener los resultados esperados.

Se trabajará en la recuperación de la cobertura vegetal con la utilización de especies pioneras que inicien la sucesión, para ello se debe recuperar el banco de propágulos y reactivar el potencial de regeneración. Se monitoreará el crecimiento de los individuos por medio de datos de altura, cobertura, número de ramas, tiempo de floración y fructificación.

A nivel de paisaje, se identificarán las especies de diferentes estados sucesionales y estratos, se trabajará en la recuperación del horizonte orgánico del suelo y fauna asociada.

Entre las variables a tener presentes para la evaluación del éxito de la restauración se tendrán en cuenta:

- Cambios en la complejidad, diversidad y estructura de la vegetación
- Evaluación de diferentes grupos de insectos indicadores del estado del ecosistema, entre ellos las hormigas.
- Recuperación de la mesofauna
- Evaluación de la estructura de las comunidades de invertebrados terrestres
- Evaluación de la estructura de comunidades de reptiles, aves y mamíferos menores.
- Silvicultura para la restauración

Sustentabilidad a largo plazo

La sustentabilidad de las actividades de restauración y conservación a largo plazo, será el único medio del que dispondrán las autoridades competentes para prevenir que los pobladores de las comunidades locales, aledañas a los sitios no destruyan o dañen las poblaciones de especies con algún estado de amenaza.

En esencia se propone una herramienta que sirva de modelo en la región para la integración de las acciones de investigación científica y adopción de tecnologías para conservar la biodiversidad y promover el desarrollo comunitario sostenible mediante la conservación in situ de las plantas cultivadas y silvestres, así como el importante desarrollo de estrategias de mercado, con el fin de fomentar la conservación a través del uso de especies y formas subutilizadas, acciones que son consideradas para acumular información, desarrollar metodologías de trabajo y desarrollar técnicas para la restauración de hábitat, la promoción de la agricultura sostenible y actividades de educación ambiental comunitaria (García, 2006), citado por (Sánchez, 2015).

IV. CONCLUSIONES

- El inventario arrojó un total de 15 especies pertenecientes a 10 géneros y 9 familias, donde las especies *Leucaena leucocephala* L., y *Guaiacum officinale* L. resultaron las de mayor importancia ecológica.
- El estado de conservación del matorral xeromorfo costero y subcostero fue evaluado de poco conservado.
- Se propone la restauración ecológica del matorral xeromorfo costero y subcostero, a través de la regeneración natural y el enriquecimiento del bosque con especies nativas *Guaiacum officinale* L., *Hebestigma cubense* (Hunth) Urb, *Albizia cubana* Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes), *Lysiloma sabicu* Benth. y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.

V. RECOMENDACIONES

- Implementar la propuesta de restauración ecológica en los matorrales xeromorfos costeros y subcosteros de la Empresa Agroforestal Imías.
- Continuar con la investigación en otras áreas de la franja costera sur de la Empresa Agroforestal Imías.

Bibliografía

- Acevedo, R. P. y Strong M. T. 2012. Catalogue of seed plants of the West Indies. Published by Smithsonian Institution Scholarly Press. ISSN: 0081-024. www.scholarlypress.si.edu. P. 1192.
- Acosta C. R; Puchades M.A.; Álvarez Q, L. 2014. Caracterización de Los Bosques Semidecíduos Mesófilo y Micrófilo en El Refugio de Fauna El Macío, Granma Cuba. Ciencia en su PC, núm. 2, abril-junio, 2014, pp. 1-25 Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba Santiago de Cuba, Cuba
- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IavH). Bogotá D.C., Colombia. 250 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.
- Aguirre y Geada Gretel. 2017. Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador 208 24 (1): Enero – Junio, 2017 disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n1/a07v24n1.pdf>. Consultado 28 de noviembre del 2018
- Aguirre, L. 2013. Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa* 16(2): 87 – 99. ISSN: 1815-8242 p.
- Aldana, E. Barrero H. García, I., 2006. Los bosques de galería en la EFI Macurije. Estructura, composición y propuesta de Manejo. CD SIMFOR .Pinar Del Rio .Cuba.
- Aldana, E. 2010. Medición Forestal. Editorial: Félix Varela. La Habana. 265 p.

