



REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR



FACULTAD AGROFORESTAL
DEPARTAMENTO FORESTAL

ACCIONES SILVÍCOLAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL BOSQUE DE GALERÍA
DEL ARROYO TORTUGUILLA EN EL BAGÁ, RESERVA ECOLÓGICA BAITQUIRÍ

MEMORIA ESCRITA PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN CIENCIAS FORESTALES
MENCION MANEJO DE BOSQUES

Autor: Ing. Juan Emilio Osnil Moisés

Guantánamo
“Año 60 de la Revolución”



REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR



FACULTAD AGROFORESTAL
DEPARTAMENTO FORESTAL

ACCIONES SILVÍCOLAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL BOSQUE DE GALERÍA
DEL ARROYO TORTUGUILLA EN EL BAGÁ, RESERVA ECOLÓGICA BAITQUIRÍ

MEMORIA ESCRITA PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN CIENCIAS FORESTALES
MENCIÓN MANEJO DE BOSQUES

Autor: Ing. Juan Emilio Osnil Moisés

Tutor: Dr. C. Francisco Durán Manual

Guantánamo
“Año 60 de la Revolución”

PENSAMIENTO

El que sabe más vale más, saber es tener, la moneda se funde, el saber no.

José Martí

DEDICATORIA

A mi querida madre que siempre me dio aliento y fue fuente de inspiración.

A mis hijos que me inspiraron e incentivaron.

A mi querida esposa, por la paciencia dispensada en todo momento.

A nuestra invicta Revolución y sus líderes históricos.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que de una forma u otra han contribuido con mi superación profesional.

Al Dr. C. Francisco Durán Manual por su entrega, dedicación incondicional, que hicieron posible la realización de este trabajo.

Al claustro de profesores de la MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES, en especial a las Doctoras: Milagros Cobas, Gretel Geada López y Marta Bonilla, por haberme impregnado con su profesionalidad, maestría pedagógica y dedicación, la pasión por las Ciencias Forestales.

Al Ing. Esvilvel Ferrer Pozo por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo.

A mi esposa por el apoyo incondicional brindado en todo momento.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Reserva Ecológica Baitiquirí (REB), en el municipio San Antonio del Sur Provincia Guantánamo, con el objetivo de proponer acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla. Se levantaron 16 parcelas de 10 x 10 m, distribuidas aleatoriamente en una superficie de 2,28 ha en ambas márgenes del Arroyo. Ambos bosques fueron comparados estadísticamente en cuanto a su riqueza, composición, estructura, diversidad y abundancia. Se determinaron las especies con mayor índice de valor de importancia ecológica y las familias con mayor representatividad en cuanto a las especies. El procesamiento estadístico se realizó con el software BioDiversity Pro. El estudio arrojó que el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla, presenta en la actualidad afectación en su estructura, composición florística y densidad, ocasionada fundamentalmente por una alta antropización. Se identificaron 238 individuos representados en 12 familias pertenecientes a 17 géneros y 17 especies, las familias de mayor riqueza de especies son, *Meliaceae*, *Clusiaceae*, *Anacardiaceae* y *Boraginaceae* con un porcentaje de participación de 17,7 la primera y el 11,8 la tres restantes. Se georreferenciaron las 16 parcelas y los 61 individuos de *Calophyllum antillanum* Britton identificados, lo que constituyen puntos fijos de monitoreo en momentos posteriores a la investigación. Se proponen acciones para la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla, que incluyen construcción de fajas hidrorreguladoras y reconstrucción de bosques.

Palabras clave: *Diversidad florística, estructura, bosque de galería y georreferenciación.*

ABSTRACT

The investigation developed in her Ecological Baitiquirí Reserve (EBR), In the municipality St. Anthony of the south province Guantánamo, with the objective of proposing actions residing in the forest, For the rehabilitation of the gallery forest of Tortuguilla Brook. They got up 16 plots of land of 10 x 10 m, distributed at random In a surface of 2,28 hectares In both sides of the brook. Both forests were compared statistically as to his riches, composition, structure, diversity and abundance. They determined the sorts with the principal index of value of ecological importance and the families with bigger representativeness as to the sorts. The statistical processing It was realized with the software BioDiversity Pro. The study evidenced than the gallery forest of Tortuguilla Brook, present as of the present moment affectation in his structure, composition florística and density, Caused fundamentally for a loud antropization. 238 individuals were identified, represented in 12 families which belong to 17 textiles and 17 sorts, the families of bigger riches of sorts are, *Meliaceae*, *Clusiaceae*, *Anacardiaceae* and *Boraginaceae* with a percentage participation of 17.7 the first and 11.8 the three remaining. The geographic reference came true the 16 plots of land and 61 *Calophyllum antillanum* Britton individuals Identified, that they constitute fixed points of monitoring in later moments to investigation. They offer actions for rehabilitation. Of the forest of gallery Of the Tortuguilla Brook, that include. Construction of belts water-regulating and reconstruction of forests.

Key words: *Diversity florística, structure, gallery forest and georreferenciation.*

ÍNDICE

	Contenido	Pág.
I.	INTRODUCCIÓN -----	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	5
2.1.	Rehabilitación de bosques -----	5
2.2.	Diversidad biológica -----	5
2.2.1.	Niveles de Biodiversidad -----	6
2.2.2.	Pérdida de la diversidad biológica -----	6
2.2.3.	Diversidad ecológica -----	7
2.2.4.	Diversidad funcional -----	8
2.2.5.	Amenazas a la biodiversidad -----	8
2.2.6.	Conservación de biodiversidad -----	8
2.3.	Reserva Ecológica Baitiquirí -----	9
2.3.1.	Geología y Relieve -----	10
2.3.2.	Clima -----	10
2.3.3.	Valores Naturales -----	10
2.3.4.	Flora -----	11
2.4.	Bosques de galería -----	11
2.5.	Estructura del bosque -----	13
2.6.	Tipos de estructuras del Bosque -----	14
2.6.1.	Estructura horizontal del Bosque -----	15
2.7.	Índices para evaluar la vegetación -----	16
2.7.1.	Abundancia absoluta -----	16
2.7.2.	Abundancia relativa -----	16
2.7.3.	Frecuencia relativa -----	16
2.7.4.	Dominancia Relativa -----	16
2.8.	Estructura vertical del Bosque -----	17
2.9.	Análisis florísticos y estructurales del bosque -----	18
2.10.	Tratamientos de los bosques descuidados o muy antropizados ----	23
2.10.1.	Cortas de mejora -----	24
2.10.2.	Enriquecimiento -----	25

2.11.	Diversidad florística -----	26
2.11.1.	Diversidad Alfa (α) -----	28
2.11.1.1.	Riqueza de especies florísticas -----	28
2.11.2.	Diversidad beta (β) -----	29
2.11.3.	Índices de Similaridad -----	30
2.12.	Georreferenciación -----	30
2.13.	Geolocalización -----	31
2.14.	Aplicación forestal de los Sistemas de Posicionamiento Global --	31
2.14.1.	Software SIG -----	32
III	MATERIALES Y MÉTODOS -----	33
3.1.	Ubicación del área de estudio -----	33
3.2.	Características del área -----	34
3.2.1.	Clima -----	34
3.2.2.	Características edáficas -----	34
3.3.	Inventario florístico -----	35
3.4.	VARIABLES PARA INDICAR DISTURBIO -----	36
3.5.	Diversidad florística -----	36
3.6.	Parámetros estructurales -----	38
3.7.	Análisis estadístico -----	41
3.8.	Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque de galería -----	41
IV.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS -----	42
4.1.	Inventario florístico del Bosque del Galería -----	42
4.1.1.	Diversidad beta (β) -----	42
4.2.	Medidas de similitud florística -----	45
4.3.	Diversidad Alfa (α) -----	47
4.4.	Análisis florístico del Bosque de Galería -----	53
4.4.1.	Estructura por clases diamétricas (CD) de la comunidad y por especies en el Bosque de Galería el Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí -----	53
4.4.2.	Distribución por clases diamétricas de la especie <i>Calophyllum</i>	

	<i>antillanum</i> Britton, en el Bosque de galería El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí -----	56

4.5.	Estructura horizontal y vertical -----	58
4.5.1.	Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie -----	58
4.5.2.	Estratificación vertical del bosque -----	62
4.6.	Posición sociológica de las especies presentes en los estratos del bosque de galería -----	62
4.7.	Georreferenciación de las especies de mayor valor de importancia económica del bosque de galería -----	64
4.8.	Antropización del bosque de galería en ambos márgenes del arroyo -----	66
4.9	Variables de disturbios -----	67
4.10.	Especies afectadas por la antropización en el bosque de galería del arroyo Tortuguilla -----	69
4.11.	Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí -----	71
4.11.1.	Objetivo de la propuesta de acciones -----	71
4.11.2.	Propuesta de manejo para las especies más afectadas en el bosque de galería -----	71
4.11.3.	Propuesta para la reforestación en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí -----	72
4.11.4.	Características del área -----	73
4.11.5.	Características de la vegetación existente en el bosque de galería	73
4.11.6.	Establecimiento de un vivero temporal -----	73
4.11.7.	Plantación -----	75
4.11.8.	Técnicas a emplear -----	76
4.11.8.1.	Fajas hidrorreguladoras -----	76
4.11.8.2.	Reconstrucción del bosque de galerías -----	77
4.11.9.	Mantenimiento y medidas para la Protección del suelo -----	77

4.11.9.1.	Métodos naturales para la protección del suelo -----	78
4.11.9.2.	Métodos artificiales para la protección del suelo -----	78
4.11.9.3.	Mantenimientos planificados a la plantación -----	78
4.11.9.4.	Medidas para la Conservación de Suelo -----	78
4.11.9.5.	Medidas contra incendios -----	79
V.	CONCLUSIONES -----	80
VI.	RECOMENDACIONES -----	81
VII.	BIBLIOGRAFÍA	
VIII.	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, de forma general, siempre se ha visto el bosque como productor de madera en sus distintas formas, en algunos países se le concede además un rol importante en la conservación del medio ambiente y la biodiversidad, la protección y conservación de recursos naturales, como los suelos, las aguas, las zonas costeras, los recursos de la biodiversidad y el equilibrio y mejoramiento del medio ambiente en general, son también funciones insustituibles de los ecosistemas forestales (Sánchez, 2015).

Los bosques abarcan casi un tercio de la superficie terrestre, estos ofrecen una variedad de productos maderables y no maderables además de los servicios vitales del ecosistema, a la vez que evitan la erosión causada por el viento y el agua, conservan la calidad del agua, absorben el carbono, proceso que contribuye a contrarrestar el cambio climático, y proporcionan el hábitat para muchas especies de plantas y animales, ayudando así a conservar la diversidad biológica del planeta (FAO, 2016).

Asimismo, son valorados como bellos escenarios naturales para el esparcimiento y la reflexión espiritual. Uno de los objetivos estratégicos de la FAO es la ordenación sostenible de los bosques del mundo. En el último bienio, cuando la búsqueda de soluciones para el cambio climático ha llegado a ocupar el primer plano de la agenda mundial, esta meta se ha vuelto más importante que nunca (FAO, 2016).

Los bosques tropicales y subtropicales son altamente diversos, en la actualidad debido a la alta deforestación que sufren, una gran cantidad de especies que se encuentran en ellos están en peligro de extinción, el esfuerzo mundial se enfoca, principalmente en rescatar y proteger al bosque húmedo, descuidando a los bosques secos y su alta biodiversidad (Duery, 2000).

Según Choque (2007), desde mucho tiempo atrás, los bosques secos han sido transformados por intervenciones humanas intensivas, como las quemas, el pastoreo, la extracción de leña, hojas para forraje. Cuando los bosques no llegaron a ser destruidos en su totalidad, en la mayoría de los casos fueron empobrecidos y

raleados, la principal amenaza es el desmonte asociado a la apertura de nuevos caminos y se han encontrado evidencias de áreas que fueron taladas y quemadas para plantaciones de café.

Según Noguera *et al.* (1998), el bosque tropical seco presenta a escala global una estimable cantidad de formaciones zonales y azonales cuyo origen está directamente relacionado con la ubicación geográfica y el tipo de relaciones entre vegetación-suelo-clima. Los bosques de galería son definidos como un tipo de formación azonal ubicado generalmente en áreas cercanas a los ríos, con diferencias que desde el punto de vista de composición de especies, estructura y densidad que lo caracterizan de manera independiente en relación a los bosques secos deciduos.

Estos bosques, son hábitat que mantienen la mayor parte de la biodiversidad, presentan en su interior condiciones geomorfológicas, particulares donde las condiciones de microclima, la fertilidad del suelo, las fluctuaciones del nivel freático, su función hidrológica ligada con la influencia de factores como la escorrentía, la estabilidad de las márgenes, el equilibrio térmico del agua, el ciclaje de nutrientes, el control de la sedimentación, los hace propicios para el desarrollo de una flora y fauna silvestre particulares, (Acosta, 2016; Rodríguez, 2018).

A decir de Carricarte *et al.*, (2016), algunos de los beneficios que prestan los bosques ribereños en el ámbito ecológico son: ocupar la zona de transición entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, proveer recursos importantes de alimento, energía y nutrientes para los ambientes acuáticos, actuar como amortiguadores protegiendo la calidad del agua, mantener una temperatura más estable por la sombra que dan al canal, proveer elementos de refugio y alimento y estabilización de las orillas.

Según Rodríguez (2015), Cuba sufrió un proceso degradativo en sus bosques desde la época de la conquista hasta el triunfo revolucionario en 1959 producto de una fuerte acción antrópica para el desarrollo de la industria naval, la industria cañera y cafetalera, disminuyendo la superficie boscosa hasta un 14 % de la superficie nacional, demostrando que los cambios inducidos por el hombre a los ecosistemas

naturales, particularmente la deforestación, resulta una alteración significativa de distribución y abundancia.

En este sentido, Chala y Sosa (2014), los estudios de estructura y diversidad florística resultan un tema de gran interés para la comunidad científica, debido a los aportes que brindan para el manejo y conservación de los recursos forestales, estos bosques naturales de tipo semicaducifolio sobre suelo calizo fueron víctimas de una cierta explotación irracional en todo país, y sobreviven como áreas degradadas, en las que surgieron bosques secundarios.

Mucho tiene que ver su destrucción con el hecho de que en la actualidad se produzcan grandes crecidas, y que muchos ríos que antiguamente corrían todo el año hoy sean intermitentes. La tala de los bosques en las orillas de los ríos y arroyos, ha privado a estos de la protección que los mismos le brindaban, lo que ha acelerado los procesos de ensanchamiento de los cauces, por lo que los ríos han visto disminuir su caudal inicial (Faife y Noa 2007).

Según Mitjans (2012), los bosques de rivera constituyen la última línea de defensa para la protección de la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos y cada año es más intensa la presión antrópica que a nivel global se ejerce sobre estos.

El bosque de galería El Bagá en la Reserva Ecológica Baitiquirí del Municipio San Antonio del Sur, no escapa a estas situaciones y merece especial atención por el número de especies que la constituye, algunas con alto valor económico que se han visto sobreexplotadas por la acción inconsciente del hombre. Teniendo en cuenta lo antes expuesto se plantea el siguiente **problema científico**:

¿Cómo contribuir a la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí?

Objeto de estudio: El Proceso de Rehabilitación del Bosque de galería.

Campo de Acción: Bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí.

Objetivo general: Proponer acciones silvícolas que contribuyan a la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí.

Objetivos específicos:

1. Determinar la diversidad florística del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí.
2. Georreferenciar las especies de mayor valor de importancia ecológica del bosque de galería, Arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí.
3. Definir las acciones silvícolas para contribuir a la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí.

Hipótesis: La determinación de la diversidad florística y la georreferenciación de las especies de mayor valor de importancia ecológica, posibilitan proponer acciones silvícolas, que contribuyan a la rehabilitación del bosque de galería del arroyo Tortuguilla en El Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Rehabilitación de bosques.

La Rehabilitación forestal es el proceso de recuperación de la capacidad de un bosque de proveer bienes y servicios sin que esto signifique, lograr que el bosque recupere su estado anterior al proceso de degradación (Vargas, 2008). Sin embargo se considera que la rehabilitación se puede emplear para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, como también lo señala la FAO (2010).

Según Bruzón (2013), rehabilitación es hacer coincidir que un ecosistema degradado vuelva a un estado no degradado aunque sea diferente al original. Aunque esta técnica admite la utilización de especies diferentes a las nativas, es restablecer un ecosistema que contenga la biodiversidad suficiente para continuar su maduración mediante procesos naturales.

Por su parte González *et al.* (2008), consideran a la rehabilitación como una técnica de conservación o una acción más en el uso sustentable del suelo que debe conciliarse con las demandas sociales, por su parte Mitjans (2012), consigue la rehabilitación de los bosques de ribera en el Río Cuyaguaje, empleando una estrategia participativa para su implementación.

Según Meza *et al.* (2006), la rehabilitación es el proceso de recuperar la capacidad del bosque para volver a proporcionar bienes y servicios; hay que notar, sin embargo, que el estado del bosque rehabilitado no es idéntico al estado anterior a la degradación. En esta estrategia de manejo de bosques se hace énfasis en recuperar la productividad del área y no la estructura original de la misma.

2.2. Diversidad biológica

La diversidad biológica o “biodiversidad” de una región, se refiere a la variabilidad de especies nativas, su variabilidad genética y los ecosistemas en donde se relacionan y evolucionan. Las mediciones sobre la diversidad de especies, en un contexto ecológico, contribuyen al conocimiento de la estructura necesaria para la resistencia de los ecosistemas. (Nichols, 2003). Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Solbrig, 1992; Moreno *et al.*, 2011).

Según Badii *et al.*, (2015), el concepto biodiversidad no tiene en si una definición

exacta, ya que es un término con muchas y variadas definiciones, este neologismo fue acuñado por Edward O. Wilson un entomólogo estadounidense considerado por muchos como uno de los pensadores más influyentes del siglo XX y gracias a su trabajo que ha abarcado vastas áreas de la biología, se le ha llegado a considerar el padre de la sociología y la biogeografía de islas, una definición simple de la palabra biodiversidad pudiera ser la de variedad de vida ya que bios significa vida y diversidad variedad. En octubre de 1986 Walter G. Rosen uso este término en el título de una conferencia sobre el tema, el National Forum on BioDiversity.

2.2.1. Niveles de Biodiversidad

El estudio de la biodiversidad se complica por su organización en niveles, que se contienen unos a los otros. Hoy se reconocen seis niveles básicos de la organización biológica: génico (molecular), celular, individual, poblacional, de especie y de ecosistema. Todos estos niveles tienen dos componentes, el biótico y el ambiental, inseparables en la práctica (Namkoong y Wadsworth, 1995).

Pero como siempre pasa en el mundo biológico, la realidad no es tan simple; así, algunas situaciones complican este cuadro. En primer lugar todo lo discutido con anterioridad se refiere básicamente a la biodiversidad estructural (variedades de genes, células, poblaciones, especies, ecosistemas), aunque también pudiera referirse a la biodiversidad funcional (variedad de funciones alimentarias: herbívoros, carnívoros) metabólicas, reproductivas (sexual, asexual), de supervivencia, que no tiene que coincidir con lo anterior (Berovides y Gerhartz, 2009).

2.2.2. Pérdida de la diversidad biológica

La pérdida de la diversidad biológica es un problema global, nacional y territorial. En la actualidad, algunos expertos vaticinan que en el mundo se están extinguiendo 19 especies cada hora, 456 al día y 167 000 al año, muchas de ellas desconocidas para la ciencia (Vales *et al.*, 1998). Si bien la pérdida de especies ha ocurrido siempre como un fenómeno natural, el ritmo de la extinción se ha acelerado de manera espectacular como resultado de la actividad humana. Los ecosistemas se están fragmentando o desapareciendo y numerosas especies están en disminución o ya

extintas (Vales *et al.*, 1998).

Esta pérdida de especies no sólo es una tragedia ambiental, sino que también tiene profundas repercusiones en el desarrollo económico y social, pues los recursos biológicos representan al menos el 40% de la economía mundial y el 80% de las necesidades de los pobres, emanan de los recursos biológicos. La principal causa de disminución de la diversidad biológica a nivel mundial es la pérdida y fragmentación de hábitat, provocada en gran medida por la deforestación para usos de la tierra con fines agrícolas, ganaderos, para asentamientos humanos (Pezoa, 2001).

La pérdida de bosque es relativamente fácil de ver y de medir. Es menos fácil ver la pérdida de biodiversidad. Todo bosque tiene algún valor de biodiversidad, aunque algunos bosques son mucho más ricos que otros en comunidades y especies. La pérdida de cualquier bosque lleva a la pérdida de recursos, incluyendo la pérdida de valor de la biodiversidad (Ferreira, *et al.*, 2002). La diversidad de especies en los ecosistemas forestales tropicales es un indicador de las condiciones ecológicas, ambientales y del tipo de explotación de dichos hábitat a través del tiempo (Noguera *et al.*, 2004).

2.2.3. Diversidad ecológica

En ecología el término diversidad ha designado tradicionalmente un parámetro de los ecosistemas (aunque se considera una propiedad emergente de la comunidad) que describe su variedad interna. El concepto resulta de una aplicación específica de la noción física de información, y se mide mediante índices relacionados con los habitualmente empleados para medir la complejidad (Koleff *et al.*, 2003).

Desde hace ya bastante tiempo la mayoría de los ecólogos han coincidido en que la diversidad de especies debe ser distinguida en al menos tres niveles: La diversidad local o diversidad alfa (α), la diferenciación de la diversidad entre áreas o diversidad beta (β) y la diversidad regional o gamma. La mayoría de estudios sobre diversidad se enfocan a la diversidad alfa, en forma de riqueza de especies (Koleff *et al.*, 2003).

2.2.4. Diversidad funcional

La diversidad funcional se menciona que son los componentes de la biodiversidad que tienen influencia en cómo un ecosistema opera o funciona, es por tanto un subgrupo de la biodiversidad y se mide por los valores y rango de los rasgos de las especies presentes en un ecosistema (Petckey y Gaston, 2006). Los mecanismos a través de los cuales la biodiversidad puede influir en el funcionamiento de los ecosistemas están más relacionados con algunos rasgos funcionales de las especies, que con la riqueza específica (Díaz y Cabido, 2001).

Es decir, la diversidad funcional no correlaciona la riqueza de las especies. Las especies funcionales que dominan procesos ecosistémicos no son necesariamente las más numerosos en el sistema (Díaz *et al.*, 2007). Por tanto, el conjunto total de rasgos funcionales, así como su abundancia, en una comunidad es uno de los principales determinantes del funcionamiento de los ecosistemas (Díaz *et al.*, 2006).

2.2.5. Amenazas a la biodiversidad

Amenazas a la biodiversidad son las fuentes de peligro asociadas a procesos sociales y económicos, que tienen la probabilidad de manifestarse produciendo efectos adverso sobre la variedad y la variabilidad acciones de diferentes especies, las comunidades y los ecosistemas (Curiel, 2010).

El desarrollo de actividades, los derrame de petróleo, la minería sin control, el tráfico y el uso inadecuado de especies, uso inadecuado de pesticidas, los incendios forestales, la colonización, la apertura de vías, la demanda de la industria forestal, la presión demográfica y los desastres naturales inciden, directa o indirectamente, sobre la integridad de los ecosistemas del país (Osorio, 2013).

2.2.6. Conservación de biodiversidad

Los bosques tropicales cubren solo un 10% de la superficie terrestre, pero tienen una gran importancia a escala global ya que capturan y procesan grandes cantidades de carbono -aproximadamente seis veces más que el carbono que la actividad humana libera a la atmósfera por el consumo de combustibles fósiles (Wright 2010) y alberga

entre la mitad y dos tercios del total de las especies del planeta (Groombridge y Jenkins 2003). Por medio de imágenes de satélite de alta resolución se ha estimado que los bosques tropicales cubren alrededor de 11 millones de km² (Achard *et al.* 2007).

La mayor superficie de bosque tropical se encuentra en el continente americano (55.0%), seguida de Asia (33.8%) y África (11.2%). Esto confiere a la región tropical del continente americano, también conocida como el Neotrópico, un gran interés para el estudio de la biodiversidad y para la conservación.

2.3. Reserva Ecológica Baitiquirí

La Reserva Ecológica Baitiquirí se localiza en el municipio San Antonio del Sur de la provincia Guantánamo limita al Norte con las áreas forestales y ganaderas de la Empresa René Amil, al Sur con el mar Caribe, al Este con el Río Los Sigüatos en San Antonio del Sur y al Oeste con el Arroyo Tortuguilla y el asentamiento el Bagá, posee unas 4424 ha, de ellas 2875 terrestres y 1549 marinas (EcuRed, 2018).

Posee todas las variantes de paisajes, que resultan de especial interés para la conservación. Se localiza en la región sur de la provincia Guantánamo, considerada la zona más desértica del país con condiciones climatológicas extremas asociadas a vegetación semixerófila (BirdLife International, 2018).

Según la Oficina Tri-Nacional del Corredor Biológico en el Caribe (2013), la principal actividad económica del área es la agricultura y existen otras asociadas a la producción de sal y la pesca deportiva. A pesar de ello se consideran bajos los índices económicos y productivos asociados a las bajas fuentes de empleo. Esto potencia el inadecuado manejo que reciben los recursos naturales por parte de los actores locales como vía alternativa de subsistencia, asociado al insuficiente conocimiento e integración entre las estrategias de conservación y los planes de desarrollo socioeconómico las problemáticas existentes repercuten de manera negativa sobre los diferentes ecosistemas afectando significativamente a la biodiversidad del área.

