



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Recinto universitario "Rubén Darío"  
Facultad de Ciencias e Ingeniería  
Departamento de Biología

Monografía para optar al Título de Licenciadas en Biología.

**Composición arbórea en la Reserva Silvestre Privada Montibelli,  
Ticuantepe.**

Autores: Bra. Belinda Victoria Castillo  
Bra. Lorean Maleydi Aguilar López

Tutor: MSc. Josué Pérez Soto

Asesor: MSc. Alfredo Grijalva Pineda

Managua-Nicaragua

Noviembre, 2018

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía durante toda mi vida, que espero nunca se aparte de mí, a él se lo debo todo.

A mi Madre Victoria Castillo, y a mis hermanos, especial a mis hermanas que han sido dignas de mi admiración que sin su apoyo incondicional no podría haber llegado hasta este punto. Por demostrar su valentía y amor en cada paso de su vida, ser ejemplo.

A José Agustín Castro Velásquez y Carolina Velásquez Castillo a quienes quiero como mis padres, por compartir momentos significativos y estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi compañero de vida Marcos Augusto Castillo Lorío de ser el responsable de culminar en tiempo y forma, ser el apoyo incondicional el antes, después y durante la realización de la investigación monográfica.

A mi bebe Augusto Sebastián Castillo Castillo por ser una de las mejores cosas que me ha pasado y ser el impulsador de toma de mejores decisiones.

¡Muchísimas Gracias!

**Belinda Victoria Castillo**

## **DEDICATORIA**

“Es pues la Fe, la certeza de lo que se espera, la convicción de lo que no se ve”

Hebreos 11:1

La presente investigación es dedicada a Dios, quien cada ha sido mi ancla, refugio y sostén, su perfecto amor me alcanzó y toda mi vida fue alineada conforme a su voluntad, su propósito es mi enfoque, lo demás él lo ha añadido. ¡Si te tengo a ti lo tengo todo!

A mi madre Diana Maleydi López Cuadra, por todo su compromiso al educarme y llenarme de valores morales y espirituales que hoy me han llevado a alcanzar cada sueño; Por todo el sacrificio y entrega al suplir emocional y físicamente lo que necesité en cada paso hacia mi profesionalización.

A mi hermana Lordian Paola Aguilar López, por compartir conmigo cada etapa y lo que cada temporada de mi vida ha requerido, amiga mía, compañera de todos mis días, gracias porque en la medida de lo posible me has apoyado siempre que lo necesite.

**Lorean Maleydi Aguilar López**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Reserva Silvestre Privada Montibelli por permitirnos desarrollar nuestra investigación, por la confianza depositada en nuestros conocimientos y la correcta labor de campo, por brindarnos información necesaria como base de la investigación científica.

Al MSc. Alfredo Grijalva Pineda, por brindarnos su asesoría y compartir sus conocimientos que resultaron de gran apoyo para la realización de nuestra investigación, por su paciencia e identificación de las especies colectadas en campo, significando esto la plataforma principal de la investigación. ¡Muchas Gracias!

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), por permitirnos realizar nuestros estudios profesionales, que con el soporte de nuestros profesores fue posible una correcta formación con una base científica, por la formación de valores y actitudes para nuestro futuro desarrollo laboral.

Al nuestro tutor MSc. Josué Pérez Soto, por todo su apoyo brindado en nuestra tesis, el tiempo y conocimiento que nos brindó para la elaboración coherente y ordenada de nuestra investigación de tesis.

A Aarón Flores y Daniela Incer, por su arduo trabajo en el establecimiento de las primeras parcelas de muestreo, por mantener el ánimo a pesar de las dificultades.

A Marcos castillo, por todo el apoyo incondicional que nos brindó en nuestra investigación, desde la temporada de muestreo en zonas con difícil acceso y temporadas de lluvia, por en todo tiempo estar dispuesto a prestar sus manos para una correcta recaudación de datos hasta la realización de nuestro documento, compartiendo de su conocimiento con paciencia y disposición para enseñarnos, sin su apoyo no hubiésemos podido culminar en tiempo y forma nuestro trabajo investigativo. ¡Muchísimas Gracias!