- Álvarez, A., Alicia Mercadet y Col. 2012. El sector forestal cubano y el cambio climático, Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de Agricultura, La Habana, Cuba. 248 p.
- Álvarez, P. 2005. Valoración silvícola para el enriquecimiento de bosques naturales sobreexplotados. *Revista Forestal Baracoa* 24 (1): 3-11p.
- Álvarez, P. y Varona, J. 2006. *Silvicultura*. – C. Habana: Pueblo y Educación; -- 390p. Tercera reimpresión.
- Araújo, P. S. F.; Christo, A. G.; Rodríguez, G.-B. R.; Silva, A. F. 2009. Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em viçosa (MG). *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 39, n. 4, p. 793-805 p.
- Aronson, J., S. J. Milton, y J. N. Blignaut. 2007. Restoring Natural Capital: Definitions and rationale. Pp. 3 – 8 En: J. Aronson, S. J. Milton, y J. N. Blignaut, editores. *Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice*. Island Press, Washington, D. C. EE.UU.
- Baev, L. & Penev, M. 1995. Sostenimientos de los bosques tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. *Revista Unasyuva*. 43 (169), 2- 6p.
- Barrera-Cataño, J.; Contreras-Rodríguez, S.; Garzón-Yepes, N.; Moreno-Cárdenas, A. y Montoya-Villarreal, S. 2010. *Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital*. Bogotá, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).
- Beals, W. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research* 14: 1-55p.
- Berazaín I. R. 2011. *Diversidad de las Comunidades Vegetales de Cuba*. Jardín Botánico Nacional. La Habana, Cuba.
- Berazaín I., R., Areces B., F., Lazcano L., J. C., González T. L.R. 2005. *Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana*. —Convenio Marco de colaboración entre las Universidades de Oviedo, el Ayuntamiento de

Gijón y la Universidad de la Habana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) 4:1-86. 86 p.

- Berovides. V., Gerhartz. L. J. 2009. Divulgación Científica. Diversidad de la Vida y su conservación. Ed. Científico – Técnica, 99p.
- Berovides. V., Gerhartz. L. J. 2010. Divulgación Científica. Diversidad de la Vida y su y su conservación. Ed. Científico – Técnica, 99p.
- Betancourt, A. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales – C. Habana: Científico- Técnico, 1987–430p
- BIOECO., 1998: Diversidad biológica de la Franja Costera Sur de Guantánamo, BIOECO, Santiago de Cuba, 58 p.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana, Cuba: Científico- Técnico. 369 p.
- Borges, O., Baisre, J., Piedra, Caridad., Limeres, T., Cintra, Marianela., Sánchez, Inalvis., Fong, A., Sanloy, D., Giraudy, Celerina. 1998. Proyecto 013 – 05 – 001 del PCTN Los Cambios Globales y el Medio Ambiente Cubano: “Introducción y evaluación de especies vegetales para la zona semiárida Valle de Guantánamo – Franja Costera Sur que propicien el uso sostenible y la conservación de la biodiversidad mediante un reordenamiento agroecológico de la región”, Monografías. Centro de Investigación de Suelos. Guantánamo. Cuba.
- 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). 1-10p.
- Capote R. 2018. Cuba y su biodiversidad: apuntes a su desarrollo sostenible y paisajes montañosos René P. López: Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba Vol. 8 no. 2 julio-diciembre. 44p disponible en <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/462/451> consultada 20 de diciembre 2018
- Capote R. P. y Berazaín R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional, 5(2). 1-49p.

- Capote, R.P. González I., Regalado L., Fuentes I y Oviedo Ramona 2006. Fragmentación de vegetación en el archipiélago cubano: conservación de diversidad biológica y mitigación de desertificación. En: Mailen Riveros, L.E. et al. (Ed.) IVIC, Caracas.
- Carrillo-Fajardo, M., O. Rivera-Díaz, R. Sánchez-Montaño. 2007. Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del cerro Tasajero, San José de Cúcuta (norte de Santander), Colombia. *Revista Actualidad Biológica* 29 (86): 55-73
- Castro-Muñoz, L.M. 2016. Mejorando la prevención, control y manejo de Especies Exóticas Invasoras en ecosistemas vulnerables en Cuba. *Bisbea* 10(NE1):48.
- CITMA, 2005. Programa de Asociación de País. Apoyo a la Implementación del Programa de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación y la Sequía.
- CITMA. 2015. Estrategia Ambiental Nacional 2016 / 2020. AMA, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana. 40 pp. Disponible en: [http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/1511/Estrategia %20Ambiental%20Nacional%202016-2020.pdf?sequence=6&isAllowed=](http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/1511/Estrategia%20Ambiental%20Nacional%202016-2020.pdf?sequence=6&isAllowed=). Consultado el 28 de Diciembre 2018
- CITMA. 2015. Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica 2016 / 2020. AMA, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana. 26 pp. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/cu/cu-nbsap-v3-es.pdf>. Consultado 8 de enero 2019
- CITMA.2015. Estrategia Ambiental Provincial. Guantánamo.30p.
- Clewell A. F. y J. Aronson. 2013. *Ecological restoration: Principles, values and structure of an emerging profession. Second edition. Edition.* Island Press.
- Cruz Flores, D. D., D. Martínez Borrego, J. L. Fontenla y C. A. Mancina. 2017. Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. 26-43p. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 p.