2.3.1. Geología y Relieve

Sus principales formaciones geológicas son: Maya, Jaimanitas y San Luis. El relieve está formado por cerros litorales de hasta 300 msnm, llanuras y terrazas fluviales acumulativas medianas, ligeramente onduladas de 0 a 1,50 msnm, premontaña de bloques monoclinales calcificadas, alturas tectónico-erosivas y mesetas con alturas entre 150 a 400 msnm, y valles y cañones fluviales encajados. De forma general es un relieve accidentado marcado por medianas elevaciones. La hidrografía tiene una red de ríos fundamentalmente temporales que se escurren hacia el sur-este, entre los que se destacan el Arroyo Tortuguilla, Monte Verde, Palmarito y Baitiquirí (Archivo CNAP, 2018).

2.3.2. Clima

El clima es subhúmedo tropical relativamente seco con pocas lluvias, de estepa, entre las cotas de 50 y 20 metros sobre el nivel del mar hasta el mar, se incluye la franja costera como subárido tropical seco casi sin lluvias. Pertenece al distrito fitogeográfico Costa de Maisí - Guantánamo de la región oriental de Cuba según la regionalización de Sánchez (2015). Con formaciones vegetales que varían desde bosques siempre verde micrófilo costero y subcostero, pasando por matorrales xeromorfo costero y subcostero hasta matorrales espinosos semidesérticos con zonas de mangles en las inmediaciones de la Bahía de Baitiquirí, según Del Risco y Vandama (1989) reportado por EcuRed (2018).

Según Izquierdo (1989), esta zona se caracteriza por tener dos estaciones anuales: el verano y el invierno, pertenece a la zona más seca de Cuba, con predominios de precipitaciones en los meses de septiembre a diciembre, con valores que no sobrepasan los 600 mm al año y una etapa de sequía desde enero hasta agosto.

2.3.3. Valores Naturales

En la Reserva Ecológica Baitiquirí se destacan valores naturales como los niveles de terrazas, la Bahía de Baitiquirí, el Cañón del Bagá, la Sierra de Baitiquirí y la Sierra de los Aposentos, y dentro de los históricos-culturales: los importantes sitios arqueológicos de la Playa Los Siguitos, Boca de Baitiquirí y en el Guanabacoa de Tortuguilla. La región estuvo ocupada a inicios de 1950 por la famosa Compañía

Navarrete, quienes 3 habían participado en la "Fiebre Bananera", expandiéndose por las zonas de Baitiquirí y Los Siguitos. Hecho que arraigó en los pobladores de la región la producción de cultivos varios y actividades forestales, además de la ganadería y la minería (López *et al.*, 1993).

La Reserva posee importantes sitios arqueológicos aborígenes, situados en Boca de Sabanalamar, Playa Los Siguitos, Boca de Baitiquirí y en el Guanal de Tortuguilla. Resulta trascendental que el asentamiento Los Siguitos esté comprendido en la ruta que realizara el grupo de José Martí y Máximo Gómez, a su paso por esta zona del oriente del país tras el desembarco del 11 de abril de 1895 por Playitas de Cajobabo (López *et al.*, 1993).

2.3.4. Flora

Entre las especies de mayor relevancia para la conservación y determinadas como objetos de conservación se destacan en la flora *Guibourtia hymenaeifolia*, caguairán, avistados sólo individuos dispersos en el bosque micrófilo subcostero. *Dendrocereus nudiflorus* aguacate cimarrón y *Diospyros crassinervis* ébano carbonero son más abundantes, aunque sólo existen poblaciones dispersas (Reyes, 1999).

Declaratoria de Reserva Ecológica

Se crea en 1991, por sus relevantes valores naturales y su biodiversidad en abril de 2010 se aprueba legalmente por el Acuerdo 6803/2010 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba (CECM). Categoría de Manejo de "Reserva Ecológica Baitiquirí". Grado de significación: Nacional, administrada según acuerdo vigente por el Ministerio de la Agricultura y en específico por la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Plan de Manejo Reserva Ecológica Baitiquirí (PMREB, 2014).

2.4. Bosques de galería

Los bosques de galería son franjas de vegetación más o menos estrechas que se disponen a lo largo de los cursos de agua, el nombre "galería" proviene del hecho de que su vegetación cubre al río formando una especie de túnel, como en la galería de una mina se identifican claramente en el paisaje por ceñirse a estos, formando un pasillo o corredor completamente distinto del resto de la vegetación, en color y altura,

además de caracterizarse por poder mantener especies caducifolias en climas con sequía, al depender esencialmente de la humedad del suelo y de las características azonales de este, como sus raíces están en constante contacto con el agua, inclusive en la época de sequía, no están sometidos a un estrés que le haga botar sus hojas, manteniéndolas durante todo o casi todo el año (Menéndez y Melara, 2002).

Según Portillo (1997), los bosques de galería dentro de los bosques secos, son además una especie de sistemas de islas debido a su posición a lo largo de las riberas de los ríos y quebradas. Esto hace que funcionen como pequeños ecosistemas separados unos de otros, creando las condiciones propicias para una alta diversidad de especies; por lo anterior se ve que este tipo de vegetación podría ser una fuente de gran cantidad de endemismos.

Barbosa (2000), refiere que estos bosques presentan particularidades geomorfológicas y pedológicas tales como el trazado y la oscilación del nivel del agua, que son condicionantes importantes en su ocurrencia y desarrollo. Su vegetación se califica de "riparia" (adjetivo propio del sustantivo "ribera"); sus necesidades de agua se cubren fundamentalmente por la humedad del suelo y no necesariamente por la pluviosidad y por lo general, crece frondosamente. Dan cobijo a gran cantidad de animales y particularmente de aves, y muestran una capacidad de recuperación ante los incendios muy superior a la de los montes cercanos.

Sánchez (2001), plantea que estos bosques constituyen los ecosistemas más castigados por el hombre, debido a diversas razones, pero a pesar de esto, se consideran todavía reservas o refugio de una flora y fauna específica, que presentan una diversidad de especies considerablemente superior a la de los mal conservados territorios por donde discurren.

La importancia de los bosques de galería radica en la función de captación, almacenamiento y regulación hídrica, desarrollada por la vegetación, el suelo y subsuelo, y desempeñan funciones de sustento y recreación para la población, que son de gran importancia para el trópico, ya que juegan un papel de protección de los recursos hídricos, de la vegetación y de la fauna, y pueden almacenar una gran

cantidad de carbono debido a sus altas tasas de productividad. Continúan refiriendo que estos bosques tienen muchas implicaciones sobre el manejo de los pastos y bosques circundantes (Suatunce y Véliz, 2009).

Los bosques de galería, técnicamente conocidos como bosques higrotropofitia o freatofitia, son formaciones forestales particulares, que desempeñan una importante función ecológica y su vegetación constituye una comunidad muy variada estructural y fisonómicamente, que se diferencia en composición florística y estructura de los demás bosques localizados en áreas aledañas (Suatunce y Véliz, 2009).

2.5. Estructura del bosque

La UNESCO/CIFA (1980), define la estructura de un bosque como: cualquier situación estable o evaluativo, no anárquica., de una población o comunidad en la cual aunque mínima pueda detectarse algún tipo de organización representable por un modelo matemático, una Ley Estadística de Distribución, una clasificación o un parámetro característico.

Según Choque (2007), es “la organización en el espacio de los individuos que forman una muestra” y por extensión los que forman un tipo de vegetación. Los conjuntos estructurales se pueden distribuir horizontalmente en elementos de la vegetación o verticalmente en estratos de la vegetación (niveles sucesivos de las masas vegetales) y puede referirse a la estructura física o biológica de una comunidad. La estructura física, es la que esencialmente vemos cuando observamos la comunidad. La estructura biológica la composición de especies y su abundancia, los cambios temporales de las comunidades y las relaciones entre especies de una comunidad. La estructura biológica depende, en parte, de su estructura física.

Según Ramos (2004), la estructura florística tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida. El análisis de la estructura de los bosques tropicales, está dirigido al estudio de la geometría del conjunto de poblaciones. Para ello se debe conocer que esta tiene dos componentes, uno vertical y otro horizontal.

Cuando la comunidad es un bosque, el término estructura hace referencia a la organización que presentan sus componentes y la forma en que interactúan entre sí. Esta definición incluye dos aspectos importantes: la distribución de los elementos

(estructura) y la consideración de sistema procesos al incluir las interacciones. De acuerdo con el criterio clasificatorio que se utilice, la estructura es la distribución de los individuos en términos de edad, tamaño, u otras características (Wadsworth, 2000).

El tamaño y estructura de las diferentes poblaciones es el resultado de las exigencias de las especies y de las características del ambiente. La estructura observada en cada situación particular es la mejor respuesta del ecosistema a sus propias características. Se entiende por estructura de un bosque a las relaciones morfológicas y espaciales que existen entre los elementos bióticos y abióticos que la componen (Acosta *et al.*, 2006).

Un análisis de la estructura del bosque busca establecer cómo están distribuidos los individuos en el espacio disponible, es también una forma práctica de observar cómo y dónde están compitiendo los árboles y si existen estratos menos agresivos que otros (Lamprecht, 1990). El conocimiento de la distribución espacial de los árboles (tanto horizontal como verticalmente), es una herramienta valiosa como complemento de varios estudios (crecimiento, mortalidad); no es solo conocer qué ingresa, sale o se mantiene en el ecosistema, es importante además saber cómo se distribuyen espacialmente estas variables. Este conocimiento puede sugerir la existencia de otras variables importantes que afectan a los árboles dentro del bosque que no podrían ser observadas con los análisis tradicionales (Monge, 1999).

Sánchez (2015), identificó la estructura de la vegetación como un patrón espacial de distribución de las plantas ya que a la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal.

2.6. Tipos de estructuras del Bosque

La estructura de un bosque natural refleja en muchos aspectos su historia y los parámetros analizados difieren en función del objetivo del estudio. Existe una gran diversidad de opiniones sobre lo que debería contemplar cualquier análisis estructural, aunque en general deberían cumplir los siguientes requisitos (Lamprecht, 1964).

- Que sea capaz de ofrecer un cuadro representativo de la estructura del tipo de masa estudiada.
- Que sea aplicable a cualquier tipo de masa forestal.
- Que los resultados sean objetivos, sin las influencias subjetivas del investigador y, en lo posible, que se expresen numéricamente.
- Que los resultados del análisis del mismo o de distintos tipos de bosques, sean directamente comparables.

2.6.1. Estructura horizontal del Bosque

Está determinada tanto por las características del suelo y del clima, las características y estrategias de las especies como por los efectos de los disturbios sobre la dinámica del bosque. La respuesta a estos factores se ve reflejado en la distribución del número de individuos por clase diamétrica, por lo tanto, las variables relacionadas son diámetro a la altura del pecho (dap), y su frecuencia. Se han definido dos estructuras principales: las coetáneas, donde la mayoría de individuos están en la misma clase de tamaño, y la discetánea, en la cual los individuos están distribuidos en varias clases de tamaño (Ramos, 2004).

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I). Los histogramas de frecuencia que son una representación gráfica de la proporción en que aparecen las especies, expresan la homogeneidad del bosque. Por otro lado, existen modelos matemáticos que expresan la forma como se distribuyen los individuos de una especie en la superficie del bosque, lo que es conocido como patrones de distribución espacial (Alvis, 2009; Figueroa, 2014).

Expresa Reyes (2012), que el análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente y que este aspecto puede ser determinado por los índices de densidad, dominancia y frecuencia. Para una determinación más objetiva se

necesitan mediciones y definir índices que expresen la cantidad de árboles, su tamaño y su distribución espacial.

2.7. Índices para evaluar la vegetación

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. Los índices que se mencionan en este libro son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.7.1. Abundancia absoluta

Número de individuos de una especie que aparecen en una unidad muestral, lo cual indica el comportamiento del liderazgo de la población en una comunidad (Finol, 1971).

2.7.2. Abundancia relativa

Porcentaje de individuos de una especie respecto al total de individuos que se encuentran en la muestra. Ratificando lo anterior (Finol 1971 y Lamprecht, 1990) definen este parámetro como la relación porcentual con respecto al número total de árboles levantados.

2.7.3. Frecuencia relativa

Porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie con relación a la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies encontradas en la muestra y es calculado basándose en la suma total de la frecuencia absoluta (Finol, 1971).

2.7.4. Dominancia Relativa

Según Finol (1971), esta se representa por la sumatoria de áreas basales de los individuos de una especie, expresado en m^2/ha .

Índice de valor de importancia ecológica (IVI)

El Índice de valor de importancia, se utiliza para el análisis de los parámetros ecológicos ya que es un buen descriptor de la importancia de la especie en un lugar, de manera que las especies que presentan los valores más altos son aquellas que poseen más individuos y de mayor tamaño, es decir, las más representativas de la

vegetación.

Suma aritmética de los valores de frecuencia relativa, abundancia relativa y dominancia relativa.

2.8. Estructura vertical del Bosque

Finol, (1971) y Beck, (1993), plantean que se conoce como estructura vertical del bosque a su estratificación, las características a medir para evaluar la estructura de un bosque tropical son las siguientes; dosel abierto o cerrado, espaciamiento uniforme o regular de los árboles, descripción de la estratificación, agrupaciones locales de individuos de una misma especie observada en uno de los estratos.

Según Juvenal y Salas (1997), la estructura vertical responde a la composición de ciertas características que tienen las especies, también responde a condiciones microclimáticas, que permiten a las especies cambiar, moverse a diferentes alturas del perfil, desarrollándose en los niveles que satisfagan sus demandas de radiación, temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y la concentración de CO₂. En estudios biológicos la altura es un parámetro básico de la descripción del bosque, además es una variable necesaria para estimar el volumen, el crecimiento y la clasificación de sitios (Sonco, 2013).

Según Ramos (2004), esta está relacionada con la distribución de biomasa en el plano vertical, es decir, a la distribución de organismos a lo alto de su perfil, permitiendo esta diferencia de microambientes que las especies se ubiquen en los diferentes niveles en función de satisfacer de mejor manera sus requerimientos de energía, siendo una variable básica a tomar en cuenta, a nivel local, la posición social de la copa, refiriéndose esta al acceso a luz que tenga un individuo.

Reyes (2012), propone para la caracterización de la estructura vertical tomar en consideración los datos registrados de los árboles en el sitio de estudio, de acuerdo a las alturas de las especies, la posición sociológica por especies y estratificación, clasificándola de la siguiente manera:

- 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

La deforestación ha sido históricamente la principal causa de pérdida de la biodiversidad, según los mapas de vegetación original y remanente del Ecuador continental, en 1996 quedaban menos del 60% de los bosques del país, la Amazonía es la región que conserva más cubierta boscosa y la Costa la más intervenida (Barrantes *et al.*, 2001).

Proteger los bosques remanentes, especialmente los pluviales, siempre verdes, y de galería, controlando el proceso de transformación de los bosques naturales en áreas ganaderas, agrícolas o áreas mineras; en particular, enfatizar en la conservación de los bosques de galería. Evitar la tala de la vegetación arbórea y arbustiva y la tala local (Fong *et al.*, 2005).

2.9. Análisis florísticos y estructurales del bosque

Los bosques están considerado como el mayor reservorio de especies, diversidad genética y hábitat, en donde las actividades humanas en estos tendrán un impacto significativo en las diversidades locales, regionales, global, en la salud y en el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Noble y Dirzo, 1997).

Según plantearon Kumar *et al.* (2002), muchos bosques perturbados requieren intervención para mantener su biodiversidad, productividad y sostenibilidad. El estudio de la diversidad de especies y los patrones de distribución son importantes para evaluar la complejidad y los recursos de los mismos (Kumar *et al.*, 2006).

El inventario florístico es un prerrequisito necesario para la mayoría de las investigaciones en ecología de las comunidades tropicales, como es el caso de la modelación de patrones de diversidad de especies o de la distribución de las especies, (Phillips *et al.*, 2003). La evaluación de la diversidad florística según Jayakumar *et al.* (2011) se ha tratado a nivel local y regional para determinar el estatus presente y hacer que el manejo de estrategias para la conservación sea efectivo.

Según Padalia *et al.* (2004) y Appolinario *et al.* (2005), la mayoría de los estudios florísticos realizados se han focalizado en el inventario. Por medio de los análisis florísticos se han estudiado también, la intensidad de las perturbaciones sobre la regeneración (Denslow, 1995; Kennard *et al.*, 2002), la comparación de la diversidad de árboles (Pitman *et al.*, 2002), el monitoreo de especies (Sukumar *et al.*, 1992), la evaluación fenológica (Frankie *et al.*, 1974), la distribución de las especies y las relaciones individuales de las especies (Condit *et al.*, 1996).

Condit *et al.* (1996) y Aguirre *et al.* (2013), plantearon que la determinación de la composición florística de los bosques como: familias, géneros, especies, ayuda a caracterizar las comunidades y generan información sobre la dinámica de los bosques naturales y su respuesta a diferentes regímenes de perturbación y que la mayoría de estos estudios se han basado en especies arbóreas por su representatividad en términos de dominancia (biomasa, abundancia, cobertura) lo que determina por lo tanto, la estructura y funcionamiento del bosque. Por otra parte González y Narváez (2005), plantean que la composición florística de un bosque se enfoca como la diversidad de especies en un ecosistema la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad).

Aguirre *et al.* (2013), plantea que la población ha explotado en forma desmedida, conduciendo al deterioro y desaparición local o global de las especies de los bosques. Estos procesos se dan por el desconocimiento de la estructura, composición y función de los ecosistemas. Timilsina *et al.* (2007), refieren que los estudios ecológicos destacan que la estructura, composición y función son atributos importantes de los ecosistemas boscosos y cambian en respuesta al clima, topografía, suelos y grado de disturbio. Estos factores, de conjunto con el proceso sucesional de la vegetación, son responsables de la variación en los atributos del bosque a nivel local y de paisaje, al producir heterogeneidad espacial.

La estructura arbórea es un indicador adecuado de la biodiversidad (Solís *et al.*, 2006; Ozdemir *et al.*, 2012), por lo que los árboles son los elementos más relevantes

de la estructura del ecosistema forestal (Del Rio *et al.*, 2003) y la estructura arbórea sirve para evaluar el estatus de un ecosistema. Este último cambia fácilmente al aplicar tratamientos silvícolas, modificándose la estructura del bosque (Castellanos *et al.*, 2008; Motz *et al.*, 2010; Hernández, *et al.*, 2013), lo que quiere decir que la estructura actual de un bosque es el resultado de procesos que han ocurrido en el pasado y que han determinado la composición de especies, su distribución espacial y la frecuencia de tamaño de individuos dentro de poblaciones (Pham *et al.*, 2004).

Por otra parte Acosta *et al.* (2006), fundamentan que todo análisis estructural permite un estudio detallado de las comunidades vegetales y debe comprender los estudios sobre la estructura horizontal (densidad, frecuencia y dominancia). Mientras que Guariguata y Kattan (2002), plantean que la vegetación sobre un paisaje determinado está influida por tres factores: estructura geológica, gradientes ambientales y regímenes de perturbación natural.

A sí mismo Cortés (2003), citado por Sánchez (2015), identificó la estructura de la vegetación como un patrón espacial de distribución de las plantas ya que a la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal. Por otro lado Del Río *et al.* (2003) y Jardel (2011), coinciden en plantear que la estructura del bosque y su dinámica, está ligada con su estabilidad ante factores bióticos y abióticos, por lo que evaluar esta variable es importante para el manejo del sistema y la generación de servicios directos e indirectos.

El estudio de la estratificación vertical durante mucho tiempo fue muy relevante por la alta diversidad de especies de diferentes tamaños y el gran número de individuos en el dosel medio, superior y emergente (Sánchez, 2015). De acuerdo a sus objetivos Jayakumar *et al.* (2011), definieron la estructura vertical como la distribución de los individuos que conforman la comunidad en relación a sus alturas, cuya descripción implica el reconocimiento de estratos en los que se agrupan árboles de tamaños similares.

Por otro lado la estructura horizontal entendida como la distribución espacial de las

diferentes poblaciones e individuos está relacionada con los factores del medio ambiente. A gran escala puede estar influida por la altitud o por la latitud; en tanto, a pequeña escala la topografía local y la disponibilidad del agua parecen ser los principales agentes (Sánchez, 2015).

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

Para Lamprecht (1962, 1964), la estructura de un bosque natural refleja en muchos aspectos su historia y los parámetros analizados difieren en función del objetivo del estudio. Existe una gran diversidad de opiniones sobre lo que debería contemplar cualquier análisis estructural, aunque en general deberían cumplir los siguientes requisitos: Que sea capaz de ofrecer un cuadro representativo de la estructura del tipo de masa estudiada, que sea aplicable a cualquier tipo de masa forestal, que los resultados sean objetivos, sin las influencias subjetivas del investigador y, en lo posible, que se expresen numéricamente. Que los resultados del análisis del mismo o de distintos tipos de bosques, sean directamente comparables.

La estructura horizontal se determina por los valores de abundancia, dominancia, y la frecuencia relativa de cada especie (Lamprecht, 1990). Asimismo conceptualiza la abundancia absoluta como el número de individuos de una especie que aparecen en una unidad muestral, lo cual indica el comportamiento del liderazgo de la población en una comunidad.

Finol (1971) y Lamprecht (1990), definen la abundancia relativa como el porcentaje de individuos de una especie respecto al total de individuos que se encuentran en la muestra, es decir, la relación porcentual con respecto al número total de árboles levantados. Asimismo definen la frecuencia absoluta como el número de parcelas de muestreo de tamaño adecuado, en las cuales se encuentra una especie, como

expresión porcentual definida por la razón entre el número de parcelas en las que una especie aparece y el número total de parcelas establecidas.

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

Finol (1971) y Beck *et al.* (1993), plantean que se conoce como estructura vertical del bosque a su estratificación; las características a medir para evaluar la estructura de un bosque tropical son las siguientes, dosel abierto o cerrado, espaciamiento uniforme o regular de los árboles, descripción de la estratificación, agrupaciones locales de individuos de una misma especie observada en uno de los estratos. A menudo el uso más común del término “estratificación” es para indicar que las copas de los árboles alcanzan diferentes alturas en el perfil vertical del bosque y tiene que incluir el análisis de la posición sociológica de los árboles.

Según Lamprecht, (1990) y Keels *et al.* (1997), también se calcula el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), para cada especie, a partir de la suma de los parámetros de la estructura horizontal, mediante este índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructura, sitio y dinámica.

Cantos (2014), determinó la estructura horizontal y vertical, así como el índice de valor de importancia ecológica para bosques secos (Monte espinoso tropical, Monte espinoso premontano) en Ecuador mediante el cálculo de los valores absolutos y relativos de cada especie. Para conocer la estructura vertical del bosque este autor definió tres estratos (sotobosque, dosel intermedio y dosel superior), solo que lo

realizó siguiendo los criterios de Godinez y López (2002), según los cuales, cuando la altura de los árboles es menor o igual a 10 metros, el estrato se considera sotobosque; cuando la altura se encuentra entre 10 y 20 metros, el estrato definido recibe el nombre de dosel intermedio. Si la altura rebasa los 20 metros se está en presencia de un dosel superior.

Jimenez (2012), determinó también la estructura en bosques semidecuidos de la Reserva Ecológica Manejada (REM) Sierra del Rosario, a través de los valores de abundancia, dominancia, y la frecuencia relativa de cada especie; así como las distribuciones de abundancia de árboles por clases diamétricas. La regeneración natural la evaluó siguiendo la metodología propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Orozco y Brumer (2002). Tuvo en cuenta además, los criterios de UNESCO (1980) para comparar realmente la composición y estructura del bosque tropical teniendo en cuenta la medición de todos los árboles hasta el diámetro más pequeño posible.

Aguirre (2013), siguió los mismos criterios abordados por los autores anteriormente citados para la determinación de la estructura y diversidad del bosque seco en Ecuador, solo que para la caracterización de la estructura vertical consideró las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos.

2.10. Tratamientos de los bosques descuidados o muy antropizados

Álvarez y Varona (2006), plantean que el bosque natural es cualquier comunidad o biocenosis forestal que no ha sido establecida por el hombre, sino por las propias fuerzas remanentes de la naturaleza del bosque. Estos autores afirman que en estos bosques naturales se evidencia una fuerte presión antrópica, estableciéndose con el tiempo un bosque secundario con pocos individuos de valor económico, donde la estructura y composición florística ha sido afectada a pesar de estar sujetos a planes de manejo, es evidente la poca presencia de las principales especies de valor. Independientemente el estado del bosque descuidado, el grado de la influencia antrópica sobre su composición y la existencia de madera en pie, la estructura de edades constituye un punto de partida para definir las tareas silviculturales.

Tomando en cuenta los criterios de estos autores, se pudiera señalar una vía para la rehabilitación de los bosques a través de la aplicación de cortas de mejora con enriquecimientos, en la cual propicie el cumplimiento del objetivo propuesto.

2.10.1. Cortas de mejora

Fors (1967), designa como cortas de mejora aquellas que se realizan en un monte pasado de su etapa de latizal con el fin de mejorar su estructura y composición, mediante la extracción de árboles dominantes de especies indeseables y mal formadas.