## RESUMEN

Los bosques secos de nuestro país son zonas de constante degradación por la acción antropogénica que alteran la funcionalidad del ecosistema, sin embargo en Nicaragua no se cuenta con investigaciones suficientes para el correcto manejo de nuestras reservas por lo que el presente estudio pretende determinar la composición y diversidad vegetal en la reserva silvestre privada Montibelli, reserva en que años atrás sus tierras estaban siendo utilizada para el cultivo de café, que actualmente se dedica gran parte de ellas a la regeneración natural por lo que este estudio viene a ser de gran fundamento para la evaluación del avance, control y funcionamiento de la recuperación florística en la reserva. Para dicho estudio se establecieron seis parcelas temporales de muestreo (PTM), de 50 \*50 m (2,500m<sup>2</sup>), que corresponden a 1.50 ha de muestreos en diferentes estratos altitudinales que variaron desde 420 msnm hasta 720 msnm.

En el área seleccionada se tomaron en cuenta todos los árboles  $\geq 5$  cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura de los mismos, se recolecto una base de datos de 1041 árboles de los cuales resultaron 70 especies resultando la Familia Fabaceae es la más predominante en las zonas con una presencia de 10 especies, la especies con mayor número de individuos es *Myriocarpa longipes* Liebm con 197 individuos

Se aplicaron índices de diversidad a cada área de muestreo, Shannon, Simpson, Riqueza y Piliou, arrojando los índices más altos para la parcela 6 con 2,92 en Shannon, parcela 2 siendo la más dominaste y parcela 6 siendo las más equitativa 0.87, con presencia de 29 especies, se comparó la riqueza de cada sitio con una curva de rarefacción encontrándose la mayor similitud en las parcelas 5 y 6. con similaridad en el número de especies, sin embargo, no se alcanzó la riqueza esperada.

Se identificaron tres tipos de formaciones vegetales por medio del análisis de clúster con método Ward, en las cuales no se mostraron diferencias significativas, por medio del análisis de ordenación (NMDS) se identificaron las especies mayormente asociadas a los tres sitios, dentro de los cuales también se valoró un análisis de especies indicadoras para cada tipo de bosque, el bosque 2 presentó mayor número

de especies indicadoras con presencia de 18 especies, igualmente sin presentar diferencias significativas con los otros bosques, los bosques secos presentan características homogéneas a pesar de los gradientes altitudinales presentes.

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	11
1-	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2-	JUSTIFICACIÓN.....	13
3-	OBJETIVOS .....	14
•	General.....	14
•	Específicos.....	14
4-	MARCO REFERENCIAL.....	15
5.1-	Antecedentes .....	15
6.	MARCO TEÓRICO .....	19
6.1.	Reserva Privada Montibelli.....	19
6.2.	Bosque seco.....	20
6.2-	Bosques secundarios e intervención humana.....	21
6.4.	Diversidad de Especies .....	22
6.5.	Pruebas estadísticas .....	24
6.5.1.	Kolmogorov-Smirnov y Bartlett .....	24
6.5.2-	Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y Análisis de similitud (ANOSIM) .....	25
6.6.	Modelación estadística .....	26
6.7.	Aspectos funcionales de un Modelo Estadístico.....	26
6.7.1.	Componentes de un modelo estadístico .....	26
6.8.	Modelo aditivo generalizado GAM .....	27
7.	HIPOTESIS .....	28
8.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	29
8.6.	Área de estudio .....	29
8.7.	Tipo de estudio:.....	30
8.8.	Población y muestra:.....	30
8.10.	Materiales y métodos .....	31
8.12.	Análisis estadístico: .....	33
9.	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	36
9.6.	Dendrometría.....	36
9.7.	Diversidad.....	40
9.8.	Caracterización de formaciones vegetales.....	43

10.	CONCLUSIONES .....	49
11.	RECOMENDACIONES .....	50
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	51
13.	ANEXOS .....	58

## **INDICE DE TABLAS**

1.	Componentes de un modelo estadístico.....	25
2.	Variables.....	29
3.	Comparación de Índices de diversidad.....	40
4.	Comparación entre los tipos de bosques identificados en Reserva Silvestre Privada Montibelli a partir un ANOSIM.....	45
5.	Especies indicadoras por tipo de formación vegetal.....	47

## **INDICE DE FIGURAS**

1.	Ubicación de la reserva Montibelli.....	28
2.	Comparación de los promedios y errores estándares.....	42
3.	Curva de acumulación de especies por sitios de muestreo.....	43
4.	Conglomerado de las parcelas basadas en la abundancia de las especies.....	45
5.	Diagrama de ordenación NMS muestra la posición de las especies de árboles más abundantes.....	46

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos han sido por años el banco de recursos para las comunidades cercanas, la accesibilidad hace posible su aprovechamiento, siendo esta la principal razón por la que este tipo de ecosistemas se ha degradado, resultado de la manera irresponsable y exagerada en la que se benefician de los recursos, ignorando en su totalidad la sostenibilidad e interrumpiendo así el curso de una gratificante y armoniosa regeneración natural.