- Echeverría, C., Smith-Ramírez, C., Aronson, J. & Barrera-Cataño, J. I. 2015. Good news from Latin America and the Caribbean: national and international restoration networks are moving ahead. *Restoration Ecology*, 23, 1-3p.
- Ehrenfeld JG. Defining the Limits of Restoration: The Need for Realistic Goals. *Restor Ecol.* 2000; 8 (1):2-9p.
- Espinosa, C.I., de la Cruz, M., L. Luzuriaga, A. 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.
- Estrada, A; Rodríguez, A; Sánchez, J. 2005. Evaluación y Categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica. San José, CR. Museo Nacional de Costa Rica. 229 p. Disponible en: http://documentacion.sirefor.go.cr/archivo/cbm/categorizacion/categorizacion_especies.pdf. Consultado el 20 julio 2018.
- 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. 108-150p.
- FAO. 2018. El estado de los bosques del mundo – Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Roma. Disponible en www.fao.org/3/i9535es/i9535es.pdf. Consultado 4 de octubre 2018
- Feader, A. 2010. ¿Qué es la biodiversidad?, Fundación biodiversidad Ministerio del medio ambiente y medio rural y marino, gobierno de España.
- Fernández, Illovis., Blanco, A., Limeres, T., Cintra, M., Fuentes, J., Sanchez, R., Castillo, A., & Pineda, A. 2017. Acciones de restauración para recuperación de suelos degradados en la zona costera sur de la provincia Guantánamo. *Agrisost*, 23 (1), 14-20p. Disponible en: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/1895>. Consultado 5 de enero 2019
- Fernández, Illovis., Blanco, A., Limeres, T., Cintra, M., Fuentes, J., Sanchez, R. 2015. Uso del *Guaiaecum officinale* para la rehabilitación en la zona semiárida de la provincia Guantánamo. *Revista Electrónica*

“Hombre, Ciencia y Tecnología” del CITMA Guantánamo vol. 19 Número 1 Enero-Marzo.

- Fernández, Illovis., Blanco, A., Limeres, T., Cintra, M., Fuentes, J., Sanchez, R., Castillo, A., & Pineda, A. 2015. Restauración de áreas degradadas de la comunidad los Cerezos, en la franja costera sur de Guantánamo, Cuba. Revista Forestal Baracoa Vol.34 No.1.
- Fernández, Illovis., Blanco, A., Cintra, Marianela., Fuentes J., Castillo, A., Gonzalez, R., 2017. Informe parcial del proyecto PN P211LH005-023: “Propuesta de programa de restauración ecológica para sitios degradados en la zona semiárida de la provincia de Guantánamo”. Inédito. 48 p.
- Fernández, Illovis., Blanco, A., Cintra, Marianela., Fuentes J., Castillo, A., Gonzalez, R., 2018. Informe final del proyecto PN P211LH005-023: “Propuesta de programa de restauración ecológica para sitios degradados en la zona semiárida de la provincia de Guantánamo”. Instituto de suelos, UCTB Guantánamo. Inédito. 148 p.
- Fernández, Illovis., Blanco, A., Cintra, Marianela., Leyva Ibian., Rodríguez, Y. 2018. Productos Forestales no Madereros en sitios de la zona semiárida de la Provincia de Guantánamo. Revista Electrónica “Hombre, Ciencia y Tecnología”. Vol.22 No.2 Disponible en <http://cienciagtm.idict.cu>. Consultado 8 de enero 2019
- Figueredo, Luz Margarita Luz Margarita. 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.
- Figueredo, Luz Margarita. 2016. Prioridades para la conservación Vegetal. Revista Cubana de Ciencias Biológicas. Vol. 5. No 1. Febrero—Septiembre. 82-94p.
- Figueredo, Luz Margarita., y O. J. Reyes. 2015. Riqueza florística, endemismo y formas de vida de los bosques y los matorrales de las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Cuba. Caldasia 37 (1): 31-45p.
- Figueredo, Luz Margarita, Acosta F., Orlando J. Reyes O.J. y Fornaris G. E. 2012. Caracterización de la vegetación de las Terrazas Costeras de la

Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba. BRENESIA, 78, 25-33p. Disponible en: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:alvssnrf8bej:https://www.researchgate.net/profile/luz_margarita_figueredo_cardona/publication/324991088_caracterizacion_de_la_vegetacion_de_las_terrazas_costeras_de_la_reserva_de_la_biosfera_baconao_santiago_de_cuba_cuba/links/5af0520b458515f599848133/caracterizacion-de-la-vegetacion-de-las-terrazas-costeras-de-la-reserva-de-la-biosfera-baconao-santiago-de-cuba-cuba.pdf%3forigin%3dpublication_detail+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cu. Consultado el 20 de noviembre 2018.