Según Samek (1974) citado por Sánchez (2015), las cortas de mejora se aplican en bosques que sean relativamente ricos en especies económicas, y determinar el mínimo de especies de valor comercial es bastante difícil. Este autor plantea que la característica principal de estas cortas de mejora es que se realizan al mismo tiempo y en el mismo rodal todos los tipos de intervenciones silviculturales, desde la limpia hasta las talas de rendimiento.

Álvarez y Varona (2006), coinciden en que las características que debe tener un bosque, al que se le debe aplicar cortas de mejora, es que tenga una composición de especies comerciales en cantidad tal que por las cortas se logre dinamizar el incremento y regular la producción sostenida.

Según Sánchez (2015), después de la evaluación y delimitación de los rodales que se van a manejar por medio de esta corta, la planificación de las intervenciones se realizará a través de ciclos de 3 a 10 años según la productividad de los sitios y del ritmo de crecimiento de las especies principales; además plantearon, que en aquellos sitios muy fértiles y con especies principales de buen crecimiento se repetirá cada 3 a 5 años, y en sitios muy pobres con especies de lento crecimiento, las intervenciones se espaciarán de 8 a 10 años. Y cuando el bosque sea mejorado con gran semejanza al bosque de selección, las intervenciones se espaciaran según los ciclos de aprovechamiento que fije la ordenación.

Estas intervenciones que se realizan a los bosques a través de cortas de mejora conducen al mejoramiento de la estructura, composición florística, el funcionamiento y calidad del arbolado (Sánchez, 2015).

2.10.2. Enriquecimiento

Álvarez y Varona, (2006) consideran que el enriquecimiento es un tratamiento de gérmenes de propagación de forma consciente y planificada que se realiza en bosques secundarios con pocas especies de valor económico.

Según Betancourt (1987), el enriquecimiento se realiza en los bosques secundarios que presentan pocas especies de valor económico, donde se introducen progresivamente especies valiosas. Sánchez (2015), coincide con estos autores en afirmar que los enriquecimientos están encaminados a la reconstrucción de los bosques secundarios con especies de valor económico y que además contribuyan a mejorar la estructura y composición florística del bosque.

Al referirse al tema del enriquecimiento de los bosques tropicales secundarios Álvarez y Varona (2006), expresan que los enriquecimientos solo se realizan en aquellos bosques naturales descuidados que pueden clasificarse por las categorías en cuanto a su estado. Aclaran que por su estado los bosques pueden ser de tres tipos, los que se relacionan a continuación:

1. Bosques con individuos de especies de valor económico suficientes para aplicarles tratamientos silviculturales, con el objetivo de mejorar la cantidad y calidad de la producción maderera.
2. Bosques secundarios con pocos individuos de las especies de valor económico insuficientes para construir con ellos un vuelo económico y
3. Bosques degradados carentes de individuos de las especies de valor económico, compuesto totalmente por especies secundarias, por matorrales y bejucos.

Según Sánchez (2015), profundizando en el tema, estos autores señalan que los bosques con especies de valor económico suficientes para aplicarles tratamientos silviculturales, son objeto de las cortas de mejora, sin embargo, en los bosques secundarios con pocos individuos de valor económico no bastan las cortas de mejora, pues el dominio que tienen las especies secundarias es tal que no se garantiza la aparición de la regeneración natural de las especies de valor, las que hay que introducir o propagar en forma de plantación parcial o siembra parcial.

Sin embargo, como sucede comúnmente en los bosques tropicales explotados, la

población aprovechable de árboles de las especies de valor es escasa, por lo que será necesario comenzar por el método de las cortas de mejora. Todos estos métodos tienen en común el de procurar la regeneración continuada, para obtener rodales multietáneos equilibrados, donde cíclicamente se coseche el incremento periódico mediante la tala de árboles maduros, y las demás edades queden en pie (Álvarez, 2005).

Álvarez y Varona (2006), definieron que el enriquecimiento según sea la tolerancia de la planta a introducir se hará bajo dosel o al sol y aclaran que el enriquecimiento bajo dosel puede ser individual, en grupos pequeños o en líneas, mientras que el enriquecimiento al sol se lleva a cabo en grupos grandes, en líneas y en corredores.

Conceptualmente Álvarez (2001), define los enriquecimientos intensivos como aquellos que se realizan a los rodales de ocupación incompleta, independientemente del carácter primario o secundario de la vegetación forestal a tratar.

A criterio de Álvarez y Varona (2006), el enriquecimiento individual se realiza mediante siembra de semillas grandes o posturas de forma dispersa o irregular en el rodal, de manera que se introduzcan solamente algunas decenas de propágulos por hectárea.

Sánchez (2015), coincide con estos autores en afirmar que los métodos de enriquecimiento individual consisten en establecer la regeneración artificial, bien por plantío o por siembra directa.

2.11. Diversidad florística

El concepto de diversidad es ampliamente utilizado en el ámbito de la ecología, uno de los conceptos más simples de diversidad, es el que se refiere a esta como la variedad de todas las formas de vida, a todo nivel de integración de los organismos, desde moléculas de ADN hasta ecosistemas, es por tanto la propiedad de entes vivientes de estar formados por unidades diferentes o desemejantes. O sea está formada por más de una unidad desemejante, que se puede medir y observar como el número de elementos biológicos que coexisten en ciertas dimensiones de tiempo y espacio. Este es un parámetro útil en el estudio y la descripción de las comunidades ecológicas. Por lo cual la diversidad se compone no solo de un elemento, sino de la

variación y la abundancia relativa de especies (Sonco, 2013).

Moreno (2001), plantea que los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas.

Según Figueroa (2014), la diversidad se compone de dos elementos, variedad o riqueza y abundancia relativa de especies, su expresión se logra mediante el registro del número de especies, la descripción de la abundancia relativa o mediante el uso de una medida que combine los dos componentes. El propio autor refiere que se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: La diversidad alfa, es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gamma, es la diversidad de todo el paisaje y puede considerarse como la combinación de las dos anteriores.

En este sentido Whittaker (1972), citado por Moreno (2001), identificó distintos componentes de la diversidad biológica que corresponden a diferentes niveles de escala espacial y los designó como diversidades Alfa, Beta y Gamma, esto con el fin de comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje.

Moreno *et al.* (2011), plantean que la diversidad de especies es un tema central tanto en ecología de comunidades como en biología de la el estudio de la diversidad de especies, ha adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a su posible relación con el funcionamiento de los ecosistemas a través de procesos tales como la productividad y la estabilidad y por su modificación como resultado de actividades humanas.

El conocimiento de la diversidad de los ecosistemas forestales es un aspecto de

importancia para mejorar los conocimientos y pautas para el manejo del recurso forestal. La diversidad de especies en los ecosistemas forestales tropicales es un indicador de las condiciones ecológicas, ambientales y del tipo de explotación de dicho hábitat a través del tiempo, esta es definida con base en dos factores: por un lado la relativa abundancia de las especies y por otro lado el número de especies en la comunidad, lo que muchos ecólogos llaman riqueza de especies (Noguera *et al.*, 1998).

2.11.1. Diversidad Alfa (α)

En una primera aproximación corresponde a un concepto claro y de fácil uso; el número de especies presente en un lugar, esta sencillez es engañosa, ya que el número de especies de un grupo indicador que se encuentra en un determinado punto puede variar mucho de un lugar a otro, aun dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo paisaje (Sonco, 2013).

La diversidad alfa según Moreno (2001), es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

2.11.1.1. Riqueza de especies florísticas

Riqueza, es el número total de especies obtenido por el censo de una comunidad. La riqueza de especies en un área determinada es una de las medidas de diversidad más utilizadas en la actualidad por su facilidad de interpretación y debido a problemas encontrados en los diferentes índices de diversidad como sobreestimaciones de equidad de la diversidad y dependencia del tamaño de la unidad muestral, por ejemplo (Quiñones, 2012) y (Figueroa, 2014).

La riqueza específica (S) se basa únicamente en el número de especies presentes. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de

manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces se recurre a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad (Moreno, 2001).

Cabe destacar, que la riqueza florística se evalúa de la curva área – especie, la cual proporciona información sobre el incremento de especies en superficies crecientes, a partir de un diámetro mínimo considerado. Esta curva proporciona en parte la información para detectar en qué superficie no es significativo el incremento de nuevas especies (Zamora, 2010).

Según Menéndez y Melara (2002), es necesario conocer la riqueza florística de la vegetación original mediante estudios de inventarios florísticos, ya que estos son la base fundamental para la realización de estudios más precisos sobre ecología y biogeografía, así como también son indispensables para la creación de políticas para la conservación y el manejo de los recursos.

El conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico. Captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, agente regulador del clima local, y reductor de la contaminación atmosférica (Matteucci y Coloma, 1980).

2.11.2. Diversidad beta (β)

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972).

A diferencia de la diversidad alfa y gamma, que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de esta diversidad está basada en proporciones que pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies), cuantitativos o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988).

Los índices beta no tienen un valor máximo, entre más alto sea el índice beta, menor será en número de especies compartidas entre las comunidades (Polo, 2008).

2.11.3. Índices de Similitud

Los coeficientes de Similitud han sido muy utilizados especialmente para comparar comunidades con atributos similares (diversidad beta). Existen muchos índices de Similitud, pero los índices más antiguos siguen siendo los más utilizados; entre estos están el índice de Sorencen, índice de Jaccard y el índice de Morisita-Horn, estos pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia-ausencia) o datos cuantitativos (abundancia) (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Índice de Sorencen

Este Índice de Sorencen (1948), es el más utilizado para el análisis de comunidades ya que relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios (Magurran, 1988).

Polo (2008), indica que este índice también permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas. Los datos utilizado en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos el índice de Sorencen es el más satisfactorio y los valores varían entre 0 y 1 y se puede expresar en porcentaje (Matteucci & Coloma, 1982).

2.12. Georreferenciación

El proceso de agregar información extra, o de geoposicionar la información según las coordenadas del interés del usuario, sirve como georreferenciación, por lo general esta información son las coordenadas, aunque también puede incluir la altitud y otras informaciones complementarias, también está estrechamente relacionado con el uso de sistemas de posicionamiento, pero puede distinguirse de estos por un mayor énfasis en la determinación de una posición significativa y no sólo por un conjunto de coordenadas geográficas (Milán, 2014).

Es entendida como un proceso de asignación de coordenadas espaciales a la descripción de un sitio. Dicho proceso permite ubicar geográficamente un espécimen en un tiempo y lugar determinado (Martínez y Sánchez, 2016).

Según Katchadourian *et al.* (2018) y Ortiz (2016), entre otros usos, las tecnologías de georreferenciación nos permiten convertir la imagen procedente de la digitalización

de mapas antiguos en una capa interactiva que puede ser mostrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), incorporando así coordenadas geográficas a un elemento que no las tenía, nos permiten recuperar dónde fueron tomadas las imágenes, averiguar qué se muestra en muchas de ellas y sobre todo facilitar al usuario la búsqueda en un mapa haciendo uso de las coordenadas geográficas.

2.13. Geolocalización

La geolocalización se encarga específicamente de la ubicación exacta de un punto sobre la Tierra la cual puede ser provista por un satélite mediante la determinación de sus coordenadas geográficas clásicas (latitud y longitud) (Enciclopedia, 2017).

Según Beltrán (2012), consiste en determinar la situación precisa que ocupa un determinado objeto en el espacio, de acuerdo con sus coordenadas de latitud y longitud, y altura. La importancia alcanzada por la geolocalización según Ortiz (2016), obedece a la gran cantidad de funciones y servicios que se pueden ofrecer tras situar un objeto en el mundo, y obtener información en tiempo real del contexto en relación a su posición geográfica

2.14. Aplicación forestal de los Sistemas de Posicionamiento Global

Como herramientas esenciales de trabajo en el inventario forestal, la ordenación de montes y en la selvicultura destaca el G.P.S. (global positioning system). Esta herramienta, desconocida hasta finales del siglo XX, facilita la gestión atendiendo a las características de los rodales al permitir un fácil y preciso replanteo y seguimiento de los mismos. En el mismo sentido, no es factible actualmente plantear una planificación o proyecto de ejecución forestal sin contar con un Sistema de Información Geográfica (S.I.G.) (Reque y Pérez, 2011).

Según Rodríguez y Fernández (1999), las principales tareas en las que el GPS puede ser utilizada en un Inventario Forestal son la cartografía de cantones, el replanteo de parcelas de muestreo la localización geográfica de de puntos de interés, tares que pueden realizarse con precisión y viabilidad económica. En relación a la influencia del grado de cobertura en la recepción de las señales de satélite, se ha detectado que éstas son menores con el aumento de la cobertura pero han permitido conseguir una precisión submétrica.

2.14.1. Software SIG

Según Gastón (2008), un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una utilísima herramienta para el manejo de los datos producidos por el trabajo de los botánicos, cualquier observación de una planta en el campo debe ir acompañada, entre otros datos, de un comentario sobre su posición geográfica y por lo tanto es susceptible de ser incorporada a un SIG. Los trabajos florísticos generan listados de especies acompañados de su localización. Tradicionalmente la localización de las citas de especies se ha llevado a cabo indicando las coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*, sistema de coordenadas transversal de Mercator). Plantea además que El uso del GPS en los trabajos de campo ha incentivado la integración de los datos florísticos en SIG.

Para Sánchez *et al.* (1999), una de las aplicaciones más importantes de los SIG se encuentra en la gestión de los recursos naturales. Dentro de éstos, los recursos forestales constituyen un ámbito cuya gestión requiere la integración de datos referidos tanto a la realidad presente como a las previsiones futuras y en algunos casos, las existencias en el pasado, en esta tarea los SIG se manifiestan como una herramienta de trabajo clave, ya que constituyen un sistema único capaz de combinar ambas necesidades, su papel comienza a ser importante en la toma de decisiones respecto a diferentes alternativas, en el espacio y el tiempo. Prueba de ello son las referencias que sobre su utilización y aplicación para distintos proyectos se observan en trabajos y publicaciones actuales.

Entre los que más se emplean en estos momentos se encuentran los siguientes:

- Ilwis Raster 1988
- Mapinfo Vectorial 1987
- ArcGis Vectorial 1982
- Quantum GIS 2008
- GRASS GIS 1991
- Smallworld Vectorial 1990

En nuestro país, MapInfo Professional en sus diferentes versiones es uno de los que más amplio uso tiene por las diferentes entidades dedicadas a esta labor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de nuestra investigación fue necesaria la utilización de diferentes métodos científicos que relacionamos a continuación.

Del nivel teórico.

Histórico y lógico: permitió el estudio concreto del objeto de investigación, las tendencias y regularidades del problema así como investigar y conocer los aportes que han brindado a otras investigaciones realizadas del tema.

Análisis y síntesis: se utilizó para realizar la fundamentación de la investigación, así como para la caracterización general del problema de investigación.

Inducción y deducción: para inferir los resultados del estudio teórico y del diagnóstico, además para arribar a las conclusiones generales de la investigación. El método comparativo: Con su empleo fue posible realizar las comparaciones de diferentes índices en el período seleccionado para obtener la solución adecuada según el objetivo propuesto.

Del nivel empírico:

Del nivel matemático: Técnica porcentual : Se utilizó para el cálculo de los resultados de los instrumentos aplicados.

Además se utilizaron las metodologías de: El Índice de similitud cualitativo-cuantitativo, Índice de riqueza, IVIE y Estructura vertical de José Sánchez, (2015).

Diversidad alfa (α) de Aguirre y Yaguana (2012).

Distribución por clase diamétrica, de Aldana (2010),

3.1. Ubicación del área de investigación

El área de estudio se encuentra ubicada en el bosque de galería sobre el Arroyo Tortuguilla, clasificado de primer orden, según la Norma Cubana (NC) 23: 1999, localizado en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí, perteneciente al Municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, desde las coordenadas 19° 59' 37'' de Latitud Norte, 74° 55' 38'' de Longitud Oeste, río arriba hasta y 19° 59' 29'' de

Latitud Norte, 74° 55' 17" de Longitud Oeste río abajo, abarcando una superficie de 2,28 ha del bosque de galería. La topografía es irregular y escarpada, con amplio rango de valores de pendiente que van desde 7 a 38 %. La investigación se realizó entre abril de 2017 a junio de 2018. Figura 2.

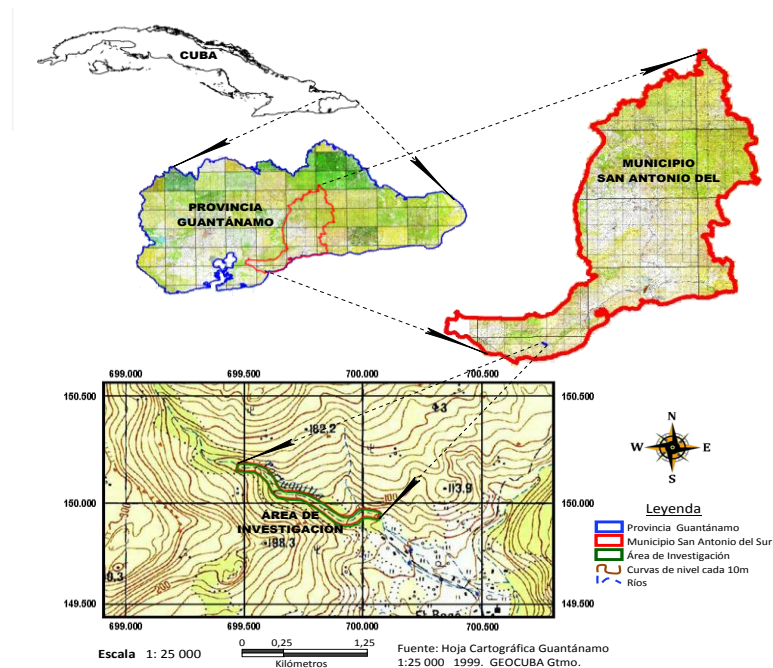


Figura 2. Mapa de localización del área de investigación

3.2. Características del área de investigación

3.2.1. Clima

En la zona la temperatura promedio anual es de 24,45°C, con precipitación promedio anual de 756,3 mm, caracterizado por largos periodos de sequia y humedad relativa de 76.2%. Los meses más secos son desde noviembre hasta mediados de abril y el mes de julio, los más lluviosos son agosto y octubre, en sentido general se caracteriza por un clima muy seco según CITMA (2016).

3.2.2. Características edáficas

El suelo en el área de estudio, de acuerdo al laboratorio de suelos de la provincia Guantánamo, según versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba de Hernández *et al.* (1999), es Pardo Sialítico Carbonatado Ócrico y Poco evolucionado

(Lithosoles Eútricos), se encuentran distribuidos principalmente al noroeste de la reserva ecológica con un área de 449,19 ha, que representa el 14,87%, que son de color pardo claro, sustentados sobre caliza dura y arenisca carbonatada, de poca profundidad efectiva (28 cm), medianamente humificado (2,5%), de fuerte erosión hídrica, de textura loam arenoso, con cantidades elevadas de elementos gruesos tales como excesiva pedregosidad (80%) y rocoso (15%).

3.3. Inventario florístico

Los datos fueron tomados en el bosque de galería sobre el Arroyo Tortuguilla, se empleó un muestreo aleatorio simple, se utilizaron 16 parcelas de (10m x10 m) que se distribuyeron de forma aleatoria en ambas márgenes del Arroyo, situadas aleatoriamente, para cada vegetación localizada próxima al margen derecho e izquierdo, contabilizando las especies leñosas presentes en los diferentes estratos definidos por Álvarez y Varona (2006): herbáceo (hasta 0,99 m), arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m), a las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo se les midió la altura (m) y el diámetro (m). Las parcelas fueron georreferenciadas con GPS GARMIN OREGON y luego procesadas con el software SIG MapInfo Professional versión 12.0. (**Figura 3**).

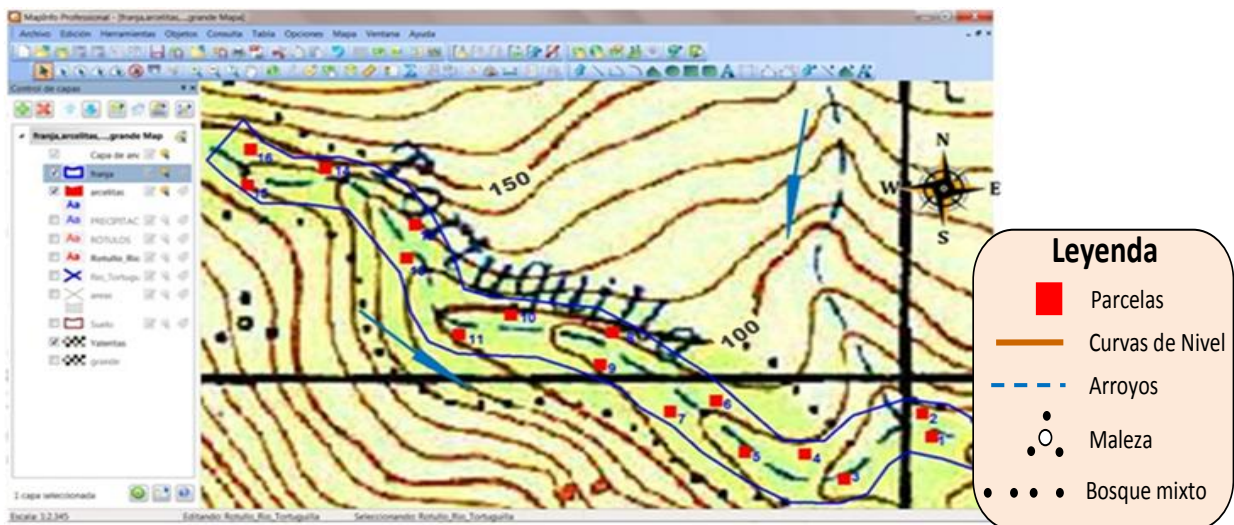


Figura 3. Mapa de Geolocalización de las Parcelas de investigación

Además se georreferenciaron las especies florísticas de mayor valor de importancia

económica y ecológica, los detalles de las coordenadas de la ubicación de las mismas pueden verse en el Anexo 1.

Al interior de cada uno de las parcelas se midieron las siguientes variables para cada uno de los individuos: La altura del fuste: Esta fue medida desde la base del tronco hasta donde nacen las primeras ramificaciones que constituyen la copa, para los individuos que presentaron Diámetro Altura de pecho (**Dap**) \geq 5 cm.

En las parcelas de 100 m², se identificaron todas las especies que presentaron diámetro mayor a 5 cm. A estas se les midió la altura (H) y el diámetro (D), con una cinta diamétrica, así como el número de individuos por especie y estratos. Los estratos considerados fueron: hasta 5 m de altura y mayores de 5 m, de acuerdo con los criterios de muestreo empleados por Rodríguez (2010); Dutra (2011) y Aguirre (2013).

3.4. Variables para indicar disturbio

Como fuente de disturbio o variable independiente se Se evaluó en cada parcela:

- Talas incontrolada
- Presencia de Caminos
- Presencia de claros por extracción de árboles
- Extracción de leña

La caracterización de los disturbios por los sitios de muestreo se realizó por la metodología empleada por Sánchez (2015), el cual las midió de forma ordinal, en un rango de uno a cuatro, clasificándolo como: 1-Sin disturbio 2-Disturbio leve 3-Disturbio moderado 4- Disturbio alto.

3.5. Diversidad florística

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). Después se

empleó el índice cualitativo y cuantitativo de Sorensen para medir el grado de similitud ambos bosques, el índice varía de 0 (no-similaridad) a cerca de 1.0 (similaridad completa) (Magurran, 1989) y metodología empleada por Sánchez (2015), se expresan con las fórmulas:

Índice de similitud de Sorensen cualitativo:

$$Iss = \frac{2C}{a + b} * 100$$

Donde:

a = Número de especies por familia en el bosque cercano al margen derecho del arroyo.

b = Número de especies por familia en el bosque cercano al margen izquierdo del arroyo.

c = Número de especies en común entre ambos bosques (a y b).

Índice de similitud de Sorensen cuantitativo:

$$Isc = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Dónde:

aN = Número total de individuos en el sitio A.

bN = Número total de individuos en el sitio B.

pN = Sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Magurran, 1989; Sánchez, 2015).

Diversidad alfa (α)

La diversidad (alfa) de especies florística del bosque de galería El Bagá de la Reserva Ecológica Baitiquirí, se determinó mediante la metodología de Aguirre y Yaguana (2012), donde se determinó la riqueza de especies, considerada el indicador más importante de diversidad según Magurran (1989), citado por Sánchez (2015).

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, Esta se determinó por la fórmula siguiente (Sánchez, 2015).

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

Donde:>

S = Número de especies

N= Número total de individuos

Diversidad beta (β)

Para comprobar la similitud entre las unidades de muestreo de un bosque con respecto al otro se calculó el índice de similitud de Sorensen, utilizado por Lamprecht (1990); Wolda (1981); Moreno (2001); Aguirre y Kvist (2005), Aguirre (2013) y Sánchez (2015).