La reserva silvestre privada Montibelli presenta un bosque secundario, dado a que años atrás era destinado específicamente para cultivos, hoy en día es un territorio que ha dedicado la mayoría de sus hectáreas a la conservación, significando así el mayor foco de la comunidad científica, el constante monitoreo de la biodiversidad en el ecosistema es de gran peso para una toma de decisiones que cada día sean de mayor beneficio para los mismos, esta investigación se enfoca en las formaciones vegetales por estratos altitudinales para el conocimiento de la biodiversidad dentro de la reserva.

Para la determinación de la composición leñosa en la reserva establecimos 6 parcelas temporales de muestreo (PTM) por estratos altitudinales, seleccionadas de manera aleatoria, dentro de las muestras identificamos las especies leñosas, tomamos el diámetro (DAP) y la altura, todo esto únicamente en especies con  $\geq 5$  cm de DAP, como base de la fase de campo.

No cabe duda de que en nuestros ecosistemas existe un constante dinamismo que permite la especialización y les provee la fortaleza para adaptarse ante los cambios.

## **1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A pesar de la obvia riqueza biológica, su importancia como recurso genético, y la problemática asociada, los bosques secos estos han recibido menor atención por los ecólogos y conservacionistas en comparación con los bosques siempre verdes (Janzen, 1988). En el neotrópico, los estudios de bosques secos se han centrado en Mesoamérica y el Caribe (Murphy y Lugo, 1995). También se debe de considera su importancia como fuente de productos forestales y de servicios ambientales y recreativos (Monge, 2002) a pesar de los muchos esfuerzos realizados por fomentar la conservación y el uso sostenible de estos bosques, las altas tasas de deforestación registradas durante los últimos años, asociadas en gran parte al avance de la frontera agrícola, ponen en evidencia el riesgo de agotamiento que corre este recurso y la necesidad de buscar estrategias adecuadas para garantizar su existencia a largo plazo (Berti, 1999).

Nuestros bosques secos son áreas expuestas a continuos procesos de injerencia humana que han degradado y modificado sus hábitats, la documentación de la estructura y composición florística, puede impulsar la generación de información científica que sirva para la toma de decisiones enfocadas en la conservación de este tipo de ecosistemas.

Los bosques secos secundarios son de mucha importancia siendo estos sumideros importantes de carbono, protectores de suelos e filtradores de agua teniendo en cuenta su gran capacidad de resiliencia, para obtener un mayor conocimiento y fundamentar las acciones a implementar en la conservación del bosque es necesario estar claro del valor que aporta, e utilizar, manejar de forma más idónea nuestro recurso forestal en la zona pacifica del país.

## **2-JUSTIFICACIÓN**

La diversidad de especies florísticas en nuestros ecosistemas son de gran valor ya que guardan estrechas relaciones con la vida circundante que permiten su sostén y complejidad, el conocimiento de la flora en nuestro país amplía la posibilidad investigativa del comportamiento de cada ecosistema, por lo que este estudio responde a la necesidad informativa de la comunidad científica y estudiantil que es bastante limitada, para el conocimiento y desarrollo de mayores investigación de la flora nicaragüense, que se ha modificado de manera alarmante por la intervención humana.

En Nicaragua la situación actual es que la principal causa del deterioro de los bosques es la deforestación donde se considera el resultado de la combinación de una serie de factores que tienen su origen en el modelo de desarrollo económico aplicado en el país en décadas pasadas, tales como: cambio de usos de la tierra, avance de la frontera agrícola (políticas de promoción de actividades agropecuarias , tala ilegal de maderas latifoliados y poco importancia a la conservación de los recursos naturales) (INAFOR, 2008).