- Flórez, Claudia Patricia. 2011. Rehabilitación de Suelos en Proceso de Desertificación Vía Reactivación Del Ciclo Biogeoquímico Con Plantaciones De Nim (*Azadirachta Indica* A. Juss.) En El Occidente Medio Antioqueño. Tesis Dirigida Para Optar Al Título: Magíster En Bosques Y Conservación Ambiental Universidad Nacional De Colombia, Sede Medellín Facultad De Ciencias Agropecuarias. 104p. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/5759/1/43606793.2011.pdf>. Consultado 8 de enero 2019
- García O. F. 2009. La biodiversidad invisible. Disponible en: http://oa.upm.es/8134/1/Olmedo_188.pdf. Consultado 12/10/2018. 11p.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84p.
- Gentry, A.H.1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In: Bullock SH, Mooney HA, Medina E. (Eds) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- González I., Regalado L., Fuentes I y Oviedo Ramona 2012. Plantas invasoras de Cuba. *Bissea*, 6 (1). Edición Jardín Botánico Nacional. 140 P.
- 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). 1-23p.

- Gonzalez, E. y Sotolongo, R. 2007. Ecología Forestal. Edit. Felix Varela. La Habana. 229p
- González-Torres, L. R., Leiva, A. T., Rankin, R. & Palmarola, A. (eds.). 2007. Categorización Preliminar de taxones de la Flora de Cuba. Jardín Botánico Nacional. Universidad de La Habana.
- González-Torres, 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. , Berazaín, R., Regalado, L. & Granado, L. 2016. Estado de conservación de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1): 1-23p. Disponible en <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1054/2/02%20estado%20de%20conservaci%c3%b3n%20de%20la%20flora%20de%20cuba.pdf> . consultado 25 de noviembre del 2018.
- Gunter S., M. Weber, Stimn B., Mosandl R. 2011. *Silviculture in the tropics*. Center of live and food Sciencies Weihenstephan. Technische Universitat Munchen. Munich, Germany. ISSN. 1614-9785. 547 p. 77. Habana, 480 p.
- Hernández J.A., Pérez J. J. M. Bosch I. D. y Castro S. N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos, MINAG, Ciudad de la Habana, 93p.
- INSMET., 2016. Caracterización climática de la zona de la Chivera. INSMET. Inédito. Guantánamo.
- Instituto de suelos, Guantánamo. 2017. Informe de ensayo sobre propiedades física –química en el sitio el Rosal. PN P211LH005-023: “Propuesta de programa de restauración ecológica para sitios degradados en la zona semiárida de la provincia de Guantánamo”. Laboratorio Provincial de Suelos. UCTB, IS Guantánamo. Inédito. 6p
- Jiménez, A. 2016. Caracterización florística del bosque semideciduo mesófilo de la reserva natural «El Mulo», Artemisa, Cuba. Revista Cubana de Ciencias Forestales., Volumen 4, número 1,48-58p
- 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 en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Rio. Cuba. 160p
- Jiménez, J.; E. 2012. “Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamau-lipeco con historial agrícola en el noreste de México”. Ciencia UANL, 15(2): 66-71p.
 - Jiménez, M. 2006. Guía técnica agroforestal, Instituto de Investigaciones, La habana. Cuba.
 - Jiménez, P. J., O. Aguirre C., E. Treviño G., E. J. Garza, S. Medellín., G. Alanis F. Y E. Canales. 2002. Priorización: Grados de Riesgo y Daño en el Área y Vegetación. En: Curso de Restauración de Áreas Quemadas para ONG'S Conservacionistas. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos. 20 p.
 - Keels, S., Gentry, A., y Spinzi, L. 1997. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. (Biodiversity measuring and monitoring certification training, volume 2). Washington: SI/MAB.
 - Lamb, D., A. Andrade, G. Shepherd, K. Bowers, y S. Alexander. 2011. Building resilience when restoring degraded ecosystems: Improving biodiversity values and socioeconomic benefits to communities. Pages 57-59 En: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, editor. Contribution of Ecosystem Restoration to the Objectives of the CBD and a Healthy Planet for All People. Resúmenes de los carteles presentados en la décimo quinta reunión del Órgano de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico del Convenio sobre Diversidad Biológica. Series técnicas No. 62. SCBD, Montreal, Canadá.
 - Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Alemania. 334 p.
 - Lattke, J. 2000. Specimen processing, pp.155-171 en: D. Agosti,J. Majer, L. Alonso y T. Schultz, eds., Ants, standard methods for measuring and monitoring biodiversity.Smithsonian. Washington.
 - Leal-Pinedo, J. y R. Linares-Palomino. 2005. Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación. Revista Caldasia 27(2):195-211p.