3.6. Parámetros estructurales

Estructura horizontal

Se evaluó la estructura horizontal a través de los cálculos de: Abundancia relativa (**Ar**), Frecuencia relativa (**Fr**) y Dominancia relativa (**Dr**), (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Abundancia relativa

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. Este indica el % de participación que tiene cada una de las especies en una determinada área y se expresa como la relación porcentual entra el número de individuos de una especie determinada con el total de individuos en el área determinada (Matteucci & Colma, 1982), metodología utilizada por Sánchez (2015). Este índice se calcula mediante la fórmula:

$$AR = \frac{\# \text{ De individuos de una especie}}{\# \text{ Total de individuos de todas las especies}} * 100$$

La Frecuencia Relativa es la relación que existe la frecuencia absoluta de una determinada especie en relación a la sumatoria de las frecuencias absolutas, expresada en porcentaje (Matteucci & Colma, 1982), metodología utilizada por Sánchez (2015) y se calcula de la siguiente forma:

$$FR = \frac{\# \text{ De parcelas en la que ocurre una especie}}{\text{Total de ocurrencia en todas las parcelas}} * 100$$

Dominancia o Área Basal

El área basal o dominancia, es el parámetro definido como $D = (m^2/ha)$ y correspondiente a suma de las áreas bisimétricas de los árboles en una superficie. Se puede determinar el área basal de un grupo de especies su distribución por categorías de diámetro. El parámetro contempla el número y tamaño de los árboles además es un buen indicador de la capacidad de carga y de ocupación del bosque. Aunque por definición corresponde a la suma de áreas bisimétricas (Sonco, 2013).

$$\text{Área Basal} = \left(\frac{\pi}{4}\right) * d^2$$

Donde:

$$\pi = 3,1416$$

d= Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Dominancia Relativa

Es la relación porcentual entre el área basal total de una determinada especie o familia y la suma del área basal de todas las especies o familias de la muestra y responde a la siguiente fórmula:

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

Así como el índice de valor de importancia ecológica de las especies, IVIE, el cual 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, es la suma de estos tres parámetros. Este Índice revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, es mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente (Lamprecht, 1990; Keels *et al.*, 1997). Se calcula conforme la fórmula:

$$\text{IVIE} = \text{AR} + \text{DR} + \text{FR}$$

La similitud o grado de asociación de las parcelas fue determinado por el análisis de conglomerados jerárquico mediante la medida de similitud de Bray-Curtis (Magurran, 1989) mediante el programa **Bio Diversity professional versión 2**. Los grupos fueron definidos subjetivamente.

La identificación de los factores antrópicos se efectuó a través de la observación en cada una de las parcelas. Para ello se tomaron en cuenta los factores: Erosión por cárcavas (Ec), presencia de quema de árboles(Qa), tala de árboles sin prescripción silvícola (Ta), pastoreo (P), vertederos de desechos sólidos (Vs), alta infestación por bejucos (Ib).

Estructura vertical

La caracterización de la estructura vertical se describió tomando en consideración las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos del bosque de acuerdo a los criterios de Finol (1971); Mueller y Ellenberg (1974); Kent y Coker (1994), Reyes (2012) y Sánchez (2015).

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

- Estrato inferior: de 0 a 10 m
- Estrato medio: de 10,1 a 20 m de altura total
- Estrato superior: mayor de 20 m de altura total

Distribución por clase diamétrica

La determinación de la distribución por clase diamétrica de las especies de mayor Índice de Valor de Importancia Ecológica del Bosque de Galería El Bagá

y para ambos bosques en las márgenes del arroyo Tabla 1: se determinó a partir de la metodología de Imaña *et al.* (2011), donde se seleccionaron los diámetros de menor y mayor rango en cm.

Tabla 1. Distribución de las especies por Clase Diamétrica (**CD**).

CD	
Rango	Rango
5--7,5	27,6--30
7,6--10	30,1--32,5
10,1--12,5	32,6--35
12,6--15	35,1--37,5
15,1--17,5	37,6--40
17,6--20	40,1--42,5
20,1--22,5	42,6--45
22,6--25	45,1--47,5
25,1--27,5	

3.7. Análisis estadístico

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

3.8. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque de galería

Se realiza a partir de las características botánicas de las especies identificadas con cierto grado de amenaza o deterioro y teniendo en cuenta además el régimen de protección y reproducción de forma artificial, propiciando condiciones para el desarrollo y la conservación de las especies leñosas con alto grado de afectación en el bosque de galería.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Inventario florístico del Bosque del Galería

De acuerdo con la curva área - especie (Figura 4) el muestreo con 16 parcelas es representativo de la diversidad florística del área estudiada. Como se aprecia a partir de la parcela 13 se logra la asíntota, indicando que la mayoría de las especies fueron identificadas en las 13 primeras parcelas. Teniendo en cuenta las características del área donde se realiza el estudio, en condiciones ambientales con las mismas características, es muy poco probable el incremento significativo de nuevas especies.

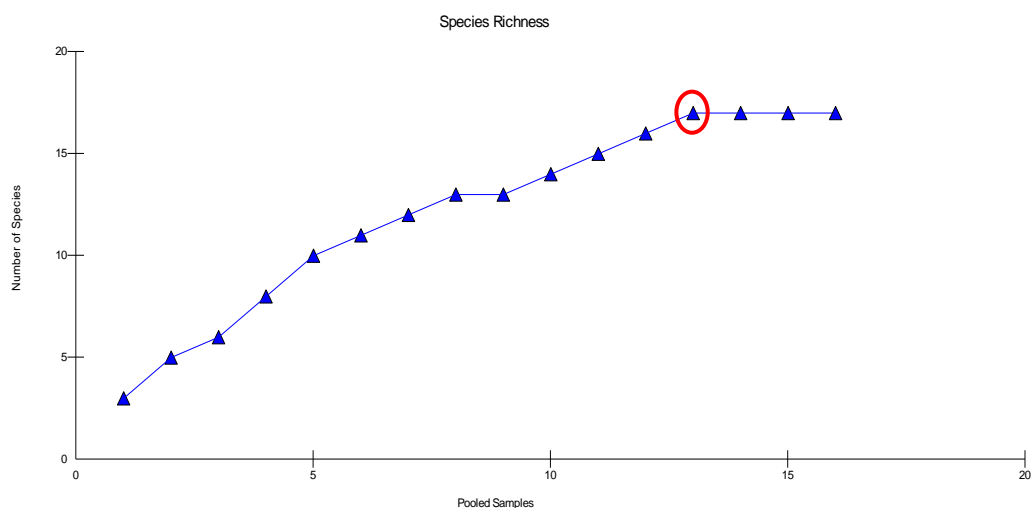


Figura 4. Curva área especie obtenida a partir del muestreo en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí

4.1.1. Diversidad beta (β)

En la figura 5 se presenta los resultados de la clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición y abundancia de cada especie y cortando el dendrograma con una distancia de 50 % de similitud distinguen los conglomerados o grupos de parcelas mediante el método de vinculación de Ward's que se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 2. Conglomerados resultantes mediante el método de vinculación de Ward's

Conglomerados	Parcelas	Total
Conglomerado 1	1, lado derecho	1
Conglomerado 2	3 y 11 lado derecho 2 y 8 lado izquierdo	4
Conglomerado 3	5, 7, 9, 13 y 15 lado derecho 4, 6, 12, 14, 16 lado izquierdo	10
Conglomerado 4	10 lado izquierdo	1

El análisis de conglomerado (Figura 5) permitió distinguir cuatro agrupaciones según la composición florísticas y abundancia de cada parcela. El primer grupo formado por 1 parcela, el segundo formado por 4 parcela, el tercer grupo 10 parcelas y el 4 por 1 parcela.

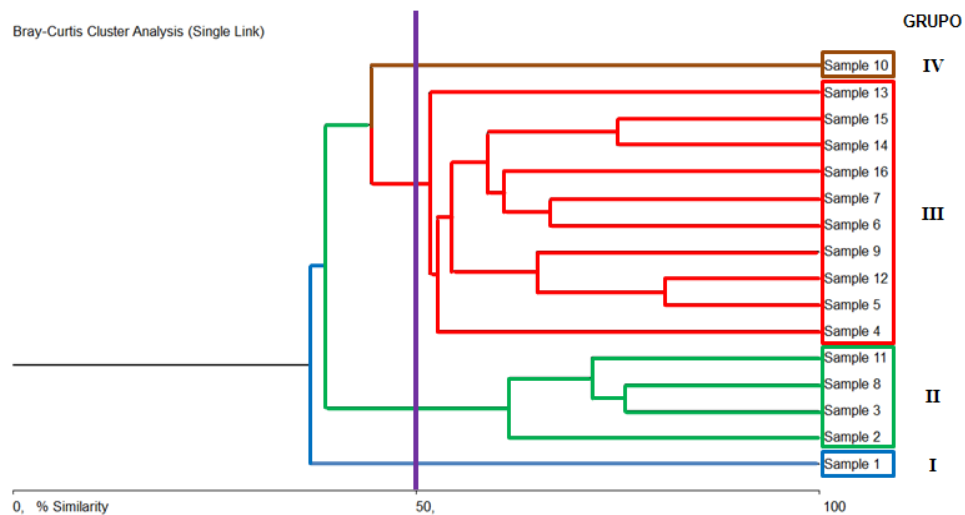


Figura 5. Dendrograma de agrupamiento de las parcelas muestradas en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

El primer grupo presenta un 37 % de similitud compuesto por una parcela que se localiza en el bosque cercano al margen derecho del arroyo. Teniendo en cuenta la ubicación de esta y las características del área de estudio, se evidencia un alto grado de antropización por lo que el número de especies no es alto, en este grupo

predominan *A. farnesiana* L., *D. crassinervis* Krug & Urb y *G. guidonia* L., esta última considerada como especie pioneras coincidiendo con Ricardo y Rosete (1999) y Mitjans *et al.*, (2014).

El segundo grupo presenta un 62 % de similitud, representado por cuatro parcelas, cercanas al margen derecho e izquierdo del arroyo, las cual, presentan en común con el grupo I las especies *G. guidonia* L. y *A. farnesiana* L., de ahí su ubicación en el dendrograma; en ellas se encuentran además otras 6 especies entre las que destaca *S. causiaram* O.F.Cook, *C. alliadora* Ruiz & Pav. y *C. oliviforme* L., esta última da la medida de que estos sitios fueron sobreexplotados y las condiciones del lugar fueron desfavorables para el desarrollo de poblaciones de las especies presentes en los otros grupos lo que corrobora lo descrito por Osorio (2013), en estudio realizado en bosque pluvisilva submontano, sector Cupeyal del Norte,

Las parcelas de este grupo, a pesar de no encontrarse muy próximas una de otra en el área de estudio (2, 3, 8 y 11), presentan características florísticas similares que justifican su ubicación en el dendrograma, presentan características diferentes en cuanto a las especies que abundan en dicho sitio, aunque coinciden en la presencia de *S. causiaram* O.F.Cook, *C. antillanum* Britton, *T. trinitensis* Britton, y *C. peltata* L., con fuerte señal de antropización por el bajo número de individuos sobre todo en las parcelas 2 y 3.

El tercer grupo presenta más de un 52 % de similitud compuesto por 10 parcelas ubicadas en los bosques cercanos al margen derecho e izquierdo del arroyo. Estas parcelas aun cuando se encuentran distantes algunas de otras en el área de estudio presentan características florísticas similares que justifican la ubicación de las mismas en el dendrograma, destacando la presencia de las especies *Calophyllum antillanum* Britton, con alto valor económico, la cual se encuentra representada en todas las parcelas de este grupo y en menor cuantía *Vitex parviflora* Juss., *Clusia rosea* Jacq., *Tabebuia trinitensis* Britton, *Spondias mombin* L., con presencia de *Bursera simaruba* L. y *T. hirta* L., estas últimas, especies que predominan en formaciones secundarias o áreas afectadas por la acción del hombre y de acuerdo a

sus habilidades competitivas y a su resiliencia son capaces de invadir las áreas deforestadas, constituyendo una vía para la rehabilitación.

En el cuarto grupo se ubica solo la parcela 10 con un 44 % de similitud situada en el margen izquierdo del arroyo, la baja similitud pudiera estar dada por abundancia de elementos florísticos del género *Comocladia*, esto obedece a que esta parcela se ubica sobre claros con poca cobertura, lo cual hace que se comporte como un grupo, coincidiendo con lo reportado por Sánchez (2015), en un grupo con 20 % de similitud.

De forma general en el grupo 1 se encuentran solo tres de las 17 especies presentes en el área, en el grupo 2 son ocho las presentes, el tercero es el más representativo con once especies y por último el grupo 4 con solo dos especies, en este caso solo la especie *Calophyllum antillanum* Britton tiene representación en tres de los cuatro grupos y *Guarea guidonia* L., *Acacia farnesiana* L., *Tabebuia trinitensis* Britton y *Cecropia peltata* L., en dos de ellos.

4.2. Medidas de similitud florística

Una vez calculado el índice de Sorensen cualitativo (Tabla 3), para ambos bosques, se observa un 87 % de similitud en su composición florística, mientras que con el índice cuantitativo de Sorensen, se muestra que existe también un 80 % de similitud entre estos bosques en ambas márgenes del arroyo, por lo que comparten 13 especies comunes según se muestra en la Tabla 4.

Tabla 3. Valor del índice cuantitativo de Sorensen (valor encima de la diagonal) y cualitativo de Sorensen (debajo de la diagonal) determinado entre los bosques en ambas márgenes del Arroyo Tortuguilla.

	Margen Derecho	Margen Izquierdo
Margen Derecho		0,80
Margen Izquierdo	0,87	

Tabla 4. Especies comunes y las que difieren en los bosques cercanos al margen derecho e izquierdo del Arroyo Tortuguilla.

Bosque derecho		Bosque izquierdo		Especies en común	Especies que difieren
Familias	Nro. Especies	Familias	Nro. Especies		
<i>Anacardiaceae</i>	1	<i>Anacardiaceae</i>	2	1	1
<i>Arecaceae</i>	1	<i>Arecaceae</i>	1	1	0
<i>Bignoniaceae</i>	1	<i>Bignoniaceae</i>	1	1	0
<i>Boraginaceae</i>	2	<i>Boraginaceae</i>	2	2	0
<i>Burseraceae</i>	1	<i>Burseraceae</i>	1	1	0
<i>Clusiaceae</i>	2	<i>Clusiaceae</i>	2	2	0
<i>Ebenaceae</i>	1	<i>Ebenaceae</i>	0	0	1
<i>Lamiaceae</i>	1	<i>Lamiaceae</i>	1	1	0
<i>Meliaceae</i>	2	<i>Meliaceae</i>	2	1	2
<i>Mimosaceae</i>	1	<i>Mimosaceae</i>	1	1	0
<i>Moraceae</i>	1	<i>Moraceae</i>	1	1	0
<i>Sapotaceae</i>	1	<i>Sapotaceae</i>	1	1	0
	15		15	13	4

Los valores de similaridad que presentan estos bosques en ambas márgenes del arroyo, pudieran estar relacionado con el hecho de que se encuentran en similares condiciones geoclimáticas de temperatura, precipitaciones y altitud según indicaron Gentry (1982); Oliveira y Fontes (2000) y Nettesheim *et al.* (2010) y Sánchez (2015).

Según Sánchez (2015), en relación con otros estudios, con valor de similitud entre las dos áreas analizadas (A1 y A2) puede ser considerado elevado lo que puede ser una respuesta de la pequeña distancia lineal entre los dos trechos de vegetación y al efecto de estar en el mismo fragmento, asociada a la ausencia de barreras físicas, facilitando la dispersión de propágulos entre las dos áreas, tanto abiótica como biótica, lo que permitirá el mantenimiento de un gran número de especies y consecuentemente explicaría la elevada similitud entre las dos áreas.

De acuerdo a los resultados obtenidos por ambos índices, los bosques en ambas márgenes del arroyo, de acuerdo a la composición florística de especies pueden considerarse como representativos de un mismo hábitat con una alta similitud de especies. Resultados similares reportó Osorio (2013), en bosque pluvisilva

submontano.

4.3. Diversidad Alfa (α)

Riqueza de especies

En el inventario florístico realizado al bosque localizado cerca del margen derecho del arroyo se identificaron un total de 15 especies, 12 familias, 14 géneros y 133 individuos, mientras que en el bosque cercano al margen izquierdo, se identificaron 15 especies, 11 familias, 14 géneros y 105 individuos. Destacando la presencia de especies afectadas o amenazadas como es el caso del *Chrysophyllum oliviforme* L. (Berzaín *et al.*, 2005).

De forma general se muestrearon en el bosque de galería un total de 17 especies, 12 familias, 16 géneros y 238 individuos, destacando la presencia de especies con alto valor económico, las cuales han sido antropizadas en algún momento del desarrollo de sus comunidades.

Según Aguirre y Yaguana (2012), la composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación.

Las especies encontradas durante el inventario forestal y muestreo florístico en bosque de galería corrobora lo planteado por Bisse (1988) y Del Risco (1995), citado por O' Farrill *et al.* (2008), respecto a las características del tipo de vegetación forestal que le corresponde de acuerdo con su localización geográfica, la altura del relieve y suelos, con una variada composición florística.

Las familias representadas con relación a la riqueza de especies en el bosque cercano al margen derecho, se muestran en la Figura 6, las cuales determinan la diversidad existente en el área donde se realizó la investigación.

En el bosque ubicado próximo al margen derecho del arroyo, las familias mejor representadas fueron: *Meliaceae*, *Clusiaceae* y *Boraginaceae* con dos especies (13,3 %), las familias *Anacardiaceae*, *Arecaceae*, *Biginoaceae*, *Burseraceae*, *Lamiaceae*

Moraceae, *Mimosaceae*, *Ebenaceae* y *Sapotaceae* fueron representadas con una especie cada una (6,7 %).

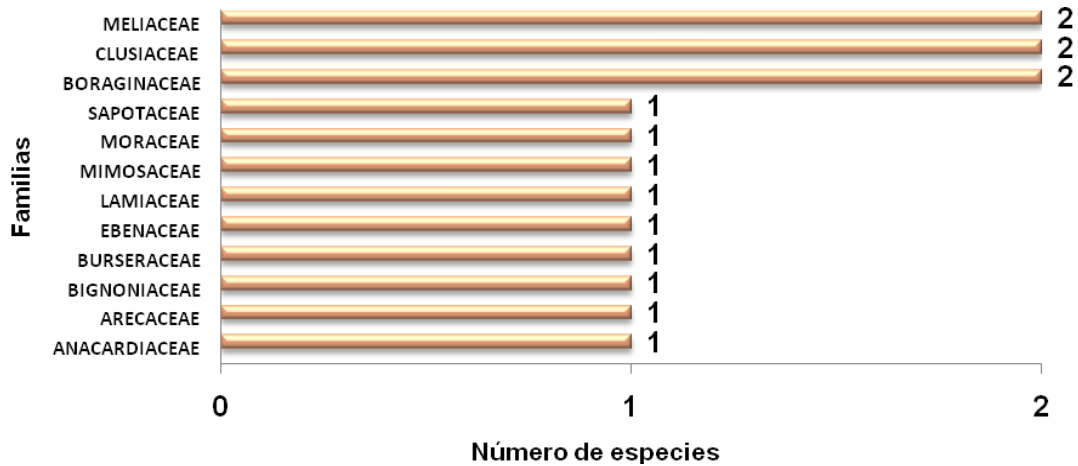


Figura 6. Familias y su riqueza de especies en el margen derecho del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla

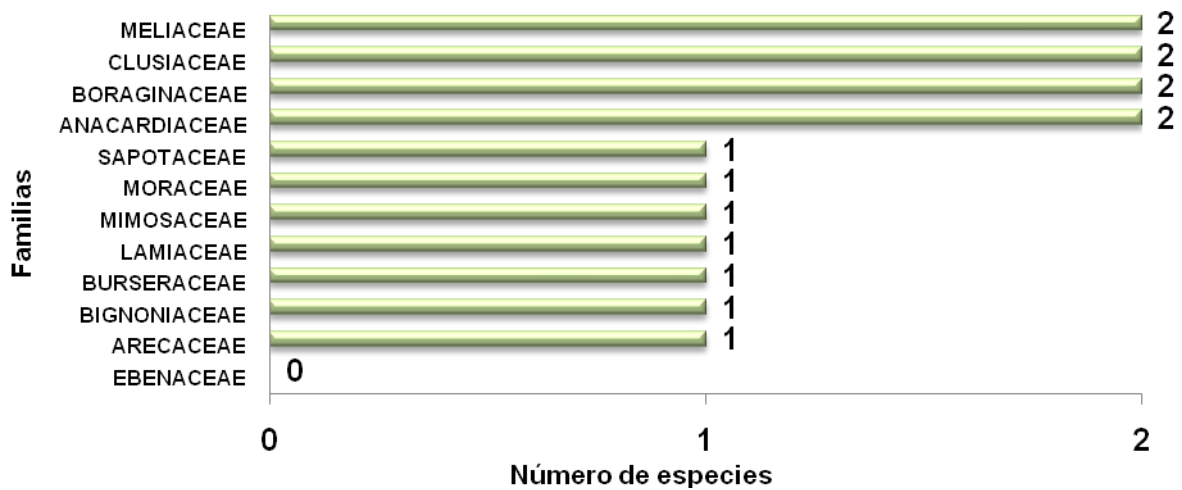


Figura 7. Familias con mayor riqueza de especies leñosas en el margen izquierdo del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

En el bosque cercano al margen izquierdo del mismo arroyo (Figura 7), se encuentran con mayor representación las familias *Meliaceae*, *Anacardiaceae*, *Boraginaceae* y *Clusiaceae* con dos especies cada una, (13,3 %) y las familias *Arecaceae*, *Burseraceae*, *Bignoaceae*, *Lamiaceae*, *Sapotaceae*, *Mimosaceae* y

Moraceae con un taxón cada una (6,7 %) fueron las menos representadas y por último la familia *Ebenaceae* que no tuvo representación.

Según Aguirre y Yaguana (2012), citado por Osorio (2013), la composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación.

Estas familias con mejor representación con relación a la cantidad de especies, en el caso de *Clusiaceae*, *Boraginaceae*, coinciden con lo reportado por Osorio (2013) y en el caso de la *Meliaceae* con estudios realizados por Sánchez (2015).

Bussmann (2003), obtuvo resultados similares los cuales fueron encontrados en el bosque húmedo montano de baja altura en Bolivia, al reportar las familias *Meliaceae*, *Moraceae*, *Mimosaceae*, entre otras, como las más comunes.

En sentido general para los bosques, en ambos márgenes del arroyo, las familias con mayor representatividad son *Meliaceae* con tres especies y 19 individuos y *Clusiaceae*, *Boraginaceae*, y *Anacardiaceae*, con dos especies cada una y 50, 9, y 4 individuos respectivamente, estas cuatro familias parecen ser además, las de mejor adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas del bosque de galería objeto de investigación. O' Farrill *et al.* (2008), en investigación realizada en bosque de galerías del río máximo, reportó entre otras, las especies *Meliaceae*, *Clusiaceae*,

La Tabla 5 muestra las familias con mayor cantidad de individuos y especies, en los bosques cercanos a ambos márgenes del arroyo, dónde se observa que la *Clusiaceae* y la *Meliaceae* son las de mayor cantidad de especies, la primera con dos especies y 52 individuos en el bosque cercano al margen derecho del arroyo, con dos especies y 48 individuos en el margen izquierdo y la segunda con dos especie y 14 individuos en el margen derecho y dos especies y 10 individuos en la el bosque cercano al margen izquierdo del arroyo.

Tabla 5. Familias con mayor abundancia de especies e individuos en los bosques cercanos a ambos márgenes del Arroyo Tortuguilla.

MARGEN DERECHO			MARGEN IZQUIERDO		
FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
<i>Clusiaceae</i>	2	52	<i>Clusiaceae</i>	2	48
<i>Meliaceae</i>	2	14	<i>Meliaceae</i>	2	10
<i>Mimosaceae</i>	1	13	<i>Boraginaceae</i>	2	9
<i>Arecaceae</i>	1	9	<i>Anacardiaceae</i>	2	7
<i>Lamiaceae</i>	1	8	<i>Burseraceae</i>	1	7
<i>Anacardiaceae</i>	1	7	<i>Lamiaceae</i>	1	5
<i>Bignoniaceae</i>	1	6	<i>Arecaceae</i>	1	4
<i>Boraginaceae</i>	2	6	<i>Bignoniaceae</i>	1	3
<i>Ebenaceae</i>	1	6	<i>Moraceae</i>	1	3
<i>Sapotaceae</i>	1	5	<i>Mimosaceae</i>	1	2
<i>Moraceae</i>	1	5	<i>Sapotaceae</i>	1	7
<i>Burseraceae</i>	1	2			

En sentido general para los bosques en ambos márgenes del arroyo, las familias con mayor representatividad son *Meliaceae* con tres especies y 24 individuos y *Clusiaceae*, *Boraginaceae*, y *Anacardiaceae*, con dos especies cada una y 100, 15 y 14 individuos respectivamente. Estos resultados coinciden con los mostrados por López (2014), en investigación realizada en bosque submontano, donde reportó mayor representatividad de las familias *Meliaceae* y *Clusiaceae*.

En la Figura 8 se muestra la relación porcentual de individuos por estratos en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla, como se aprecia el estrato herbáceo presenta mayor cantidad de individuos, con un total de 141, en el arbóreo aparecen 83 y en el arbustivo con solo 14 individuos es el más deprimido.

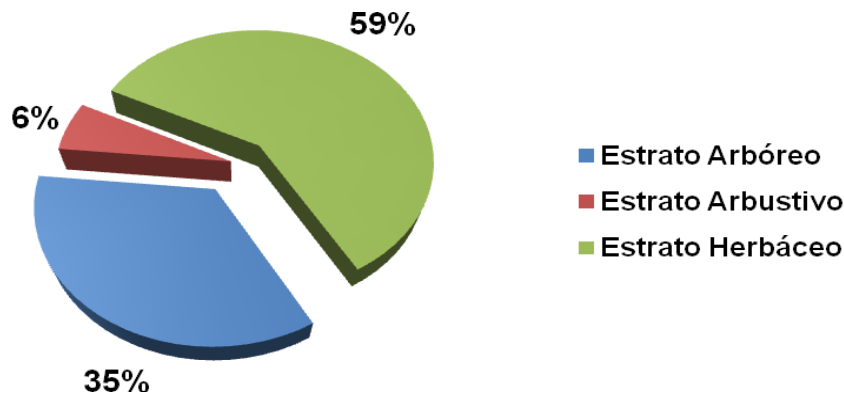


Figura 8. Representación porcentual de los individuos presentes en cada uno de los estratos vegetales estudiados en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla

Estas proporciones, con marcada predominancia de individuos en el estrato herbáceo pudiera estar relacionada con los procesos de antropización a los que se encuentra sometido este bosque, en el que se aprecian huellas de tala indiscriminada de árboles en ambas márgenes del arroyo.

Según Osorio (2013), la poca presencia de individuos en el estrato arbustivo está dado por las pocas atenciones silviculturales que se aplican en estos tipos de bosques, además que la acumulación de materia orgánica impide que las semillas germinen y plantas que se encuentran el estrato herbáceo se desarrollen correctamente.

Reyes y Acosta (2005), en estudios similares en pluvisilva submontano plantean que el estrato arbustivo es el más pobre en especies ya que su cobertura fluctúa entre 20 y 60%. El estrato herbáceo es denso, fluctúa entre 80 y 100% de cobertura aunque ocasionalmente menos.

Sánchez (2015), en estudios realizado en bosque pluvisilva de baja altitud, reportó que la cantidad de individuos por estratos, representando al estrato herbáceo con mayor cantidad de individuos, demuestra el grado de antropización del bosque, que en su estado climácico debió tener pocos individuos en el estrato herbáceo.

En la Tabla 6, se muestran los valores de riqueza, abundancia y diversidad de especies leñosas por cada unidad de muestreo, en general la cantidad de especies

por parcelas es bastante uniforme exceptuando la parcela 11, el valor que más difiere es la abundancia en parcelas con más de 20 individuos. El índice de Margaleff se comporta con bastante uniformidad sobre todo en la primeras 13 parcelas, así como el índice de Shannon que muestra diferencias pequeñas con respecto al valor máximo esperado si todas las especies tuvieran igual abundancia (Hmax). La equitatividad, excepto la parcela cinco, sobrepasa el valor de 0,80 por lo que a nivel de la comunidad es alto. Estos resultados son similares a los reportados por Osorio (2013), en investigación realizada en Cupeyal del norte.

Tabla 6. Riqueza y diversidad de especies leñosas por parcela en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

Parcelas	Número		Índice Margaleff	Shannon H'	Shannon Hmax	Shannon J'
	Especies	Individuos				
P1	3	14	4,202	1,45	1,59	0,91
P2	3	10	4,816	1,52	1,59	0,96
P3	5	14	4,324	2,24	2,32	0,96
P4	2	11	4,625	0,85	1,00	0,85
P5	3	21	3,643	1,13	1,59	0,71
P6	4	14	4,202	1,86	2,00	0,93
P7	5	14	4,324	2,30	2,32	0,99
P8	6	17	4,000	2,56	2,59	0,99
P9	4	19	3,767	1,87	2,00	0,94
P10	2	10	4,816	0,97	1,00	0,97
P11	8	21	3,537	2,95	3,00	0,98
P12	3	26	3,404	1,27	1,59	0,80
P13	5	23	3,537	2,11	2,32	0,91
P14	3	8	5,333	1,41	1,59	0,89
P15	3	7	5,333	1,30	1,59	0,82
P16	2	9	5,047	0,99	1,00	0,99

El análisis SHE (Figura 9) corrobora el análisis anterior, la tendencia de los tres índices que se analizan a nivel de comunidad muestra estabilidad, con poca contribución de las especies que van apareciendo a la diversidad total. Este resultado revela que el estudio se corresponde con un área relativamente homogénea desde el punto de vista ambiental, resultados similares obtuvo Osorio (2013) en estudios realizados en Cupeyal del norte.

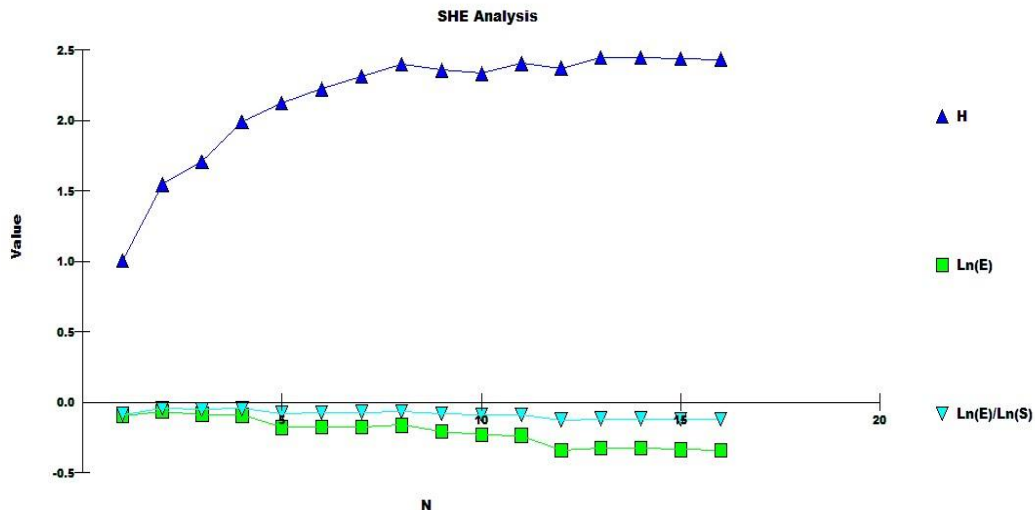


Figura 9. Análisis SHE. Relación riqueza de especies, diversidad y equitatividad, para el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

4.4. Análisis florístico del Bosque de Galería

4.4.1. Estructura por clases diamétricas (CD) de la comunidad y por especies en el Bosque de Galería el Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí

La distribución diamétrica de la vegetación se caracteriza por la concentración de individuos en las primeras clases diamétricas, pues a medida que aumenta el diámetro el número de individuos disminuye (Figuras 10 y 11). La distribución se asemejó a la forma típica de una Jota invertida, representativa de un bosque natural heterogéneo y disetáneo o con una alta tendencia a la heterogeneidad (Lamprecht, 1990; Melo *et al.*, 2000; Araujo *et al.*, 2005; Higuchi *et al.*, 2008; Fredericksen, 2011; Villarroel *et al.*; 2010; Lores, 2012; Osorio, 2013 y Sánchez, 2015).

Según Garzón (2001) y Grela (2003), esta estructura permite asegurar la viabilidad de las poblaciones vegetales, pues con el tiempo, la regeneración pasa a ocupar las clases diamétricas mayores, lo cual permitiría la reposición de los árboles que fueron talados, derribados o que actualmente están sobremaduros.

En la Figura 10, la mayor cantidad de individuos se concentró en la tercera clase diamétrica con rango de 10,1 a 12,5 cm, con el 24,06 %, el 14,29 % en la cuarta

clase con rango de 12,6 a 15 cm, el 12,78 % en la segunda de 7,6 a 10 cm y el 12,03 % en la sexta clase de 17,6 a 20 cm, el 6,02 % en la séptima clase de 20,1 a 22,5 y las clases de 27,6 a 30 y 37,6 a 40 con un 4,51% cada una, todas estas son las mejores representadas, las clases diamétricas de 40,1 a 42,5 cm, de 42,6 a 45 cm y de 45,1 a 47,5 cm, donde se encuentran los individuos con diámetros superiores, no alcanzan el 4 %, con 2, 3 y 2 individuos respectivamente.

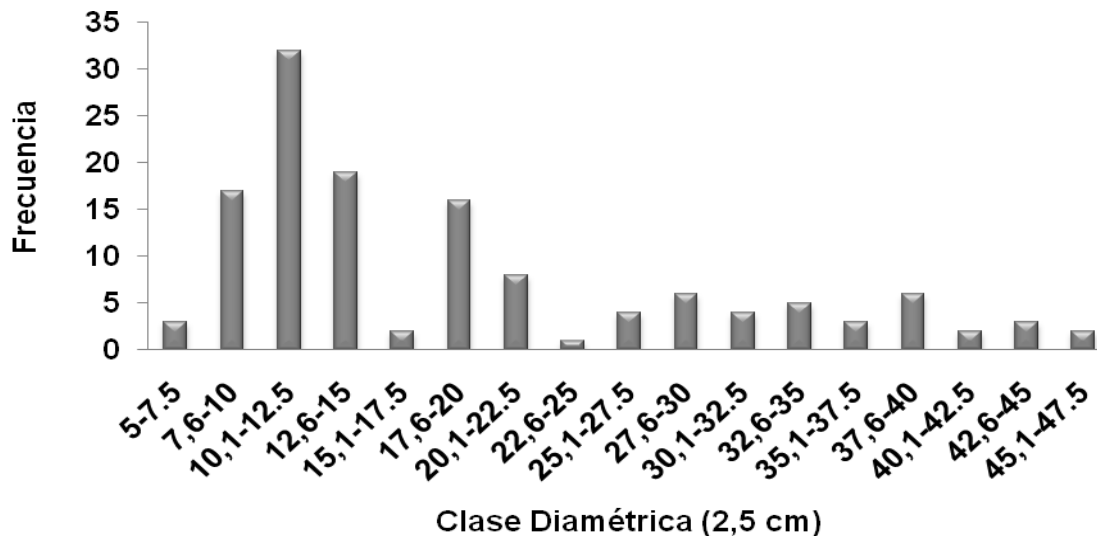


Figura 10. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas durante la caracterización florística del bosque cercano al margen derecho del Arroyo Tortuguilla.

En la Figura 11 se aprecia que el 14,29 % del total de individuos se concentró en la clase 17,6 a 20 cm, las clases 11,1 a 12,5 cm y 12,6 a 15 cm, con el 12,03 % y 9,77 % respectivamente, en las clases de 7,6 a 10 y 22,6 a 25, con el 6,77 %, cada una, son las mejores representadas y las clases restantes, entre las que se incluyen las de los individuos con diámetros superiores no sobrepasaron el 6,5 %, acumulando entre uno y siete individuos percápita, en este caso la clase 40,1 a 42,5, no tiene representación en este lado del bosque.

La baja frecuencia de individuos de las clases diamétricas superiores pudiera estar dada por talas de especies con alto valor comercial como el *Calophyllum antillanum* Britton, que a pesar de ser la de mayor abundancia, es una de las más explotadas,

conjuntamente con la *Cedrela odorata* L., con un bajo número de individuos en el bosque de galería y *Tabebuia trinitensis* Britton, también con baja abundancia. Cabe destacar que los individuos con diámetros superiores de estas especies se localizan en sitios de difícil acceso lo que al parecer justifica su permanencia a pesar de las talas furtivas.

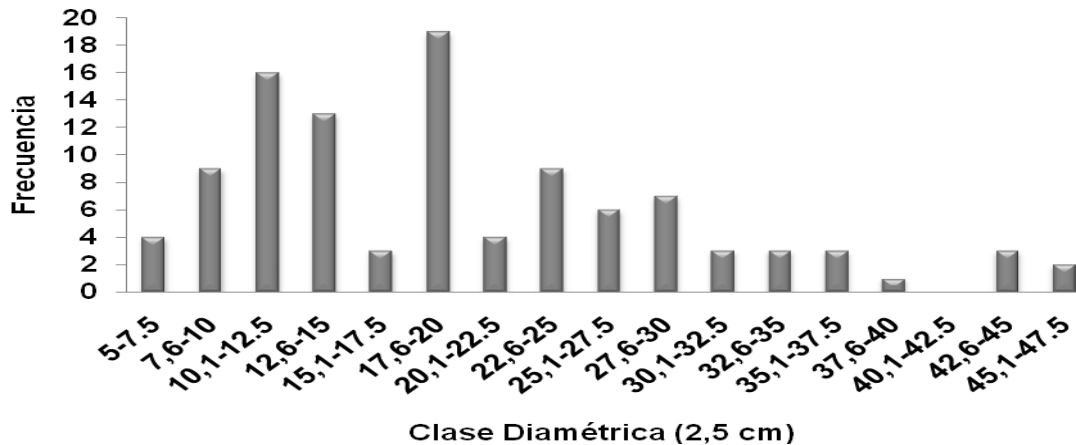


Figura 11. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas durante la caracterización florística del bosque cercano al margen izquierdo del Arroyo Tortuguilla

Esto ocurrió probablemente al criterio de inclusión adoptado (individuos con diámetros mayores o iguales a los 5 cm) que según Martins (1991) citado por Narvaes *et al.* (2005), favorece el muestreo de los individuos en fase juvenil y aquellas especies características del sub-bosque (Sánchez, 2015).

Según el propio autor, los individuos que presentan baja frecuencia en las clases diamétricas superiores están asociados a la mezcla de poblaciones de diferentes ritmos de crecimiento, diferentes edades, competencia entre los individuos para formar doseles primarios y secundarios y talas de especies con alto valor comercial realizadas por la población rural como: *C. odorata* L., *C. antillanum* Britton.

Los individuos concentrados en las clases diamétricas de la 10,1 a 12,5 cm a la 17,6 a 20 cm, sugieren que la vegetación se autosustenta, pues estos individuos pertenecen a la regeneración natural según López *et al.* (2002), los cuales son

capaces de establecerse durante los primeros años, a pesar de que en las clases de 5 a 7,5 cm, y de 15,1 a 17,5 cm, la representación es baja. En estas clases diamétricas las especies más representativas fueron: *C. rosea* Jacq., *A. farnesiana* L. y *C. antillanum* Britton.

Como se puede apreciar, conforme aumentan las clases diamétricas, disminuye el número de individuos producto de la competencia intra e interespecífica y de las exigencias lumínicas que requieren algunas de las especies para ocupar un sitio dentro del bosque, por lo que muchas no logran adaptarse a estas nuevas condiciones y mueren. Estos resultados infieren, que ambos bosques han sido perturbados por talas incontroladas de los individuos con mayor diámetro y las especies de valor económico, en los sitios de fácil acceso, alterando la estructura diamétrica del bosque, con el predominio de individuos con diámetro pequeño. Situación similar reportó Sánchez (2015), para bosque pluvisilva del sector Quibiján-Naranjal del Toa y Garibaldi (2008), para los bosques de la reserva forestal el Montuoso en Panamá.

4.4.2. Distribución por clases diamétricas de la especie *Calophyllum antillanum* Britton, en el Bosque de galería El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí

Teniendo en cuenta su importancia desde el punto de vista ecológico y económico se caracterizó la especie *C. antillanum* Britton.

El margen derecho está representada por 30 individuos, en la Figura 12 se presenta su estructura por clases diamétricas, que aunque no sigue una distribución normal en sentido general, en las inferiores hasta la clase 15,1 a 17,5 cm, se mantiene sin presencia de individuos, lo que alerta sobre la necesidad de prestarle especial atención a la regeneración natural de esta especie. En el caso de las clases desde 17,6 a 20 cm hasta a 47,5 cm, mantienen entre 2 y 5 individuos.

En general el estado de la población de esta especie, es favorable a la hora de trazar pautas para el fomento y conservación de la misma, teniendo presente su alto valor ecológico, ya que es típica de este tipo de formación, contribuyendo a la protección del suelo, evitando la erosión y la pérdida de otros recursos importantes dentro del

ecosistema.

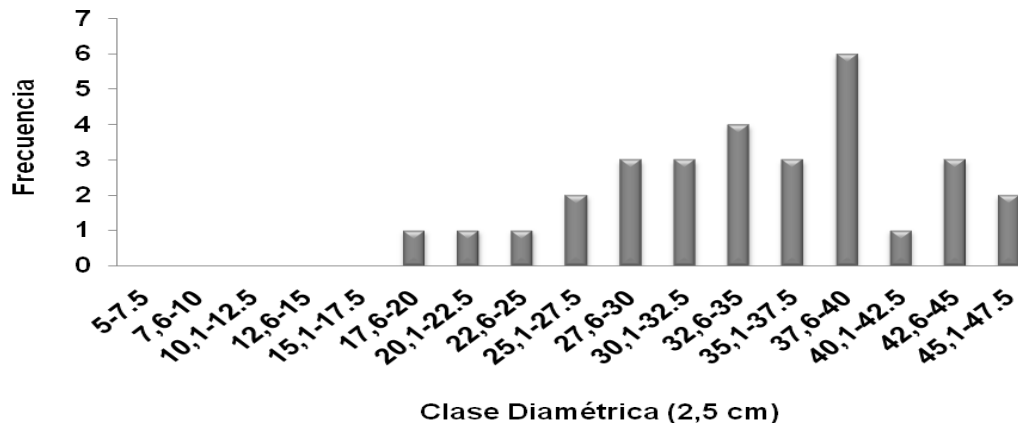


Figura12 .Distribución por clases diamétricas de la especie *C. antillanum* Britton en el bosque cercano al margen derecho del Arroyo Tortuguilla.

En el margen izquierdo Figura 13 el *C. antillanum* Britton, está representado por 31 individuos, la estructura de su distribución por CD es favorable, aunque las clases inferiores (5 a 7,5 cm, 7,6 a 10 cm), están poco representadas, lo que indica que la regeneración es insuficiente y debe prestársele especial atención, pues es una especie indicadora de este tipo de formación y sus poblaciones fueron sobreexplotadas por la tala furtiva.

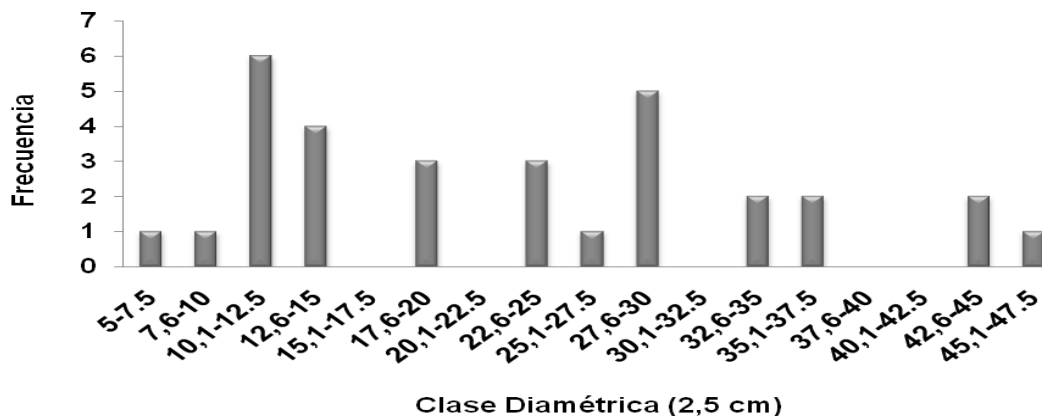


Figura13. Distribución por clases diamétricas de la especie *C. antillanum* Britton en el bosque cercano al margen izquierdo del Arroyo Tortuguilla

Además esta especie, debido al número de individuos presentes en esta formación

boscosa, juega un importante papel ecológico por su contribución a la estabilidad del ecosistema, desde el punto de vista estructural y funcionalmente. Resultados similares reportó Osorio (2013), en la distribución por clase Diamétrica de las especies *C. utili*, *J. arborea* y *E. tinifolia*, en Bosque Pluvial Submontano del Sector Cupeyal del Norte.

4.5. Estructura horizontal y vertical

4.5.1. Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie

El estudio de la estructura horizontal permitió evaluar para ambos bosques el comportamiento de los árboles y de las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.

La Tabla 7 muestra las especies más abundantes y menos abundantes en el Bosque de galería El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí, donde se puede apreciar que el *C. antillanum* Britton, *C. rosea* Jacq., *G. guidonia* L., *A. farnesiana* L. y *S. causiarum* O.F.Cook, son las más abundantes por su orden, encontrándose especies de alto valor económico y ecológico.

Los valores de abundancia de estas especies sugieren el aumento del número de individuos, factor favorable para la conservación de las mismas y la del bosque en sentido general.

Tabla 7. Abundancia absoluta en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

MÁS ABUNDANTES		MENOS ABUNDANTES	
Especies	Abundancia Absoluta	Especies	Abundancia Absoluta
<i>C. antillanum</i> Britton	61	<i>D. crassinervis</i> Krug & Urb	6
<i>C. rosea</i> Jacq.	39	<i>C. odorata</i> L.	3
<i>G. guidonia</i> L.	15	<i>C. collococca</i> L.	7
<i>A. farnesiana</i> L.	15	<i>C. dentata</i> Jacq.	6
<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	13		

Dominancia relativa del bosque de galería El Bagá Reserva Ecológica

En la Tabla 8, donde se muestra la dominancia relativa de las especies inventariadas

en el bosque de galería, teniendo en cuenta su diámetro ($d_{1.30}$) y el área basal se observan que las especies más dominantes son *C. antillanum* Britton y *C. rosea* Jacq. en el margen derecho del arroyo y en el margen izquierdo además de estas dos se agrega la *C. odorata* L., de forma general, las especies menos dominantes del bosque presentan en conjunto un porcentaje del 5 %.

Tabla 8. Dominancia relativa de especies en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

Bosque en el margen derecho			
Más dominantes		Menos dominantes	
Especie	%	Especie	%
<i>C. antillanum</i> Britton		<i>C. collococca</i> L.	0,90
<i>C. rosea</i> Jacq.	58,95	<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.	0,93
	12,58	<i>C. oliviforme</i> v	0,99
Bosque en el margen izquierdo			
<i>C. antillanum</i> Britton	39,26	<i>S. mombin</i> L.	0,43
<i>C. odorata</i> L.	9,58	<i>C. peltata</i> L.	1,75
<i>C. rosea</i> Jacq.	7,26		

Frecuencia relativa del bosque de galería El Bagá Reserva Ecológica

Tabla 9. Especies de mayor y menor frecuencia en el margen derecho del Arroyo Tortuguilla.

Bosque en el margen derecho			
Especies de mayor Frecuencia		Especies de menor Frecuencia	
Especies	Frecuencia relativa (%)	Especies	Frecuencia relativa (%)
<i>C. antillanum</i> Britton	16,67	<i>B. simaruba</i> L. Sarg.	2,78
<i>G. guidonia</i> L.	8,33	<i>C. collococca</i> L.	2,78
<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	8,33	<i>D. crassinervis</i> Krug & Urb	2,78
<i>T. trinitensis</i> Britton	8,33		

La Tabla 9 muestra las especies de mayor y menor frecuencia relativa en el bosque cercano al margen derecho del arroyo, donde se aprecia cómo la *C. antillanum* Britton, *G. Guidonia* L., *S. causiarum* O.F.Cook y *T. trinitensis* Britton, presentan los valores más altos con 16,67; la primera y las restantes con 8,33 cada una. Entre las

menos frecuentes se encuentran *B. simaruba*, *C. collococca* L.y *D. crassinervis* Krug & Urb, con 2,72 cada una de ellas.

En la Tabla 10, se presentan las especies de mayor y menor frecuencia relativa en el bosque cercano al margen izquierdo del arroyo, en este caso se destacan el *C. antillanum* Britton con 24 % y las especies *G. Guidonia* L., *C. oliviforme* L., *C. alliodora* Ruiz & Pav., *B. simaruba* L. Sarg. y *S. causiarum* O.F.Cook, con 8 % cada una.

Tabla 10. Especies de mayor y menor frecuencia relativa en el margen izquierdo del Arroyo Tortuguilla.

Bosque en el margen izquierdo			
Especies de mayor Frecuencia		Especies de menor Frecuencia	
Especies	Frecuencia relativa (%)	Especies	Frecuencia relativa (%)
<i>C. antillanum</i> Britton	24,00	<i>C. odorata</i> L.	4,00
<i>G. guidonia</i> L.	8,00	<i>A. farnesiana</i> L.	4,00
<i>C. oliviforme</i> L.	8,00	<i>S. mombin</i> L.	4,00
<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.	8,00	<i>V. parviflora</i> Juss.	4,00
<i>B. simaruba</i> L. Sarg.	8,00	<i>C. collococca</i> L.	4,00
<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	8,00	<i>C. rosea</i> Jacq.	4,00
		<i>T. trinitensis</i> Britton	4,00
		<i>C. peltata</i> L.	4,00
		<i>C. dentata</i> Jacq.	4,00

IVIE

En la Tabla11 se muestran las siete especies más importantes del bosque de galería en el margen derecho del arroyo y las cuatro de menor peso ecológico, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) resultado de la suma de los parámetros de la estructura horizontal (abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa) en este caso aparece la especie *C. antillanum* Britton con 98,04 y *C. rosea* con 34,91, ambas con gran peso ecológico en el bosque de galería, especialmente por su dominancia y abundancia, acumulando de conjunto un 60,3 % del valor de importancia y por ser además especies típicas de este tipo de bosque. La estantes especies presentan valores similares entre sí que van desde 19.8 hasta

15.36. Mientras las menos importantes no sobrepasan los 8,89, siendo estas las de mayor afectación dentro del bosque.

Tabla 11. Especies más importantes en el Bosque cercano al margen derecho del Arroyo Tortuguilla.