- Leyva Ibian, Semanat, Raudy Katerin Cuscó A., Rodríguez, Y., y Reyes, J. 2018. Estado de conservación de la vegetación del bosque semideciduo micrófilo en la Reserva Ecológica de Baitiquirí. Revista Cubana de Ciencia Forestal. Vol. 6, Núm. 3. Disponible en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/335> consultado 10 de enero 2019
- Leyva, Ibian., 2018. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitiquirí. Memoria escrita en opción al Título Académico de Máster en Ciencias Forestales. Mención Manejo de Bosque. Universidad de Guantánamo. Facultad Agroforestal.
- Limeres, T., Borges, O., Cintra, Marianela., Fernández, Illovis., Blanco, A., Aguilar, Yulaidis., Salles, Maria Emilia., Pons, Blanca Yudith., Baza, R., Veranes, Edith., 2014. Informe final de los resultados del proyecto 1 Op-15 Fortalecimiento de capacidades para el planeamiento, toma de decisiones y sistema regulatorio y sensibilización; Manejo Sostenible de Tierras (MST) en ecosistemas severamente degradados”. Estudio de caso UBPC Eliomar Noa. IS Guantánamo. Inédito. 38p.
- Limeres, T., Borges, O., Cintra, Marianela., Fernández, Illovis., Blanco, A., Aguilar, Yulaidis., Salles, Maria Emilia., Pons, Blanca Yudith., Baza, R., Veranes, Edith., 2015. Experiencias y desafíos. Área de intervención Guantánamo Informe final Proyecto 1 OP-15 “Manejo Sostenible de Tierras. Edit. AMA. La Habana. 150p.
- Linares-Palomino, R. 2004. Los Bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística. *Arnaldoa* 11(1):103-138p.
- Linares-Palomino, R. 2005. Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amotape National Park, northwestern Peru. *Revista Peruana de Biología* 12(2): 317 – 326p.
- Linares-Palomino, R. y Ponce, S. 2005. Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera. Tumbes, Perú. *Forest Ecology and Management*. 209: 261-272.

- Linares-Palomino, R. y Ponce-Alvarez S. 2009. Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Perú. *Tropical Ecology* 50(2): 305-314.
- Linares-Palomino, R., Kvist, L., Aguirre-Mendoza, Z. y Gonzales, C. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19 (1):165-185.
- Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A.T., Pennington, R.T. 2011. Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism and Biogeography of Woody Plants. En: Dirzo, R., Mooney, H., Ceballos, G., Young, H. (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*, pp. 3-21. Island Press. Washington, DC 20009, USA.
- López-Toledo J., Váldez-Hernández, J. Pérez-Farrera M. y Cetina-Alcalá, V. 2012. Composición y estructura arbórea de un bosque tropical estacionalmente seco en la reserva de la biósfera la sepultura, Chiapas. *Revista Mexicana Ciencias Forestales*. Vol. 3(12): 43-56.
- Louman, B. 2001. Bases ecológicas. In: *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Editado por: Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Turrialba, CR, CATIE. 57 – 62 p.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Magurran, A. E. y McGill, B. J.. 2011. *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, 345p. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259711482_Biological_Diversity_Frontiers_in_Measurement_and_Assessment_edited_by_Anne_E_Magurran_and_Brian_J_McGill. Consultado 8 de diciembre 2018
- Mancina, C. A., y Cruz, D. D (Eds.). 2017. *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas..* Editorial AMA, La Habana, 502 p.
- Margalef, R, 1968. *Perspectives in ecological theory*. The University of Chicago Press. Chicago, Londres, 111 p.