Bosque en el margen derecho			
Especies de mayor Importancia		Especies de menor Importancia	
Especies	IVIE	Especies	IVIE
<i>C. antillanum</i> Britton	98,04	<i>C. collococca</i> L.	5,79
<i>C. rosea</i> Jacq.	34,91	<i>B. simaruba</i> L. Sarg.	5,86
<i>A. farnesiana</i> L.	19,80	<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.	8,50
<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	18,94	<i>D. crassinervis</i> Krug & Urb	8,89
<i>G. guidonia</i> L.	17,05		
<i>V. parviflora</i> Juss.	16,46		
<i>T. trinitensis</i> Britton	15,36		

La Tabla 12 nos muestra las ocho especies más importantes del bosque de galería e el margen izquierdo del arroyo, como se puede ver en este caso la especie *C. antillanum* Britton con 92,76 % es marcadamente la de mayor importancia, seguida de *C. rosea* y *A. farnesiana* L. con 27,18 y 20,48 respectivamente, las cuales en su conjunto alcanzan el **61,2 %** del valor de importancia en este bosque, las especies restantes no alcanzan los 20,00, mostrando menor peso ecológico en el área, las tres menos importantes acumulan solo 21,52 de importancia.

Tabla 12. Especies más importantes del bosque cercano al margen izquierdo del Arroyo Tortuguilla.

Bosque en el margen izquierdo			
Especies de mayor Importancia		Especies de menor Importancia	
Especies	IVIE	Especies	IVIE
<i>C. antillanum</i> Britton	92,76	<i>S. mombin</i> L.	5,19
<i>C. rosea</i> Jacq.	27,18	<i>A. farnesiana</i> L.	8,05
<i>A. farnesiana</i> L.	20,48	<i>C. peltata</i> L.	8,28
<i>C. oliviforme</i> L.	19,93		
<i>G. guidonia</i> L.	18,06		
<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	17,86		
<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.	16,90		

Según Sánchez (2015), en este tipo de formación las especies valiosas existen pero generalmente en menor proporción por la presión antrópica que con frecuencia se ejerce sobre ellas, sin embargo en este caso, en sentido general, la especie *C. antillanum* Britton, de valor maderable, muestra mayor proporción, no así *C. alliodora* Ruiz & Pav. y *C. odorata* L., que muestran resultados inferiores.

No obstante concordamos con el referido autor cuando plantea que las especies que más abundan son de escaso valor maderable, ya que en ambos bosques se muestran especies como: *C. rosea* Jacq., *A. farnesiana* L., *C. oliviforme* L., *G. guidonia* L., *S. causiaram* O.F.Cook, que en su conjunto acumulan el 54 % de importancia.

4.5.2. Estratificación vertical del bosque

Se encontró una distribución desigual en el número de individuos presentes en las tres clases de altura. Estos resultados para ambos bosques muestran las especies mejor representadas (Tabla 13), donde en el estrato inferior en ambos bosques se destaca las especies *C. rosea* Jacq. y *A. farnesiana* L. en el margen derecho y *C. antillanum* Britton y *C. rosea* Jacq. en el margen izquierdo. En el estrato medio para los dos bosques se destaca *C. antillanum* Britton con 15 individuos, en el estrato superior para ambos bosques se destaca *C. antillanum* Britton con 14 y 9 individuos respectivamente. Como se aprecia se destaca la presencia de las especies de la familia *Clusiaceae*, con representación en todos los estrados, por lo que presenta gran adaptabilidad a las condiciones de bosque de galería.

4.6. Posición sociológica de las especies presentes en los estratos del bosque de galería

De acuerdo a la posición sociológica del bosque cercano al margen derecho del arroyo, de las 14 especies presentes en el estrato inferior el 50 % son compartidas por el estrato medio y el 7,14 % por el estrato superior, mientras que el 14,28 % del estrato medio son compartidas con el estrato superior y sólo una especie (6,67 %) de las 15 especies inventariadas presentaron una distribución vertical continua, lo cual refleja que las especies se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo

potencial productivo. Sánchez (2015), en estudio realizado en bosque en pluvisilva de baja altitud reportó resultados similares con sólo 10 especies (20,83 %) de las 48 especies inventariadas.

Tabla 13. Representación de las especies en la estratificación de los bosques en ambos márgenes del Arroyo Tortuguilla.

Bosque en el margen derecho			Bosque en el margen izquierdo		
Estrato Inferior de 0-10 m de altura					
Especies	Número	% sp.	Especies	Número	% sp.
<i>A. farnesiana</i> L.	10	7,52	<i>B. simaruba</i> L.	4	3,81
<i>C. antillanum</i> Britton	5	3,76	<i>C. antillanum</i> Britton	18	17,14
<i>C. peltata</i> L.	4	3,01	<i>C. peltata</i> L.	3	2,86
<i>C. oliviforme</i> L.	5	3,76	<i>C. oliviforme</i> L.	5	4,76
<i>C. rosea</i> Jacq.	17	12,78	<i>C. rosea</i> Jacq.	16	15,24
<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.	3	2,26	<i>C. dentata</i> Jacq.	4	5,71
<i>C. collococca</i> L.	3	2,26	<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.	5	4,76
<i>D. crassinervis</i> Krug & Urb	4	3,01	<i>C. collococca</i> L.	4	3,81
<i>G. guidonia</i> L.	8	6,02	<i>G. guidonia</i> L.	7	6,67
<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	9	6,02	<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	3	2,86
<i>S. mombin</i> L.	7	5,26	<i>V. parviflora</i> Juss.	4	3,81
<i>T. trinitensis</i> Britton	4	3,01	<i>A.farnesiana</i> L.	2	1,91
<i>T. hirta</i> L.	6	4,51	<i>S. mombin</i> L.	1	0,95
<i>V. parviflora</i> Juss.	8	6,02			
Estrato medio de 10,1-20 m de altura					
<i>C. antillanum</i> Britton	11	8,27	<i>T. trinitensis</i> Britton	3	2,86
<i>C. rosea</i> Jacq.	5	3,76	<i>C. antillanum</i> Britton	4	3,81
<i>D. crassinervis</i> Krug & Urb	2	1,05	<i>C. peltata</i> L.	2	1,91
<i>B. simaruba</i> L. Sarg.	2	1,05	<i>B. simaruba</i> L.	3	2,86
<i>T. trinitensis</i> Britton	2	1,05	<i>C. odorata</i> L.	2	1,91
<i>C. peltata</i> L.	1	0,75	<i>C. oliviforme</i> L.	1	0,95
<i>A. farnesiana</i> L.	3	2,26	<i>V. parviflora</i> Juss.	1	0,95
			<i>S. causiarum</i> O.F.Cook	1	1,91
			<i>C. rosea</i> Jacq	1	0,95
Estrato superior mayor de 20 m de altura					
<i>C. antillanum</i> Britton	14	10,53	<i>C. antillanum</i> Britton	9	8,57
			<i>C. oliviforme</i> L.	1	0,95
			<i>C. odorata</i> L.	1	0,95

En el bosque próximo al margen izquierdo, de las 13 especies que se encuentran en

el estrato inferior el 69,23 % son compartidas por el estrato medio y el 23,08 % por el estrato superior, mientras que el 33,33 % del estrato medio son compartidas con el estrato superior y 2 especies (13,33 %) de las 15 especies inventariadas presentaron una distribución vertical continua, lo cual refleja que las especies en este bosque se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial productivo.

4.7. Georreferenciación de las especies de mayor valor de importancia económica del bosque de galería

En el proceso de georreferenciación de las especies de mayor valor de importancia económica, se pudo comprobar la gran eficacia del sistema GPS para la determinación de la ubicación de los individuos durante la realización del inventario. En todos los puntos determinados, la precisión del posicionamiento fue inferior a 60 cm, lo que supone un error inapreciable a la escala de trabajo empleada (1:25000). En este sentido, se identificaron en el área de investigación, un total de 61 individuos *Calophyllum antillanum* Britton, a los cuales además de determinarles las coordenadas (X; Y) por el sistema Cuba Sur, se les midió el diámetro del fuste a 1,30 m. y la altura.

En la determinación de las coordenadas de cada árbol, se recibió como mínimo la señal de 8 satélites y el tiempo de exposición del receptor en cada punto (4 minutos), lo que aumentó la precisión del posicionamiento, conjuntamente con la disminución de la cobertura coincidiendo con Rodríguez y Fernández (1999), en la aplicación de la tecnología GPS en el inventario de recursos forestales: experiencias en la Comarca de El Bierzo (León, España).

Miranda (2017), en trabajos para la distribución geográfica de los pinares naturales en el occidente de Cuba, georreferenció 1 851 rodales naturales de *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, lo que incluyó también áreas de La Isla de la Juventud, ocupando un área total de 41 620,3 hectáreas.

En el Anexo 1, se puede observar las Coordenadas (X y Y), diámetro y altura de cada individuo de esta especie identificados en las parcelas de investigación en el Bosque de Galería del Arroyo Tortuguilla en el Bagá, Reserva Ecológica Baitiquirí, teniendo en cuenta la función ecológica que tiene este bosque, al estar ubicado en

una zona tan vulnerable como son los bosques xerofíticos y que sirve como zona de amortiguamiento a las especies de fauna allí presentes y al hacerse visible sus buenas características fenotípicas,(Figura 14), se georreferenciaron los individuos de esta especie y las parcelas, lo que brinda la posibilidad establecer puntos fijos de muestreo, a partir de las parcelas o los individuos georreferenciados, para monitorear el bosque en momentos posteriores a la investigación y medir el grado de antropización a que está sometida esta área, es importante resaltar que es la primera vez que se realiza este trabajo a una de las áreas de la Reserva Ecologica Baitiquiri.



Figura 14. Árboles de *Calophyllum antillanum* Britton en el bosque de galería.

Como se puede apreciar en el Anexo 2, de cada individuo georreferenciado se puede acceder desde el Software MapInfo Professional a toda la información recopilada de los mismos, (código asignado, Coordenadas X y Y, diámetro y altura), (Anexos 3 y 4).

Alzate (2014), en trabajo realizado en variados de ecosistemas de la geografía en el municipio Belén de Umbría, Colombia, ubicó y georreferenció los diferentes especímenes de cada una de las especies estudiadas, según planteó, esta información será de gran importancia y fundamental a la hora de direccionar programas de protección y propagación de estas especies en tan alto grado de amenaza de desaparecer de esos bosques.

Martínez y Sánchez (2016), realizaron proyecto de georreferenciación de especímenes botánicos del Herbario Forestal (UDBC), promoviendo y garantizando la disponibilidad de datos de calidad, primordiales para la toma de decisiones sobre

la conservación de la biodiversidad, así como para la mejora de la obtención de información en referencia al uso y manejo de los recursos naturales.

4.8. Antropización del bosque de galería en ambos márgenes del arroyo

En el área de investigación, la extracción de madera, leña, la apertura de caminos (Figura 15), constituyen las principales perturbaciones de origen antrópico. La degradación de la masa boscosa por la tala selectiva, conlleva a la destrucción de la estructura y fertilidad de los suelos, así como su capacidad de almacenamiento de agua, lo que pone en peligro la estabilidad del cauce del arroyo.



Figura 15. Caminos en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla

En este bosque de galería se observó que la tala incontrolada, es bastante elevada (Figura 16), el objetivo de esta actividad es obtener madera para diversos fines (postes para cercados, horcones para fabricación de casas, varas, leña, corteza, cujes para la fabricación de escobas), estos productos son muy demandados por las comunidades aledañas a los bosques. Resultados similares reportó Sánchez (2015), en bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.



Figura 16. Tala descontrolada en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

En este sentido Jimenez (2008) y Jimenez *et al.* (2010), expusieron que la extracción

de los productos forestales maderables y no maderables, así como la apertura de caminos y tala del bosque para la realización de estas tareas no solo implica una reducción en la densidad de los árboles, sino cambios drásticos desde el punto de vista microclimático y en la composición florística, incluyendo a especies de interés maderable.

Según Sánchez (2015), estos aspectos corroboran lo planteado por Spurr y Barnes (1982), relacionado con los tipos de perturbaciones, dentro de las cuales están las que alteran la estructura del bosque (viento, la explotación forestal), las que alteran la composición de especies del bosque (introducción o eliminación de nuevas plantas o animales), y las que alteran el clima en el cual crece el bosque (cambios bruscos a nivel microclimático).

4.9. Variables de disturbios

En la Tabla 15, se muestra la caracterización de los disturbios por las parcelas de muestreo, en el cual resalta la presencia de alteraciones antrópicas, como se puede apreciar las más intensas están relacionadas con las talas incontroladas de especies de valor económico y la presencia de caminos, factores que influyen directamente en la alteración de la estructura y composición florística del bosque, además altera de manera negativa la dinámica de la regeneración natural del bosque objeto de estudio.

En este caso resaltan parcelas con disturbio alto por acción antrópica relacionada con la tala descontrolada, presencia de caminos, claros por extracción de árboles y extracción de leña y que han favorecido la aparición de especies invasoras como *A. farnesiana* L. y *C. oliviforme* L. como las parcelas 1, 3, 8 y 11, ubicadas en la parte baja del bosque con pendientes inferior al 10 % las dos primeras y las dos restantes asociadas a las condiciones que propician fácil acceso, para el tránsito de vehículos de tracción animal. Oviedo (2005) y Roig y Mesa (2014), plantean que estas especies modifican la estructura del bosque en galería, principalmente cerca de los bordes de los caminos y especialmente en la vegetación de ribera, a decir de Salmerón (2016), estas especies invaden y cubren los claros del bosque generando

una cobertura boscosa inicial de manera rápida.

Según Sánchez (2015), Los disturbios por aclareo, caída de los árboles, entresaca de madera de leña y total por camino en sentido general cuando son elevados, afectan y modifican los factores ecológicos del bosque. El propio autor plantea que según Herrera *et al.* (1988), estas perturbaciones afectan fuertemente la estructura y calidad de las especies tolerantes de sombra o a la competencia.

Tabla 15. Categorización de disturbios por parcela en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla.

Parcela	Talas incontrolada	Presencia de caminos	Presencia de claros por extracción de árboles	Extracción de leña
P1	4	4	3	3
P2	4	3	3	2
P3	4	4	3	3
P4	2	2	2	2
P5	3	3	1	2
P6	2	2	2	1
P7	3	2	2	1
P8	4	3	2	2
P9	2	3	2	1
P10	1	1	1	2
P11	3	3	3	1
P12	1	1	1	1
P13	1	2	1	1
P14	1	2	1	2
P15	3	2	2	3
P16	1	1	2	1

Leyenda: 1-Sin disturbio 2-Disturbio leve 3- Disturbio moderado 4- Disturbio alto

Por otra parte, Rosete *et al.* (2011), plantea que estas perturbaciones también ejercen efectos devastadores sobre la estructura, equilibrio, dinámica y salud de los bosques. Todo lo anteriormente descrito, corrobora lo planteado por Hobbs y Huenneke (1992), quienes aseguran que cualquier cambio en el régimen histórico de distribución de un ecosistema puede alterar la composición de especies mediante la disminución de la importancia de las especies nativas, la creación de las oportunidades para el ingreso de especies exóticas, o por ambos medios (Sánchez, 2015).

Se constató en el área de investigación la elevada existencia de claros ocasionado por la tala descontrolada de especies de valor económico (Figura 22), provocando daños colaterales en la extracción, con la apertura de caminos para el tránsito de vehículos de tracción animal, sobre todo en las parcelas que brindaban fácil acceso.

Plantea Sánchez (2015), que los disturbios por aclareo, caída de los árboles, entresaca de madera de leña y total por camino en sentido general, cuando son elevadas, afectan y modifican los factores ecológicos del bosque, como lo plantearon Picket y White (1985), los que señalan que estas perturbaciones afectan fuertemente la estructura y calidad de las especies tolerantes de sombra o a la competencia al igual que Herrera *et al.* (1988), en Sierra del Rosario, para bosques siempreverdes o pluvisilvas.



Figura 22. Claros por tala descontrolada en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla

4.10. Especies afectadas por la antropización en el bosque de galería del arroyo Tortuguilla

Para realizar dicho análisis se tuvieron en cuenta los criterios planteados por Berzaín (2005). De las 17 especies identificadas en este estudio, en la Tabla 16 aparecen las que se encuentran con cierto criterio de amenaza dentro de esta formación boscosa.

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

mismas.

Tabla 16. Especies detectadas con cierto grado de afectación en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla .

ESPECIES	TOTAL DE INDIVIDUOS	A
<i>Cedrela odorata</i> L.	3	X
<i>Diospyros crassinervis</i> Krug & Urb	6	Xa
<i>Trichilia hirta</i> L.	6	X
<i>Comocladia dentata</i> Jacq	6	X
<i>Cordia collococca</i> L.	6	X
<i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pav.	8	X
<i>Cecropia peltata</i> L.	8	X
<i>Spondias mombin</i> L.	9	X
<i>Bursera simaruba</i> L. Sarg.	9	X

Leyenda: A: Autóctonas , Xa: amenazada

Según López (2014), las malas prácticas de manejo han sido una de las causas principales de la alteración de estructura y composición florística de los bosques de Cuba, existiendo muchas especies que por su valor económico y ecológico son sobreexplotadas con frecuencia, con vistas a satisfacer las necesidades del hombre y en algunos casos la economía del país.

En la Tabla 16, se muestran las especies más afectadas por estas causas, antes de ser declarada oficialmente esta área como Reserva Ecológica, las cuales han visto reducido su número de individuos, entre las cuales resalta la *Cedrela odorata* L., con solo 3 individuos, estas especies deben ser atendidas de manera especial, de modo que incrementen en número de individuos para que se conserven dentro de la Reserva Ecológica. López (2014), también reportó la *Cedrela odorata* L., como una de las especies más afectadas, con solo dos individuos, en estudio realizado en bosque pluvisilva.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gutiérrez *et al.* (2015), en investigación realizada en Puerto Gaitán, Meta, Colombia, los cuales sugieren que tanto la estructura como la composición florística son afectadas por la perturbación natural o antrópica, ya sea por la presencia de claros causada posiblemente por la tala selectiva.

4.11. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí

La propuesta se realizará en diciembre de 2018 y teniendo en cuenta que estamos en presencia de un Área Protegida, el responsable de dirigir esta actividad será La Empresa Flora y Fauna de Guantánamo, se proponen un conjunto de acciones orientadas a la recuperación de las fajas forestales hidrorreguladoras del Arroyo Tortuguilla en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí, que oriente la adopción de acciones efectivas aportando valor a los elementos naturales y socioculturales de estos bosques.

4.11.1. Objetivo de la propuesta de acciones

Sugerir un conjunto de acciones silvícolas orientadas a contribuir a la rehabilitación del bosque De galería El Bagá, dirigidas a las inversiones de los diferentes actores que influyen en la misma (instituciones gubernamentales, organizaciones de base, organizaciones no gubernamentales y la Universidad, entre otros), para la adopción de acciones efectivas que aporten valor a los elementos naturales y socioculturales de estos bosques con áreas fundamentalmente impactadas por inadecuado aprovechamiento de especies de alto valor económico y ecológico como el *C. antillanum* Britton y la tala furtiva de esta y otras especies para carpintería, leña y carbón.

4.11.2. Propuesta de manejo para las especies más afectadas en el bosque de galería

Plantea Osorio (2013), que la mayoría de las políticas forestales nacionales declaran que hay que conservar los recursos forestales y a pesar de ello, contemplamos niveles crecientes de degradación. Las causas de la deforestación no son bien conocidas. La discusión mezcla con frecuencia causas directas como agricultura de corta y quema con causas fundamentales o primordiales de pérdida.

La propuesta se realiza para las especies *C. odorata* L., *D. crassinervi*, *T. hirta* L., *C. dentata* Jacq, *C. collococca*, *C. alliodora* y *T. trinitensis*, se realiza a partir de un régimen de protección y reproducción de forma artificial, propiciando condiciones para el desarrollo de estas especies leñosas con alto grado de afectación en el área.

En este bosque existen espacios fuertemente antropizados en el pasado, provocado fundamentalmente por la tala descontrolada y que en este caso, fueron perdiendo la cobertura forestal protectora y quedaron totalmente desprotegidas, teniendo en cuenta que estas áreas están situadas en pendientes transversales hacia el arroyo, es necesaria la proyección de acciones de reforestación con el propósito de proteger el agua y suelos de la faja hidrorreguladora con el empleo de estas y otras especies autóctonas.

Según Osorio (2013), en muchos de estos casos se permiten las prácticas agroforestales como parte de un proceso integral para el rescate y mejoramiento de la biodiversidad y fundamentalmente de las especies más afectadas.

4.11.3. Propuesta para la reforestación en el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla en El Bagá Reserva Ecológica Baitiquirí

Objetivos de la propuesta de reforestación

- Lograr mantener la presencia de las especies autóctonas más afectadas.
- Dirigir especiales esfuerzos a la reforestación con especies de alto valor económico que fueron manejadas inadecuadamente dentro del bosque de galería.
- Potenciar el manejo de especies identificadas como afectadas o amenazadas.

Selección de las especies adecuadas para la reforestación

Según Mitjans *et al.* (2014), la selección de las especies para la rehabilitación es un aspecto importante, pues el éxito del proyecto depende de las exigencias de las especies seleccionadas.

El análisis de la información disponible determinó los criterios de selección de las especies a utilizar en la rehabilitación del bosque de galería, por lo que a partir de los resultados obtenidos en el inventario florístico realizado, se propone rehabilitar la flora arbórea, con las especies identificadas propias de este ecosistema que resultaron ser las de mayor adaptabilidad e Índice de Valor Importancia Ecológica y por su participación por estratos como ocurre con *C. antillanum* Britton, mejorando su estructura diamétrica la cual es pobre en las clases inferiores, otras especies como *C. rosea*, por su abundancia y representatividad en el área, *C. odorata* L. y *C.*

alliodora Ruiz & Pav., éstas últimas, aunque no tienen un elevado **IVIE** en el bosque, son de valor económico, propias de este ecosistema y están incluidas en la lista de especies afectadas dentro de esta formación boscosa conjuntamente con *C. collococca* L., *C. dentata* Jacq, *T. trinitensis* Britton, *T. hirta* L. y la especie *D. crassinervis* Krug & Urb, considerada como amenazada.

La propuesta se realiza a partir de un grupo de parámetros lo cuales se deben tener en cuenta al realizar el estudio del área, ya que se deben ver de manera integral para poder formular las pautas de manejo de las especies que han sido afectadas, sobre todo, teniendo en cuenta que es un Área Protegida, donde las labores silviculturales son específicas y bien definidas. En este caso se rehabilitarán 2,28 ha de bosque de galería, correspondiente a una franja de 15 m a ambos lados de 760 m del Arroyo Tortuguilla.

4.11.4. Características del área

- Superficie: 2,28 ha
- Categoría de bosque: Protector
- Relieve: El relieve es irregular y escarpada con pendientes que van desde 7 a 38 %. con una altitud de 70 a 150 msnm.
- Objetivo de plantación: Proteger y fomentar las especies que han sido señalada con cierto grado de afectación y amenazadas.

4.11.5. Características de la vegetación existente en el bosque de galería

En cuanto a la composición de especies, la vegetación es variada, representada por 17 especies destacándose las siguientes: *G. guidonia* L., *C. oliviforme* L., *A. farnesiana* L., *S.causiarum* O.F.Cook, *C. antillanum* Britton, *V. parviflora* Juss. y *C. rosea* Jacq.

4.11.6. Establecimiento de un vivero temporal

Las semillas a recolectar serán de las especies más afectadas en el bosque de galería, previo análisis del área a plantar y luego se determina la cantidad de

posturas de cada especie que se producirán y por último el establecimiento de las maquetas con las bandejas y el llenado de los contenedores, los cuales, Según Cobas (2001), Cruz (2002) y Arévalo (2005), citados por Teodoro (2009), deben cumplir las siguientes características:

- a)** Interior del envase: Debe ser estriado o acanalado (nunca liso), para garantizar que no se produzca enroscamiento de las raíces.
- b)** Auto repicado: El fondo del envase debe presentar una abertura para permitir la salida al exterior de las raíces, dando lugar al repicado, lo cual exige disponer los envases al aire y nunca en contacto con el terreno. La abertura no debe ser demasiado grande pues provoca la pérdida del sustrato, ni demasiado pequeña por que da lugar al crecimiento amontonado de las raíces al final del envase.
- c)** Volumen del envase: La capacidad del envase debe estar acorde con el tamaño y las necesidades de crecimiento en vivero de cada especie que se piensa producir. Un volumen menor del necesario repercutirá en la calidad de la planta al limitar un correcto crecimiento. Un mayor volumen del necesario puede encarecer y dificultar su manejo.
- d)** Se deben elegir los envases hechos con materiales ligeros, que no pesen demasiado para facilitar su manipulación, pero lo bastante sólidos para no sufrir roturas.
- e)** Funcionalidad del vivero: Debe ser funcional, manejable, posibilitar su reciclaje y en definitiva, cualquier característica que puedan abaratar los costos de producción, sin afectar la calidad de la planta. Además, debe considerarse la manejabilidad de los envases para transportarlos y distribuirlos en el monte, y en su caso, la facilidad o no, para sacar la planta del mismo, pues, de poco sirve una excelente planta si es penoso su manejo y difícil su extracción.

Tipo de preparación de tierra:

Tipo	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
Hoyos de plantación	Se realizarán teniendo en cuenta las características específicas de desarrollo de cada especie en el vivero		
Terrazas individuales a tresbolillo	30	40	60

4.11.7. Plantación

Dada la complejidad que existe para lograr la germinación y la supervivencia de las especies, la plantación se realizará en la medida que las posturas alcancen las dimensiones adecuadas para ser llevada al área de plantación. No es necesario tener en cuenta la composición de especies, puesto que estas que se proponen para este tipo de bosque presentan bajos índices de biodiversidad (abundancia, dominancia y frecuencia) y además, como están incluidas en la lista de especies afectadas dentro de esta formación boscosa, el objetivo es reforzar su presencia y que aumenten el número de individuos en el bosque de galería.

El marco de plantación será definido para las áreas donde sea necesario, puesto que es un bosque natural, con presencia de otras especies de alto valor económico y ecológico, lo más recomendable es plantar estas especies con el objetivo de lograr aumentar la cantidad de individuos y no la calidad de la madera y a estas no se le da un uso en la industria forestal por ser especies con cierto grado de afectación o amenaza, en esos casos los marcos serán de 4 x 4m hasta 6 x 6 m. Como principios se tendrá en cuenta que las líneas de plantación se realizarán a curvas de nivel y los puntos de plantación a tresbolillo.

La fecha de plantación estará en dependencia de la fecha en que se ponga en práctica o se apruebe la propuesta de rehabilitación y sea posible la recolección de las semillas o su obtención de naves semilleras, previa certificación. Se tendrá en cuenta su la compatibilidad entre las especies (Herrero, 2007).

4.11.8. Técnicas a emplear

4.11.8.1. Fajas hidrorreguladoras

Las fajas hidrorreguladoras se realizarán en los espacios con deforestación. Al establecer las mismas, después de definido su ancho, se deben tener en cuenta no pocos aspectos cuya valoración insuficiente puede conducir al fracaso, por lo que se debe diseñar la estructura, disposición, mezcla de las especies y el marco de plantación de las mismas (Herrero, 2007).

- **Primera hilera:** Se tendrá en cuenta que la función de este bosque es protección de suelo, regulación hídrica y estabilización de las márgenes.

Criterios de selección de las especies a plantar (Herrero, 2007; O' Farrill *et al.*, 2008 y Robert *et al.*, 2013).

- Tener crecimiento rápido.
- Ser perennifolias.
- Tener su sistema radical profundo.
- Permitir el desarrollo del sotobosque.
- Que sean especies nativas o típicas de la formación vegetal.
- Resistentes a la sequía, salinidad y cambios meteorológicos.
- Especies de fácil propagación.
- Que brinden abrigo y alimentación a la fauna.
- De maderas preciosas, melíferas, frutales o que proporcionen Productos Forestales no Maderables. Especies endémicas, amenazadas.

Según Rodríguez (2006), las especies más abundantes en un bosque, y/o las que tienen una mayor cobertura, se denominan dominantes. Por ello es lógico que para rehabilitar cierto bosque se planten las especies dominantes, las cuales forman una matriz o guardan relaciones ecológicas con otras especies, que facilitarán la rehabilitación del área.

Las especies que se proponen son:

Calophyllum antillanum Britton y *Clusia rosea* Jacq.

- **Hilera intermedia:** Se incluyen otras especies con probada adaptabilidad a las características edafoclimáticas de la zona: *Cordia alliodora* Ruiz & Pav., *Cedrela odorata* L. y *Tabebuia trinitensis* Britton.
- **Hilera externa:** A partir de criterios fitosociológicos como dominancia de las diferentes especies, sus pautas de comportamiento en cuanto a la regeneración natural y competencia.

Se incluyen las especies que se encuentran afectadas en el área, *Cordia collococca* L., *Trichilia hirta* L. y *Diospyros crassinervis* Krug & Urb.

4.11.8.2. Reconstrucción del bosque de galerías

Se realizará en lugares donde existan claros por extracción no controlada de especies de valor económico o en aquellos sitios donde el bosque de galerías está degradado, se realizará con especies seleccionadas para ese fin, hasta alcanzar los 15 m de ancho, de la faja hidrorreguladora, obteniendo finalmente un bosque mixto lo más semejante posible al natural.

Cedrela odorata L., *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. y *Diospyros crassinervis* Krug & Urb.

Las especies identificadas en el área de estudio coinciden en cierta medida con las recomendadas por Herrero (2011), para la construcción de fajas hidrorreguladoras y con las localizadas en la Reserva Ecológica por López *et al.* (1993), Reyes *et al.* (1999) y Céspedes (2018), lo cual demuestra que son apropiadas para cumplir las funciones del bosque de galerías, y por otra parte, que su presencia no es exclusiva de nuestra área de estudio.

4.11.9. Mantenimiento y medidas para la Protección del suelo

Para la protección y conservación del suelo se tendrá en cuenta los métodos utilizados tradicionalmente:

4.11.9.1. Métodos naturales para la protección del suelo

Se mantendrá la cobertura vegetal en la superficie del bosque donde se aplicará la conservación y reproducción de las especies identificadas con cierto grado de afectación. Esto implica la realización de las actividades manuales sin afectar la vegetación existente.

Para lograr este objetivo es necesario reforestar las áreas desprovistas de vegetación con especies formadoras de suelos y que impidan la erosión provocada por la acción del viento y la lluvia.

4.11.9.2. Métodos artificiales para la protección del suelo

- Construir andenes o terrazas con plantas en los bordes.
- Construir zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión en zonas con alta pendiente.
- Construir defensas en la orilla del Arroyo en los lugares que lo requiera, para evitar la erosión.

4.11.9.3. Mantenimientos planificados a la plantación

El primer año se realizará la construcción de ruedos, chapeas de mantenimiento y reposición de las fallas detectadas, en el segundo año, la chapea de mantenimiento y la limpia de los ruedos, en el tercer año la chapea de mantenimiento y limpia de los ruedos.

- **Fertilización orgánica:** Se realizará en dependencia de la disponibilidad en el territorio y el requerimiento de las posturas.
- **Productos:** Hongos micorrízicos arbusculares (HMA), Glomus intrarradices, FitoMas- E, material orgánico de origen animal y vegetal (a partir que se tenga en cuenta la fertilidad de dicho suelo, en el área objeto de estudio)

4.11.9.4. Medidas para la Conservación de Suelo

Estas se llevarán a cabo en las áreas desprovistas de vegetación o con fuertes

pendientes, las acciones serán.

- Construcción de barreras vivas
- Construcción barreras muertas
- Acordonamiento de los residuos vegetales
- Construcción de acequia

4.11.9.5. Medidas contra incendios

Las medidas de protección contra incendios serán de manera permanente, ya que la posibilidad de ocurrencia de algún incendio en esta zona aunque no es alta, existe un alto nivel de material combustible y la constante aparición de taladores furtivos en el área constituye sin duda un peligro, por lo que se recomienda la construcción de: Fajas verdes: 6 km., Trochas corta fuego acompañado de carteles de orientación sobre la no realización de fogatas u otras acciones que pudieran propiciar la ocurrencia de incendios.

V. CONCLUSIONES

- Se identificaron 238 individuos representados en 12 familias pertenecientes a 16 géneros y 17 especies, las familias de mayor riqueza de especies son, *Meliaceae*, *Clusiaceae*, *Anacardiaceae* y *Boraginaceae* con un porcentaje de participación de 17,7 la primera y el 11,8 la tres restantes.
- Se georreferenciaron las 16 parcelas y los 61 individuos de *Calophyllum antillanum* Britton identificados en el inventario florístico realizado, lo que constituyen puntos fijos de monitoreo en momentos posteriores a la investigación.
- El estudio arrojó que el bosque de galería del Arroyo Tortuguilla, presenta en la actualidad afectación en su estructura, composición florística y densidad, ocasionada fundamentalmente por una alta antropización.
- La propuesta de acciones elaborada contribuirá a la rehabilitación del bosque de galería del Arroyo Tortuguilla, en la que se incluyen construcción de fajas hidrorreguladoras y reconstrucción de bosques.

VI. RECOMENDACIONES

- Hacer extensiva la propuesta de acciones a otras áreas de la (REB) que se encuentran afectadas y en otros bosques de galería del municipio.
- Realizar el monitoreo del área y los individuos de *Calophyllum antillanum* Britton, a partir de las referencias de estos y las parcelas.
- Continuar el estudio en otras áreas de la Reserva Ecológica Baitiquirí (REB) para comparar los resultados obtenidos en la investigación realizada.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, P. y Strong, T. M. (2012). Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Sminthonian Scholarly Press. Washington D.C. 1 192 p.
2. Achard, F., De Fries, R., Eva, H., Hansen, M., Mayaux, P. y Stibig, H. J. (2007). Pan - tropical monitoring of deforestation. Environmental Research Letters 2:045022.
3. Acosta, C. D. L. (2016). PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LOS BOSQUES DE GALERÍA PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL GUARUPAYO.
4. Acosta, V. H., Araujo, P. A. e Iturre, M. C. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Serie Didáctica No. 2. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal 35 p
5. Aguirre, M. Z. H. (2013). ESTRUCTURA DEL BOSQUE SECO DE LA PROVINCIA DE LOJA Y SUS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES: CASO DE ESTUDIO MACARÁ.
6. Aguirre, M. Z. y Yaguana C. P. (2012). Documento guía de métodos para la medición de la Biodiversidad. Loja, Ecuador, 72pp.
7. Aguirre, Z. M., Betancourt, F. Y. y Geada, G. (2013). Composición florística y estructura de los bosques secos de la Provincia de Loja, Ecuador.
8. Aguirre, Z. y Kvist, L. (2005). Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. Memoria de Loja. V Encuentro Nacional de Desarrollo Forestal, 35 p.
9. Aldana, E. (2010). Medición Forestal. Editorial: Félix Varela. La Habana. 265 p.
Alfonso, C. A. y Monedero M., 2004. Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y Forestales. Guía técnica. 4 p.

10. Álvarez, P. (2001). Introducción a la Silvicultura de Bosques tropicales. Editorial Félix Varela, La Habana, 199 p.
11. Álvarez, P. (2005). Valoración silvícola para el enriquecimiento de bosques naturales sobreexplotados. Revista Forestal Baracoa 24 (1): 3-11.
12. Álvarez, P. A. y Varona, J. C. (2006). Silvicultura, Tercera Edición. Editorial Félix Varela, La Habana, 354 p.
13. Alvis, G. J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol 7 No. 1 Universidad del Cauca.
14. Alzate, H. J. (2014). IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ARBOLES SEMILLEROS DE TRES ESPECIES AMENAZADAS (Aniba perutilis, Magnolia hernandezii y Andira taurotesticulata) EN EL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA, RISARALDA EN EL AÑO 2013.
15. Appolinario, V., Filho, A. T. O. y Guilherme, F. A. G. (2005). Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. Journal Brazil. 28: 347-360.
16. Araujo, A., Jorgensen, P., Maldonado, C. y Paniagua, N. (2005). Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas Sector Quemado-Palechuco, Bolivia. Ecología en Bolivia, 40 (3): 325-338.
17. Archivo CNAP. Plan de Manejo Reserva Ecológica Baitiquirí (2014-2018). Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, MINAGRI. Guantánamo.
18. Badii, M. H. A., Guillen, C. E., Rodríguez, O., Lugo, J. A. y Acuña, M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. Daena: International Journal of Good Conscience. 10(2)156-174. Agosto 2015. ISSN 1870-557X.
19. Barbosa, (2000). Qué los bosque de gaerías? Disponible en <http://groups.msn.com/bosquesgaleria/> revisado. 27-10-2017.

20. Barrantes, G., Chaves, H., Vinuesa, M. (2001). El bosque en el Ecuador. Una visión transformada para el desarrollo y la conservación. Institutos de políticas para la sustentabilidad, GTZ y Comafors. Quioto, 79 pp.
21. Beals, W. (1984). Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research* 14:1-5
22. Beck, S. G., Killeen, T. J. y García, E. (1993). Vegetación de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia. Missouri Botanical Garden. La Paz. 68 p.
23. Beltrán, L. G. (2012). Geolocalización y redes sociales. Bubok. ISBN: 978 84 686 1762 6.
24. Berazaín, R., Areces, F., Lazcano, J. C. y González, L. R. (2005). Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) ISBN 849704198. 4:1- 86.
25. Berovides, V. y Gerhartz, L. J. (2009). Divulgación Científica. Diversidad de la Vida y su conservación. Ed. Científico – Técnica, 99p.
26. Betancourt, A. (1987). Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial Científico Técnica. Ciudad de la Habana. 427 p.
27. BirdLife International. (2018) Important Bird Areas factsheet: Hatibonico - Baitiquirí - Imías. Disponible en <http://www.birdlife.org> Consultado 05/02/2018.
28. Bisse, J. (1988). Árboles de Cuba. Editorial Científica-Técnica. Ciudad de la Habana. Cuba. 369 p.
29. Bruzón, S. N. (2013). Rehabilitación de áreas degradadas por la minería a cielo abierto en la región Nicaro-Mayarí, Cuba.
30. Bussmann, R. W. (2003). Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco (Zamora- Chinchipe, Ecuador) zonación de la vegetación y regeneración natural. *Lyonia* 3(1): 57-72.
31. Cantos, C. G. (2014). Caracterización estructural y propuesta de restauración del bosque nativo de la Comuna El Pital, zona de amortiguamiento

del Parque Nacional Machalilla, Ecuador. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 109 p.

32. Carricarte, R. F., Jiménez, G. A., Santoyo, A. P., Pincay, P. M. M. y Manrique, T. T. O. (2016). Efectos de la expansión de la actividad agropecuaria sobre la vegetación de ribera del río Santa Cruz, Cuba.
33. Castellanos, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., Musálem-Santiago, M., y López-Aguillón, R. (2008). Estructura de bosques de *Pinus patula* bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14 (2), 51-63.
34. CENbio.(1997). Estudio de la Diversidad Biológica de Cuba; Centro Nacional de Biodiversidad del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
35. Céspedes, C. G. (2018). Diversidad florística del bosque semidecíduo micrófilo en la zona del Yareyal, REB.
36. Chala, A. K. y Sosa, T. E. (2014). PAUTAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR DE AGUA DE UN SECTOR DE LA CUENCA DEL RÍO CAUTO EN LA PROVINCIA DE GRANMA. *Revista Forestal Baracoa* vol. 33, Número Especial. ISSN: 2078-7235.
37. Choque, A D. (2007). COMPOSICION FLORISTICA Y USO TRADICIONAL DE ESPECIES EN EL BOSQUE SECO DEL PN Y ANMI MADIDI, APOLO, PROVINCIA. FRANZ TAMAYO.
38. CITMA, (2016). Centro Meteorológico Provincial. Delegación provincial Guantánamo.
39. Condit, R., Hubbell, S. P. y Lafrankie, J. V. (1996). Species-area and species-individual relationship for tropical trees: A comparison of three 50-ha plots. *Ecology* 84: 549-562.
40. Curiel, B. C. (2010). AMENAZAS A LABIODIVERSIDAD En Jalisco. Disponible en

<http://siga.jalisco.gob.mx/multi/Amenazas%20a%20la%20Biodiversidad%20en%20Jalisco.pdf> Consultado 27 02 18.

41. Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I. y Montero, G. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigaciones Agrarias: Sistemas de Recursos Forestales*, 12 (1), 159-176. doi:10.5424/795
42. Del Risco, E. (1995). Los bosques de Cuba. Su historia y características, 96 pp., Editorial Científico Técnica, La Habana.
43. Denslow, J. S. (1995). Disturbance and diversity in tropical rain forests: The density effect. *Ecological Applications*. 5: 962-968.
44. Diaz, S. y Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16 (11): 646-655.
45. Diaz, S., Lavorel, S., Chapin III, F., Tecco, P., Gurvich, D. y Grigulis, K. (2007). Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. En *Terrestrial ecosystems in a changing world* (eds. Canadell, J., Pitelka, L.F. y Pataki, D.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 81-91 p.
46. Diaz, S, Fargione, J, Chapin, F. y Tilman, D. (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *Plos Biology* 4 (8):1300-1305.
47. Duery, S. S. (2000). Caracterización del bosque seco de la comunidad de Oropolí, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 64 p.
48. Dutra, D. S. (2011). Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. *Biotemas*. 24 (4): 49-58.
49. EcuRed. Reserva Ecológica Baitiquirí. Disonible en <https://www.ecured.cu/Baitiquir%C3%AD%28San%20Antonio%20del%20Sur%29> Consultado 05 -02-2018.

50. Enciclopedia de Clasificaciones. (2017). "Definición de geolocalización". Revisado en: <http://www.tiposde.org/tecnologia/1014-definicion-de-geolocalizacion/> Consultado 19-01-18.
51. Faife, C. M. y Noa, M. A. (2007). Propuesta para la rehabilitación del Bosque de Galería del Jardín Botánico de Villa Clara.
52. 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. 108-150
53. FAO. (2016). Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. <http://www.fao.org/publications/sofo/en/> Consultado 10/11/2017.
54. Feinsinger, P. (2003). El Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Edit. FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 155–157 p
55. Ferreira, C. M., Finegan, B., Kanninen, M., Delgado, L. D. y Segura, M. (2002). Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. Revista Forestal Centroamericana. 38: 44-50.
56. Figueroa, P. S. (2014). Evaluación de estructura horizontal y la diversidad florística en un bosque lluvioso del medio Magdalena, hacienda San Juan del Carare, Cimitarra-Santander.
57. Finol, V. H. (1971). Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana. 14(21): 29-42.
58. Fong, G. A. D., Maceira, F., Alverson, W. S. y Shopland, J. M. (2005). Cuba: Siboney – Juticí. Rapaid Biological Inventories Report 10. The Field Museum, Chicago, 2005.
59. Fors, A. J. (1967). Manual de Silvicultura. La Habana. Ed: INDAF. 155 p.

60. Franceschinelli, E. V. (2003). Interações entre Animais e Plantas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, p. 275-295.
61. Frankie, G. W., Baker, H. G. and Opler, P. A. (1974). Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology* 62: 881-919.
62. Galindo, L., C., Jacobsen, T. R., Langhammer, P. F. y Ollivri, S. (2003). State of hotspots: the dynamics of biodiversity loss. En C. Galindo-Leal e I. Gusmao Camara (Eds.), *The Atlantic forest of South America. Biodiversity status, threats, and outlook*, (pp.12-23). Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Washington-Covelo-London: Island Press.
63. Garibaldi, C. (2008). Efectos de la extracción y uso tradicional de tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la península de Azuero, Panamá. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. 167 p.
64. Garzón, H. E. (2001). Estudio poblacional de guayacán real (*Guaiacum sanctum* L.) en el Parque Nacional Palo Verde y en Las Delicias de Garza, Guanacaste. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Ambientales). Escuela de Ciencias Ambientales. Costa Rica. 89 p.
65. Gastón, G. A. (2008). APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y COROLÓGICOS: ALGUNOS EJEMPLOS.
66. Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84.
67. Godínez, O. y López, L. (2002). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*,

Serie Botánica 73(2):283-314.

68. González, H. M. y Narváez, S. E. (2005). Diagnóstico del Bosque de Galería de La Hacienda Las Mercedes, Managua.
69. González, N., Ramírez, N., Camacho, M. y Rey, J. (2008). Restauración de bosques de montañas tropicales de territorio indígenas de Chiapas, México. en: Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi Prensa, México. 137-162 p.
70. Grela, I. (2003). Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de Quebradas en el norte de Uruguay. *Acta Botanica Basilea*. 17(2): 315-324.
71. Groombridge, B. y Jenkins, M.D. (2003). *World atlas of biodiversity* . University of California Press, Berkeley, California.
72. Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago. Ed. LUR. 691 p.
73. Gutiérrez, A., García, F., Rojas, S. y Castro F. (2015). Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta.
74. Hernández, A., [et al.]. (1999): Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR, 64 pp.
75. Hernández, J., Aguirre, O., Alanís, E., Jiménez, J. y González, M. A. (2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19 (3), 189-199.
76. Herrera, R., Menéndez, L. y Valamajó, D. (1988). Las estrategias regenerativas, competitivas y sucesionales de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario. En: *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario*. Proyecto MAB. No. 1, 1974-1987. 296- 326 p.
77. Herrero, J. A. (2007). FAJAS FO RESTALES HIDRO RREGULADORAS. Situación e importancia.

78. Higuchi, P., Oliveira-Filho, A., da Silva, A., Mendonça, E. L., dos Santos, R. y Salgado, D. (2008). Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. *Revista Árvore*. 32(3): 417 –426.
79. Hobbs, R. J. and Huenneke, L. F. (1992). Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6 (3): 324-327.
80. Hopper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S.; Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J. y Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75 (1):
81. Hosokawa, R. T. (1982). Manejo sustentado de florestas naturais; aspectos económicos, ecológicos e sociais. Em: Congresso Nacional sobre essências nativas, Campos do Jordão, 12 a 18/09/82, Anais... *Silvicultura em Sao Paulo*, 16(3):1465-1472.
82. IGAC, (1999). Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" Números 27-28, Bogotá.
83. Imaña E J., Antunes S. O. y Rainier I. C. 2011. Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del Eco-Museo del Cerrado, Brasil. *Colombia Forestal*, 14(1), 23-30.
84. Jardel, E. J. (2011). *El manejo forestal en México: conceptos básicos, antecedentes, estado actual y perspectivas*. Recuperado de http://eramx.org/Estudios_y_proyectos/Estudios/Edo_Bosques/Libro_2011/2_Jardel_Manejo_3.doc.
85. Jayakumar, S.; Seong, S. K. and Joon, H. (2011). Floristic inventory and diversity assessment - a critical review. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 1(3-4):151-168.
86. Jimenez, A. (2008). Productos Forestales no Maderero en la comunidad oroa, Sierra del Rosario, Candelaria, Pinar del Río. Tesis (presentada en

opción al título de Máster en Ciencia. Mención Agroecológica).
Universidad de Pinar del Río. 86 p.

87. Jimenez, A.; García, M.; Sotolongo, R.; González, M. y Martínez, M. (2010). Productos Forestales no Madereros en la Comunidad Soroa, Sierra del Rosario. Centro Universitario Municipal San Cristóbal. Pinar del Río. Cuba. Revista Forestal Baracoa. 29 (2): 83-88.
88. Juvenal, V. y C. Salas, (1997). Selección de prácticas Silviculturales para Bosque Tropicales. BOLFOR. Santa Cruz-Bolivia. 30-36 p.
89. Kaimowitz, D. (2002). Las causas subyacentes de la deforestación en el trópico. En M.R. Guariguata, y G.H. Kattan (Eds.), Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales (pp.597). Libro universitario regional. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
90. Katchadourian, J. C., Ruiz, R. A. A. y Alberich, P. J. (2018). USOS Y APLICACIONES DE GEORREFERENCIACIÓN Y GEOLOCALIZACIÓN EN GESTIÓN DOCUMENTAL CARTOGRÁFICA Y FOTOGRÁFICA ANTIGUAS
91. 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.
92. Kellmann, M. C. (1975). Plant Geography. London, Mephen, 135 p.
93. Kennard, D. K., Gould, K. and Putz, F. E. (2002). Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. Forest Ecology and Management 162: 197-208.
94. Kent, M. and Coker, P. (1994). Vegetation description and analysis. John Wiley and Sons Inc., Chichester.
95. Koleff, P., Gaston, K.J. and Lennon, J.J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. Journal of Animal Ecology. 72: 367-382.

96. Kumar, A., Gupta, A. K. and Marcot, B. G. (2002). Management of forests in India for biological diversity and forest productivity, a new perspective. Volume IV: Garo Hills Conservation Area (GCA). Wildlife Institute of India – USDA Forest Service collaborative project report, Wildlife Institute of India, Dehra Dun, India. 206 p.
97. Kumar, A., Marcot, B. G. and Saxena, A. (2006). Tree species diversity and distribution patterns in tropical forests of Garo Hills. *Current Science* 91: 1370-1381.
98. Lamprecht, H. (1962). Ensayos sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana*, 13(2), 57-65.
99. Lamprecht, H. (1964). Ensayo sobre la estructura florística de la parte Sur-Oriental del bosque universitario: “El Caimital”, Estado Barinas. *Revista Forestal Venezolana* 7(10/11):77-119.
100. Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-*. Ed: Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p.
101. Lopes, W. P., de Paula, A., Sevilha, A. C. y da Silva, A. F. (2002). Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 26(3): 339-347.
102. López, A., M. Rodríguez y A. Cárdenas (1993): *El endemismo vegetal en Maisí-Guantánamo*.
103. López, C. A. (2014). DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE ESPECIES LEÑOSAS EN UN BOSQUE PLUVISILVA DE BAJA ALTITUD (ESTUDIO DE CASO), ÁREA DE MANEJO MAJAGUAL, SECTOR CUPEYAL DEL NORTE.