- Matos, J. y Ballate D. 2006. El ABC de la Restauración Ecológica. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Ed. Feijoo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara. Cuba.
- Matos., J., 2009. Restauración de las dunas costeras degradadas al norte de “Cayo Fragoso” Villa Clara. RIACRE Boletín Volumen 3 / No 1 Boletín divulgativo de la Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica Primer trimestre Enero – Marzo. Disponible en [http://erecolombia.com/files/riacre%203%20\(1\).pdf](http://erecolombia.com/files/riacre%203%20(1).pdf). Consultado 10 de enero 2019
- 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.
- Melo, O; Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué, CO, Universidad del Tolima. 239 p.
- 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.
- Mercadet, A., Alvarez A., Hechavaría O., Ortiz, O. 2007. Selección de especies. Apuntes sobre silvicultura tropical. Instituto de investigaciones forestales. Habana.
- Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y Gordon, J.E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. J. Biogeografic. 33(3):491-505.124.
- MINAG, 2014. Plan de manejo de la Unidad Silvícola de Cajobabo”. Proyecto de ordenación simplificado la Empresa agroforestal de Imías 2014-2024.
- Ministerio De La Agricultura.1984. Manual De Interpretación De Los Índices Físicos, Químicos Y Morfológicos De Los Suelos Cubanos. Dirección General De Los Suelos Y Fertilizantes, C. Habana. Cuba.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T– Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1249-1261. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400019. Consultado 8 de enero 2019
- Mostacedo, B., Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 92 p.
- Murcia, C. y Guariguata, M. R. 2014. La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Neill, D. 2000. Observation on the conservation status of tropical dry forest in the Zapotillo Area, Loja, Ecuador. Disponible en <http://www.mobot.org/MOBOT/research/Ecuador./Zapotillo>.
- Oviedo P. Ramona. Y González. O. L. 2015. Listado nacional de plantas invasoras en la república de Cuba. *Bissea* 9. (2). 88 P.
- Oviedo P. Ramora. 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.
- Pérez, E., Vázquez, R., Martín, R., 2013. Restauración ecológica de ecosistemas boscosos Y arbustivos montañosos de Najasa, Según mecanismos funcionales. *Revista Forestal Baracoa* vol. 32 (1), enero/junio. Disponible en http://www.actaf.co.cu/revistas/rev_forestal/baracoa-2012-2/fao2%202012/restauraci%c3%93n%20ecol%c3%93gica%20de%20algunos%20ecosistemas.pdf. Consultado 9 de enero 2019
- Reyes, O.J. 2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32 (33). 59-71p.
- Rico, A., 2017. Evaluación de cinco tratamientos aplicados a las especies forestales utilizadas en la restauración de bosques de la

estación experimental forestal horizontes, Guanacaste, Costa Rica. Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador de Postgrado de la Universidad Nacional para optar al título de Magister Scientiae en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Costa Rica 91p. Disponible en: <https://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14137/tesis%20alberto%20rico.pdf?sequence=1&isallowed=y>. Consultado 9 de enero 2019

- Rodríguez S., J. L. 2015. Contribución a la conservación de *Juglans jamaicensis* C. DC., en el Parque Nacional Turquino. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias forestales. Facultad forestal y agronomía. Pinar del rio. Cuba 2015.
- Roig, J. T y Mesa, H. 2014. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. 3^{era} Edición. Editorial Científico técnica. Tomo I y II. 1127P.
- Sánchez, 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. Facultad forestal y agronomía. Pinar del rio. Cuba.
- Shannon, C. E. 1948. The Mathematical theory of communication. Pp. 3-91. En Shannon & Weiner (eds.). The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana, 117 p.
- Smith., Cecilia., Mauro E. González., M.E., Echeverría., Lara C.A., 2015 Estado actual de la Restauración ecológica en Chile, perspectivas y desafíos. Anales Instituto Patagonia (Chile). Vol. 43(1):11-21
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological. Disponible en [Http. www.ser.org](http://www.ser.org) consultado 22 de diciembre 2018
- Urquiola C. A. J., Vega H. E., y Caudales C. R. 2009. Flora de la República de Cuba. 15(1).1179 P.
- Urquiza, M. N., A. Maestrey, G. Herrero y Febles, G. 2003. Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía. CIGEA. La Habana. 52 pp.

- Urquiza, Nery Maria, Alemán, C., Flores, L., Ricardo, Maria. Paula y Aguilar, Yulaidis. 2009. Programa de Asociación del País. Proyecto1-Fortalecimiento De Capacidades Para El Planeamiento, Toma de Decisiones y Sistemas Regulatorios Sensibilización //L Manejo Sostenible De Tierras. CITMA. 201p
- Urquiza, Nery., Alemán, C., Flores, L., Ricardo, Maria. Paula y Aguilar Yulaidis. 2011. Manual De Procedimientos Para El Manejo Sostenible De Tierra. Programa De Asociación De País Para El Apoyo Al Programa Nacional De Lucha Contra La Desertificación Y La Sequía. Ciega. 186p
- USDA, 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo en <http://soils.usda.gov/sqi>.
- Uslar, Y., Mostacedo, B. y Saldías, M. 2003. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Proyecto BOLFORUSAID/Bolivia. 28p.
- Vales, M., A. Álvarez, L. Montes y A. Ávila (Eds.). 1998 Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba. CESYTA. Madrid. 480 pp.
- Vanegas, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 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 p.
- Vargas, O. 2011. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta Biológica Colombiana, Vol.16, Núm. 2. 26 p. Disponible en <http://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/rt/printFriendly/19280/28009>. Consultado 2 de mayo 2017.
- Zamora, M. 2017. Extensionismo Forestal. Revista Mexicana De Ciencias Forestales, 7(36), 4-6p. Disponible en

<https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/articulo/view/55>. Consultado 2 de diciembre 2018.