104. Lores, Y. (2012). Tablas dendrométricas y dasométricas de *Calophyllum antillanum* Britton, *Carapa guianensis* Aubl., y *Andira inermis* Sw., en bosques pluvisilvas de montaña de Baracoa, provincia Guantánamo. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 99 p.
105. Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science. Oxford- U.S.A. 256 p.
106. Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Press. New Jersey-U.S.A. 179 p.
107. Magurran, A. (2001). *Ecological diversity and its measurement*. 41 – 42 pp.
Disponible:
[http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/GEMA_PRE_LIMINARES_2ED .pdf](http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/GEMA_PRE_LIMINARES_2ED.pdf). Consultado
108. Magurran, A. E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones España, Viedra. 200 p.
109. Margalef, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. The University of Chicago Press. Chicago, Londres, 111 pp.
110. Martín, J., González, J., Díaz, S., Castro, I. y García, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: El papel de la diversidad funcional. *Asociación Española de Ecología Terrestre. Ecosistemas* 16 (3):69-80.
111. Martínez P. J. A. y Sánchez, F. J. S. (2016). GEORREFERENCIACIÓN DE LOS EJEMPLARES BOTÁNICOS DE LA COLECCIÓN DEL HERBARIO FORESTAL (UDBC).
112. Matos, J. (2004). Propuesta metodológica para llevar a cabo la restauración de ecosistemas degradados. Disponible en: www.lidia.org.do Consultado 18-05-2014.
113. Matteucci, S. y Coloma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Universidad de Los Andes. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washinton, D.C. 168pp.

114. Meli, P. y Carrasco C. V. (2011). Restauración ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona.
115. Melo, O., Rodríguez, N. y Rojas, F. (2000). Patrones de arquitectura foliar asociados al crecimiento funcional de cinco especies leñosas nativas de la cordillera oriental utilizadas en restauración ecológica en la sabana de Bogotá. *Colombia Forestal* 15(1):119-130.
116. Menéndez, R. y Melara, N. (2002). Composición Florística del Bosque de Galería de la Quebrada Güisisire, Morocelí, El Paraíso, Honduras, C.A.
117. Meza, A., Sabogal, C. y De Jong, W. (2006). Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana.
118. Milán, S. D. (2014). Sistema de Información Geográfica (SIG) para la determinación del uso y tenencia en las áreas del Valle de San Antonio del Sur.
119. Miranda, S. C. A. (2017). CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINARES DEL OCCIDENTE DE CUBA EN DIFERENTES ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales.
120. Mitjans, V. D., Mitjans, B. y Bonilla, M. V. (2014). Composición florística del Monumento Nacional «Bosque de Piedra Isabel Rubio». *Revista Cubana de Ciencias Forestales Año 2014, Volumen 2, número 2*.
121. Mitjans, B. (2012). Rehabilitación del bosque de rivera del río Cuyaguaje, en su curso medio. Estrategia participativa para su implementación. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Inar del Río, 100 p.
122. Monge, A. (1999). Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Guanacaste, Costa Rica [tesis]. [Cartago]: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

123. Moreno, C. E., Barragán F., Pineda, E. y Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la Diversidad Alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.
124. Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, Vol. I. Zaragoza, España. 84 p.
125. Mostacedo, B. y 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. 87 p.
126. Motz, K., Sterba, H. y Pommerening, A. (2010). Sampling measures of tree diversity. *Forest Ecology and Management*, 260 (11).
127. Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons Ltd., New York. 547 p.
128. Namkoong, G. y Wadsworth, F. H. (1995). Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales. Principios y conceptos. FAO. Roma. Italia. 101h.
129. Narvaes, I. da S., Brena, D. A. y Longhi, S. J. (2005). Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal* 15(4): 331-342
130. NC: 23 (1999). FRANJAS FORESTALES DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN A EMBALSES Y CAUCES FLUVIALES. ICS: 13.020;65.020.40.
131. Nettesheim, F. C., Menezes, L. F. T., Carvalho, D. C., Conde, M. S. y Araujo, D. S. (2010). Influência da variação ambiental sobre a fitogeografia do estrato arbóreo-arbustivo da Mata Atlântica em dois estados do sudeste brasileiro. *Acta Botanica Brasílica* 24(2): 369-377.
132. Nichols, O.G., y Nichols, F.M, (2003). Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the Jarah forest of South-Western Australia, *Restor. Ecology*, 11, 261-272.

133. Noble, I. R. and Dirzo, R. (1997). Forests as human-dominated ecosystems. *Science* 277: 522-525.
134. Noguera, Á. J. T., Castro, M. G., Gonzáles, R. B. (2004). Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del departamento de Carazo, Nicaragua.
135. Noguera, A. J. T., Castro G M., González B. R. 1998. Diversidad Florística en Bosques de Galería en dos localidades del Departamento de Carazo Nicaragua.
136. O'FARRILL, C. A., SUÁREZ S. J. T., V ALLE M. 2008. RECUPERACIÓN DEL BOSQUE DE GALERÍAS EN LA SUBCUENCA NACIMIENTO DEL RÍO MÁXIMO.
137. Oficina Tri-Nacional del Corredor Biológico en el Caribe. (2013). Rehabilitación ambiental y mejoramiento de calidad de vida en la Reserva Ecológica Baitiquirí dirigido a disminuir las presiones antrópicas sobre la biodiversidad del área. Proyecto Piloto. Baitiquirí, Guantánamo, Cuba.
138. Orozco, L. y Brumer, C. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 200 p.
139. Ortiz, O. F. (2016). "Geolocalización vs georreferenciación". Disponible en <http://www.ubikua.com/2016/08/geolocalizacion-vs-georreferenciacion.html>. Consultado 28/06/2018.
140. Osorio, Y. (2013). Estructura y diversidad de la flora leñosa en un bosque pluvisilva submontano, sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH). Tesis (en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales) Universidad de Pinar del Río. 39 p.
141. Oviedo, R. (2005). Especies Invasoras en Cuba, consideraciones básicas. Disponible en: <http://www.ama.gov.co> Consultado 24 de abril 2014
142. Ozdemir, I., Ozkan, K., Mert, A., Ozkan, U. Y., Senturk, O. y Alkan, O. (2012). *Mapping forest stand structural diversity using Rapideye satellite data.*

Recuperado de
http://congrexprojects.com/docs/12c04_docs2/poster2_6_ozdemir.pdf
(Acceso el 9 de enero de 2018)

143. Padalia, H., Chauhan, N. and Porwal, M. C. (2004). Phytosociological observations on tree species diversity of Andaman Islands, India. *Current Science* 87: 799-806.
144. Pérez, C. A., y Laurance, W. F, (2006). Synergistic effects of simultaneous environmental changes. En W. F. Laurance y C. A. Pérez (Eds.), *Emerging threats to tropical forests* (pp.81-86). Chicago, London: The University of Chicago Press.
145. Petckey, O. L; Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters* 9:741-758.
146. Pezoa, A. (2001). Estrategia de Conservación de la Biodiversidad. *Biologica*, p 45.
147. Pham, A. T., De Grandpré, L., Gauthier S. y Bergeron, Y. (2004). Gap dynamics and replacement patterns in gaps of the northeastern boreal forest of Quebec. *Canadian Journal Forest Research*, 34, 353-364.
148. Phillips, O. L., Martinez, R. V. and Vargas, P. N. (2003). Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *Journal of Tropical Ecology* 19: 629-645.
149. Pickett, S. and White, P. (1985). *Natural disturbance and patchy dynamics*. Academic Press, New York. 468 p.
150. Pitman, N. C. A.; Terborgh, J. W. and Silman, M. R. (2002). A comparison of tree species in two upper Amazonian forests. *Ecology* 83: 3210-3224.
151. PMREB, (2014). Plan de Manejo Reserva Ecológica Baitiquirí 2014 – 2020.
152. Polo, U. C. (2008). Programa de Biomasa Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar “Nueva Granada” Vol. 4 N° 1: 135-142 p.

153. Portillo, F. H. (1997). Caracterización estructural de la vegetación arbórea de la quebrada La Chorrera y consideraciones para su restauración. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, 84 p
154. Quiñones, G. L. M. (2012). Composición florística y su estructura en un bosque húmedo montano al suroeste del Parque Nacional Madidi. COCHABAMBA – BOLIVIA.
155. Ramos, B. Z. Sh. (2004). Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p.
156. Rangel, J. O., Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: J. O. Rangel-Ch (ed.), Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 59-87 p.
157. Reque, J. A. y Pérez, R. A. (2011). Manual SIG de Inventario Forestal.
158. Reyes, O. J. (2012). Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional 32-33: 59-71.
159. Reyes, O. J., Acosta, F. Oviedo, R. y Bermúdez, F. (1999): *La Reserva Florística Manejada*.
160. Ricardo, N. y Rosete, S. (1998). Flora sinantrópica en la Reserva de la Biósfera Península Guanahacabibes. Pinar del Río: Instituto de Ecología y Sistemática: Academia de Ciencia de Cuba, 1999. · RIVERA C. Vegetación del mogote, los cruces y su uso para la docencia. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias Biológicas.
161. Robert, K. E., González, I. E. y Figueredo, C. L. M. (2013). Propuesta para la rehabilitación ecológica de un sitio degradado en la franja costera de la Reserva de la Biosfera Baconao.
162. Rodríguez, J. R. y Fernández, A. (1999). Aplicación de la Tecnología GPS en Inventario de Recursos Forestales en la Comarca de el Bierzo (León).

163. Rodríguez, S. J. L. (2015). Contribución a la conservación de *junglas jamaicensis* C. DC., en el Parque Nacional Turquino.
164. Rodríguez, S. J. L., Puig P. A. y Leyva M. C. P. (2018). Caracterización estructural del bosque de galería de la Estación Experimental Agroforestal de Guisa.
165. Rodríguez, T. D. A. (2006). NOTAS SOBRE EL DISEÑO DE PLANTACIONES DE RESTAURACIÓN.
166. Rodríguez, M. Y. (2010). Estrategia de diversificación de la producción en el sistema agroforestal de la Empresa Café y Cacao "Yateras", Guantánamo. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 107 p.
167. Roig, P. J. T. y Mesa. (2014). Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. 3^{era} Edición. Editorial Científico técnica. Tomo I y II. Roma. Italia 1127 P.
168. Rosete, S., Pérez, J., Sánchez, O. y Rosa, R. (2011). Bosques de Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática (CITMA), Ministerio de la Agricultura (MINAGRI), Ministerio de Educación Superior (MES) y Ministerio del Interior (MININT). La Habana, 241 p.
169. Salmerón, L. A. (2016). DINÁMICA FUNCIONAL DEL BOSQUE SEMIDECIDUO MICRÓFILO EN LA RESERVA ECOLÓGICA SIBONEY JUTICÍ, ZONA NÚCLEO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA BACONAO.
170. Sánchez, F. J. (2015). ACCIONES SILVÍCOLAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL BOSQUE PLUVISILVA DE BAJA ALTITUD SOBRE COMPLEJO METAMÓRFICO DEL SECTOR QUIBIJÁN-NARANJAL DEL TOA. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en CIENCIAS FORESTALES. Pinar del Río, 2015.
171. Sánchez, Y. R. (2001). Estado de Conservación del bosque de galería del Jardín Botánico Cupaynicu. ISSN 1027-975X

172. Sánchez, M. A., Fernández, A. A. e Illera, P. (1999). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA GESTIÓN FORESTAL.
173. Scherr, S, (2003). Hambre, pobreza y biodiversidad en países en vías de desarrollo. Documento presentado en la Cumbre de Acción de México, México. D. F., 2-3 de junio.
174. Solbrig, O., Emden V. and Van O. O. (1992). Biodiversity and global change. Mono- graph No.8. International Union of Biological Sciences, Paris, 221 pp.
175. Solís, M. R., Aguirre, O., Treviño, E. J., Jiménez, J., Jurado, E. y Corral, R. (2006). Efecto de dos tratamientos silvícolas en la estructura de ecosistemas forestales en Durango, México. *Madera y Bosques*, 12 (2), 49-64
176. Sonco, S. R. (2013). Estudio de la Diversidad Alfa (α) y Beta (β) en tres localidades de un Bosque Montano en la Región de Madidi, La Paz-Bolivia.
177. Sorensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. *K. Danske Vidensk. Selsk* 5: 1-34.
178. Spurr, S. H. y Barnes, B. V. (1982). Ecología Forestal. AGT. Editor, S.A. 690 p.
179. Suatunce, J., Véliz A., Cunuhay y D. (2009). Composición Florística y Estructura del Remanente de Bosque de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Ecuador.
180. Sukumar, R., Dattaraja, H. S. and Suresh, H. S. (1992). Long-term monitoring of vegetation in a tropical deciduous forest in Mudumalai, southern India. *Current Science* 62: 608-613.
181. Teodoro, d' M. A. (2009). Evaluación de la calidad de la planta de *Cedrela Odorata* L. cultivada en vivero mediante diferentes métodos.
182. Timilsina, D., Ross, M. S. and Heinen, J. T. (2007). A community analysis of sal (*Shorea robusta*) forests in the western Terai of Nepal. *Forest Ecology*

and Management (241): 223-234.

183. UNESCO, (1980). Ecosistemas de los bosques tropicales, Investigaciones sobre los recursos naturales. Madrid, España. 414 p.
184. Vales, M., Álvarez, A., Montes, L. y Ávila, A. (1998). Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba. Ciudad de La Habana, 480 p.
185. Vargas, O., Reyes, S. P., Gómez, P. A. y Díaz, J. E. (2010). Guías técnicas para la restauración ecológica de ecosistemas. Grupo de restauración ecológica. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
186. Villarroel, D., Catari, J. C., Calderon, D., Mendez, R. y Feldpausch, T. (2010). Estructura, composición y diversidad arbórea de dos áreas de Cerrado sensu stricto de la Chiquitanía. (Santa Cruz, Bolivia) Ecología en Bolivia 45(2):116-130.
187. Wadsworth, F.H. (2000). Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710 p.
188. Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21:213-251.
189. Williams, M. (1990). Understanding wetlands. In: Williams, Michael, A threatened landscape. Pp 1-41. Blackwell.
190. Wolda, H. (1981). Similarity indices, sample size and diversity. Oecology 50: 296-302.
191. Wright, S.J. (2010). The future of tropical forests. Annals of the New York Academy of Sciences 1195:1- 27
192. Zamora, M. A. (2010). Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Cartago, Costa Rica.

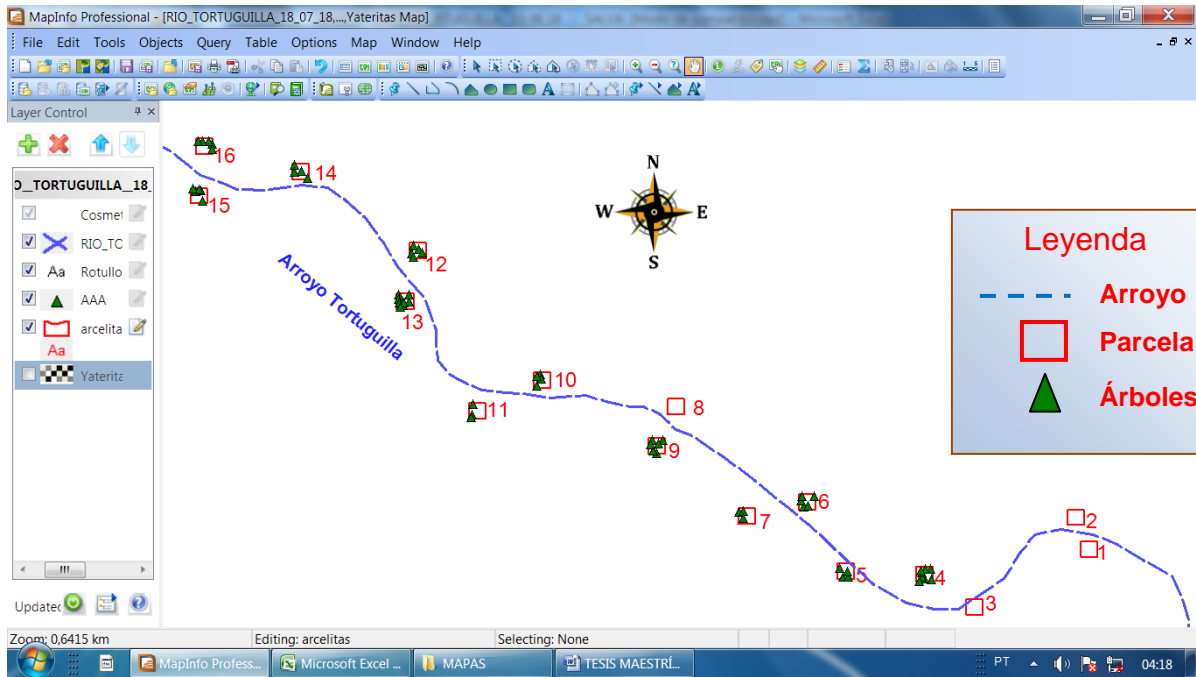
VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Base de Datos de los individuos *Calophyllum antillanum* Britton inventariados en las parcelas de investigación.

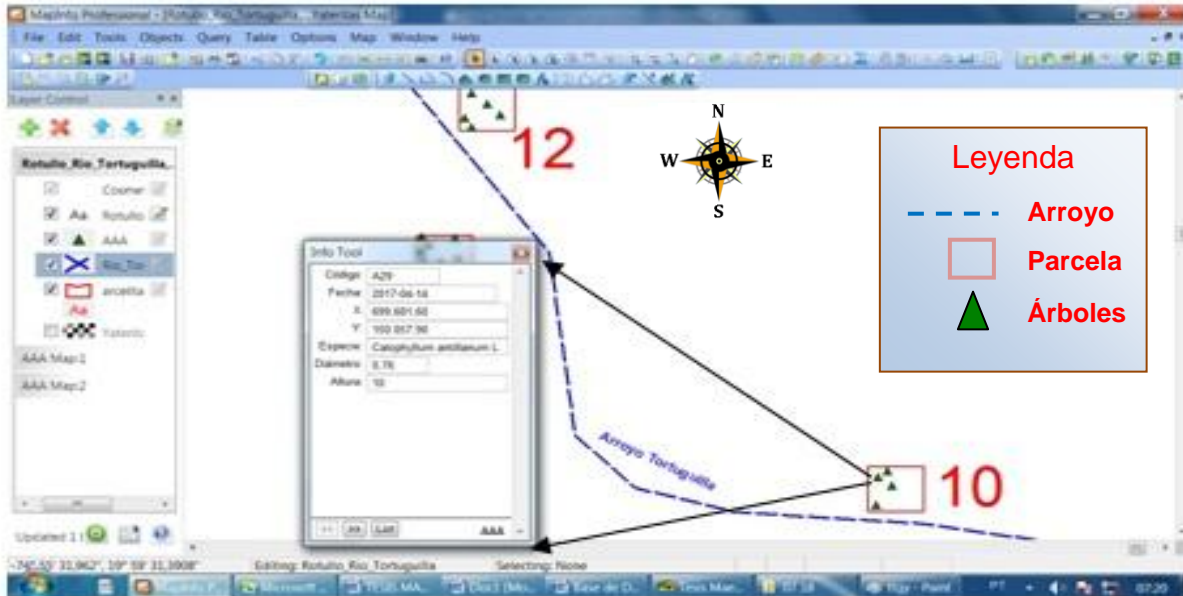
Código	Fecha	Coordenadas		Diámetro	Altura
		X	Y		
A1	2017-04-14	699.925,80	149.938,40	0.38	12
A2	2017-04-14	699.926,30	149.931,90	0.74	19
A3	2017-04-14	699.922,20	149.932,70	0.33	8
A4	2017-04-14	699.920,20	149.933,70	0.56	8
A5	2017-04-14	699.922,50	149.938,50	0.22	7
A6	2017-04-14	699.920,50	149.936,50	0.35	9
A7	2017-04-14	699.919,60	149.937,70	0.47	8
A8	2017-04-14	699.918,70	149.931,00	0.55	9
A9	2017-04-14	699.875,00	149.933,40	1.34	23
A10	2017-04-14	699.871,50	149.933,70	1.27	24
A11	2017-04-14	699.874,20	149.936,70	0.95	21
A12	2017-04-14	699.869,10	149.939,00	0.84	19
A13	2017-04-14	699.850,00	149.977,60	0.63	9
A14	2017-04-14	699.846,90	149.977,30	0.90	11
A15	2017-04-14	699.845,50	149.980,70	0.45	8
A16	2017-04-14	699.853,80	149.983,50	0.33	7
A17	2017-04-14	699.845,80	149.983,60	0.90	10
A18	2017-04-14	699.809,40	149.970,00	0.58	9
A19	2017-04-14	699.809,60	149.974,30	0.69	10
A20	2017-04-14	699.807,10	149.973,60	0.83	11
A21	2017-04-14	699.755,90	150.010,40	1.22	18
A22	2017-04-14	699.759,60	150.018,40	1.31	22
A23	2017-04-14	699.756,70	150.016,00	1.41	25
A24	2017-04-14	699.753,70	150.011,90	1.26	23
A25	2017-04-14	150.018,10	150.016,50	1.16	21
A26	2017-04-14	699.753,30	150.018,10	1.22	21
A27	2017-04-14	699.681,30	150.052,10	0.29	5
A28	2017-04-14	699.684,20	150.056,20	0.82	10
A29	2017-04-14	699.681,60	150.057,90	0.76	10
A30	2017-04-14	699.683,40	150.059,20	0.42	6
A31	2017-04-14	699.641,90	150.040,50	0.99	15
A32	2017-04-14	699.641,40	150.034,10	1.46	25
A33	2017-04-14	699.640,60	150.032,50	1.13	22
A34	2017-04-14	699.610,40	150.134,40	0.46	7
A35	2017-04-14	699.605,10	150.139,10	0.37	6
A36	2017-04-14	699.608,00	150.136,70	0.94	13
A37	2017-04-14	699.603,80	150.133,80	0.77	10
A38	2017-04-14	699.605,10	150.131,90	0.37	7
A39	2017-04-14	699.602,10	150.108,40	1.09	13

Código	Fecha	Coordenadas		Diámetro	Altura
		X	Y		
A40	2017-04-14	699.602,50	150.104,20	0.89	11
A41	2017-04-14	699.599,20	150.103,30	1.03	11
A42	2017-04-14	699.598,30	150.102,00	1.13	12
A43	2017-04-14	699.596,90	150.100,80	0.98	11
A44	2017-04-14	699.596,10	150.103,50	0.92	10
A45	2017-04-14	699.596,90	150.107,10	1.11	13
A46	2017-04-14	699.595,80	150.108,70	1.07	12
A47	2017-04-14	699.595,50	150.105,60	0.98	10
A48	2017-04-14	699.539,30	150.180,90	1.09	22
A49	2017-04-14	699.535,70	150.184,90	1.37	26
A50	2017-04-14	699.531,20	150.188,60	1.46	25
A51	2017-04-14	699.531,30	150.184,60	1.13	21
A52	2017-04-14	699.474,00	150.166,30	1.19	23
A53	2017-04-14	699.473,10	150.172,80	1.47	24
A54	2017-04-14	699.471,80	150.173,40	1.40	24
A55	2017-04-14	699.469,80	150.172,20	1.23	22
A56	2017-04-14	699.468,50	150.174,20	0.79	10
A57	2017-04-14	699.479,90	150.198,80	1.37	24
A58	2017-04-14	699.480,10	150.201,70	0.94	22
A59	2017-04-14	699.477,90	150.203,30	0.89	20
A60	2017-04-14	699.474,10	150.203,40	1.08	23
A61	2017-04-14	699.471,70	150.203,60	1.16	23

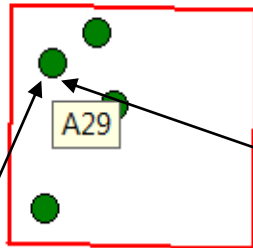
ANEXO 2. Georreferenciación de los individuos de *Calophyllum antillanum* Britton identificados en las parcelas de investigación.



ANEXO 3. Interacción desde MapInfo con la Base de Datos de los individuos de *Calophyllum antillanum* Britton.



ANEXO 4. Información de la Base de Datos de MapInfo correspondiente a los individuos de *Calophyllum antillanum* Britton.



10

Info Tool

Código:	A29
Fecha:	2017-04-14
X:	699.681,60
Y:	150.057,90
Especie:	Calophyllum antillanum L.
Diámetro:	0,76
Altura:	10

<< >> List AAA

ANEXO 5. Listado de Familias, nombres científicos y nombres vulgares. Bosque de Galería del Arroyo Tortuguilla en el Bagá.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
MELIACEAE	<i>Guarea guidonia</i> L.	yamagua
	<i>Trichilia hirta</i> L.	cabo de acha
	<i>Cedrela odorata</i> L.	cedro
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	caimitillo
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pav.	varía
	<i>Cordia collococca</i> L.	ateje
EBENACEAE	<i>Diospyros crassinervis</i> Krug & Urb	ebano carbonero
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> L.	almásigo
MIMOSACEAE	<i>Acacia farnesiana</i> L.	aroma
ARECACEAE	<i>Sabal causiarum</i> O.F.Cook	palma cana
ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombin</i> L.	jobo
	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	guao
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	ocuje
	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	cupey
LAMIACEAE	<i>Vitex parviflora</i> Juss.	roble vitel
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia trinitensis</i> Britton	roble
MORACEAE	<i>Cecropia peltata</i> L.	yagruma