- Zachos, F. E. y J. C. Habel (Eds.). 2011. Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas. Springer, Nueva York, 546 p.

ANEXOS

Anexo 1. Variables de evaluación del estado de conservación para el matorral xeromorfo costero y subcostero

VARIABLES	CATEGORIAS	EXPLICACIÓN DE LOS CRITERIOS	VALOR
Grado de representatividad de especies originales:	Alta	> 65% de presencia de especies originales en la vegetación actual	3
	Alta – media	65 – 41 de presencia de especies originales en la vegetación actual	2
	Media – baja	40 – 15 de presencia de especies originales en la vegetación actual	1
	Bajo o inexistente	15 – 0 de presencia de especies originales en la vegetación actual	0
Grado de representatividad de la estratificación original en la vegetación actual	Alta	Todos los estratos originales incluyendo los principales	3
	Alta-media	La mayoría de los estratos originales incluyendo los principales	2
	Media-baja	Irregularidad de los estratos originales incluyendo los principales	1
	Bajo o inexistente	Algunos estratos aislados incluyendo los principales o ausencia total de estratificación	0
Grado de cobertura vegetal	Muy alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa más del 55 % del área del territorio	3
	Alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa del 55 al 35% del total del territorio	2
	Medio	Cuando la cobertura de la vegetación abarca entre el 35 y el 15% del área total del territorio	1
	Bajo	Cuando la cobertura de la cubierta vegetal ocupa menos del 15%	0
Grado de cobertura de especies invasoras	Alta	> 65% del área total evaluada	0
	Alta a media	41-65% del área total evaluada	1
	Media a baja	16-40% del área total evaluada	2
	Baja o inexistente	0% del área total evaluada	3
Grado de modificación	Muy Alto	1-4	0
	Alto	5-14	1
	Medio	15-20	2
	Bajo	> 20	3

Anexo 2. Matriz creada para la evaluación del grado de modificación.

Grado de modificación	Categorías	Valor
Área ocupada por caminos	0 % de Ocupación	5
	25 % de Ocupación	4
	50 % de Ocupación	3
	75 % de Ocupación	2
	100 % de Ocupación	1
Extracción de recursos vegetales	Extracción intensa	1
	Medianamente intensa	2
	Extracción Media	3
	Poca extracción	4
	No hay extracción	5
Ocurrencia de fuegos	Intenso y duradero	1
	Intenso no duradero	2
	Mediano intenso y duradero	3
	Mediano intenso no duradero	4
	No hubo fuegos	5
Área dedicada al pastoreo	100 % del área	5
	75 % del área	4
	50 % del área	3
	25 % del área	2
	0 % del área	1

Nota: La suma de los valores cuantitativos de las matrices creadas puede ser resumida e interpretada mediante el uso de otra matriz, también creada al efecto.

Anexo 3. Listado de especies inventariadas en el matorral xeromorfo costero subcostero en el sitio El Rosal.

Especies	Nombre científico	Genero	Familia
Árbol del neen	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	<i>Azadirachta</i>	Meliaceae
Bacona	<i>Albizia cubana</i> Britton & P. Wilson in Britton & Rose (Barneby & J.W.Grimes)	Albizia	Leguminasae
Frijolillo	<i>Hebestigma cubense</i> (Hunth) Urb	<i>Hebestigma</i>	Leguminasae
Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i> L.	<i>Guaiacum</i>	Zygophyllaceae
Granadillo	<i>Brya microphylla</i> Bisse.	Brya	Leguminasae
Lipi lipi	<i>Leucaena leucocephala</i> L.	<i>Leucaena</i>	Leguminasae
Raspa lengua	<i>Bouyeria succulenta</i> Jacq	<i>Bouyeria</i>	Borraginaceae
Rosa brava	<i>Caesalpinia glandulosa</i> Berter	Caesalpinia	Leguminasae
Sabicu	<i>Lysiloma sabicu</i> Benth	Lysiloma	Leguminasae
Soplillo	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.)Benth	Lysiloma	Leguminasae
Tuba tuba	<i>Ipomoea tuba</i> Schltl G. Don	<i>Ipomoea</i>	Zingiberaceae
Malva	<i>Corchorus hirsutus</i> L	Malvastrum	Malvaceae
Añil	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill	<i>Indigofera</i>	Leguminasae

Anexo 4. Índice de Valor de Importancia Ecológica de las especies arbóreas en el matorral xeromorfo costero subcostero en el sitio El Rosal.

Especies	DR	FR	AR	IVIE
<i>L. leucocephala</i>	48,85	13,57	16,03	78,45
<i>G. officinale</i>	5,66	8,57	5,93	20,17
<i>A. indica</i>	5,66	8,57	5,93	20,17
<i>A. cubana</i>	3,40	4,28	1,26	8,95
<i>H. cubense</i>	0,42	3,57	0,96	4,96
<i>B. succulenta</i>	0,26	1,42	1,55	3,24
<i>L. latisiliquum</i>	0,28	1,42	0,37	2,08
<i>B. microphylla</i>	0,12	0,71	1,11	1,95
<i>L. sabicu</i>	0,06	0,71	0,22	0,99

Anexo 5. Propuesta de restauración del bosque xerofítico en las áreas estudiadas.

Acciones	Participan	Fecha	Recursos necesarios	Responsable
Etapa 1. Restaurar el área afectada a corto, mediano y largo plazo (de uno a tres años)				
Caracterizar el área de estudio.	Director, especialistas, técnicos.	Primer año.	Mapa, cinta métrica y diamétrica, Hipsómetro de Sunnto	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Identificar las especies a plantar y recolectar semillas.	Director, especialistas, técnicos, obreros.	Primer año	Tijera de poda, maquete, bolsas de nailon.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Producir plantas en viveros.	Especialistas técnicos y obreros	Primer y segundo año	Machete, azada, sistema de riego o regaderas, bolsas o tubetes plásticos, alambre, micorriza, materia orgánica.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Realizar la preparación del terreno	Especialistas técnicos y obreros	Primer y segundo año	Machete y motosierra.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Realizar la preparación del suelo	Especialistas técnicos y obreros	Primer y segundo año	Machete, azada, pico.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Realizar la plantación en sitios seleccionados.	Especialistas técnicos y obreros	Segundo y tercer año	Medio de transporte, herramientas de trabajo.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Realizar los tratamiento silviculturales	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas de trabajo.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Aplicar las medidas de protección contra incendios.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas manuales.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Monitoreo de la presencia de plagas y	Especialistas y	Anual	Herramientas Manuales.	Empresa Agroforestal Imías

enfermedades.	técnicos.			UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Fortalecer círculos de interés en las escuelas primarias.	Especialistas y técnicos	Anual	Hojas, colores, láminas, materiales didácticos, computadora.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Capacitación de los pobladores y personal de las instituciones.	Director, Investigadores.	Anual	Computadora, pizarra y tiza.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Incorporar a los miembros de las comunidades a la restauración y conservación del área.	Director, técnico y obreros.	Anual	Herramientas Manuales. (Machetes, hacha y medio de transporte).	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Etapa 2. Mantenimiento del área restaurada a mediano plazo (de tres a cinco años)				
Realizar los tratamientos silviculturales en el tiempo establecido.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas Manuales (machetes, hacha y motosierra).	Empresa Agroforestal Imías UBUEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Monitoreo y evaluación de las especies indeseables eliminadas.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Hoja y lápiz, machete, cinta métrica.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Evaluación de los parámetros morfológicos de las especies plantadas.	Especialistas e investigadores	Anual	Hoja y lápiz, machete, cinta métrica, diamétricas, regla.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Determinar el % de supervivencias.	Especialistas técnicos	Anual	Hoja, lápiz y machete.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Realizar reposición de fallas.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Posturas, pico, guataca, machete.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Monitorear y evaluar la regeneración natural.	Especialistas técnicos	Anual	Hoja, lápiz y machete	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Continuar con el monitoreo de plagas y	Especialistas	Anual	Hoja, lápiz y machete	Empresa Agroforestal Imías

enfermedades.	técnicos			UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Continuar la aplicación y el mantenimiento de las medidas contra incendios.	Especialistas técnicos y obreros.	Anual	Herramientas manuales.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Continuar la aplicación y el mantenimiento de las medidas de conservación de suelo.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas manuales.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Continuar con la capacitación y el fortalecimiento de los círculos de interés.	Especialistas e investigadores	Anual	Hojas, colores, láminas, materiales didácticos, computadora.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Etapa 3. Protección del área restaurada a largo plazo (más de cinco años)				
Continuar la ejecución de tratamiento silviculturales en los términos establecidos.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas manuales.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Reparar medidas de conservación de suelo.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas manuales.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Continuar con las medidas de protección y prevención de incendios.	Especialistas técnicos y obreros	Anual	Herramientas manuales.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Realizar talleres participativos para socializar los resultados investigativos y capacitar a los pobladores.	Investigadores, especialistas técnicos y obreros, pobladores, director.	Anual	Materiales didácticos, computadora.	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos
Continuar con el monitoreo y evaluación.	Director, especialistas, técnicos e investigadores.	Anual	Hoja, lápiz y machete	Empresa Agroforestal Imías UEB Cajobabo Directores, especialistas, técnicos