### **3- OBJETIVOS**

- **General**

- ✓ Determinar la composición arbórea en la Reserva Privada Silvestre Montibelli, Ticuantepe, Managua.

- **Específicos**

- ✓ Caracterizar variables dendrométricas del bosque en la reserva.
- ✓ Evaluar la diversidad vegetal en la reserva.
- ✓ Determinar formaciones vegetales en la reserva.

## **4- MARCO REFERENCIAL**

### **5.1- Antecedentes**

En la reserva silvestres privada Montibelli se realizó una Evaluación Ecológica Rápida acerca de la biodiversidad y el uso del suelo, a través de métodos directos e indirectos para la toma de datos de campo, resultando que la reserva cuenta con zonas que albergan poblaciones de flora y fauna importantes para el equilibrio ecológico de la subcuenca, con importantes remanentes de bosque en regeneración natural, con lo que se concluyó que la reserva reunía los requisitos para ser reconocida por el MARENA como Reserva Silvestre Privada (Castillo, 2002).

Se estudiaron dos sistemas silvopastoriles en las Mesitas y Picacho – Cerro Tomabu, Estelí, Nicaragua, encontrándose 538 especies Botánicas, que en conjunto representan un 10.8% de la flora de Nicaragua, agrupadas es 108 familias botánicas, incluyendo nueve especies en peligro de extinción, también se lograron identificar las especies que se dispersan con las bostas bovinas (Valdivia V., 2003).

En un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua se determinó la diversidad, composición y estructura de la vegetación, específicamente en la cuenca del rio Bulbul, en los bosques secundarios, charrales, potreros con alta y baja cobertura se estableció una parcela de 0.1 ha (20 m x 50 m), en los bosques ribereños se estableció una parcela de 100 x 10 m (0.1 ha) en total se registraron 3,949 árboles, de 180 especies y 52 familias en 21.4 ha muestreadas, determinándose riqueza total, especies representativas y comunes (Merlos, 2005).

En la comunidad de Nandarola, Nandaime, Nicaragua se realizó una investigación con el objetivo de generar información sobre la vegetación secundaria del bosque tropical seco en tres estados sucesionales en términos de composición florística y estructura que ayuden al manejo del mismo, bosques en edades de 4, 9 y 14 años evaluados en base a un inventario forestal sistemático realizado en 70 parcelas de 100m<sup>2</sup> por cada estado sucesional, analizando los datos se concluyó con una colonización de vegetación leñosa en campos agrícolas abandonados que se están regenerando con satisfacción (Valdivia A.M., 2006).

En la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, departamento de Rivas, Nicaragua se realizó un estudio con el objetivo de caracterizar la vegetación forestal, usos y diversidad de especies, se realizó una toma de datos inicial en Parcela de Muestreo Permanentes (PMP), se identificaron 77 especies, predominando árboles curvos, la mayoría sin presencia de lianas ni daños y la especie ecológicamente más importante es *Guazuma ulmifolia* (Medrano, 2008).

La Universidad de Orellana Lara Jhosmar en el año 2009 realizó un estudio de diversidad florística en 6 parcelas permanentes establecidas por FOMABO en el año 2001, utilizaron índices de biodiversidad para el cálculo de la diversidad de árboles tales como Margaleff, Simpson, Berger-Parker y Shannon, se ordenaron las parcelas según la mayor representatividad (Jhosmar, 2009).

Tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés colombiano fueron analizadas con una base de datos recopilada en 3 parcelas permanentes respectivamente, los bosques de colina, terraza e Igapó (los dos primeros de Terra Firme y el tercero inundable), con el objetivo de cuantificar la diversidad y describir la composición florística en términos de índices de importancia para familias y especies (Cano, 2009).

Marcela Alvear caracterizó la diversidad, la composición florística y la estructura de los bosques de la Reserva Torre Cuatro, en la Cordillera Central de los Andes Colombianos, logrando clasificar por zonas media, alta y baja de acuerdo a la importancia ecológica de las especies sobresalientes (Alvear, 2010).

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de Nicaragua a través del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), elaboró el “Estudio de Ecosistemas y Biodiversidad de Nicaragua y su Representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en donde se presenta un análisis del grado en que las especies nativas de comunidades naturales de flora, fauna y ecosistemas están representadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas se tomó como punto de partida la información referente a las especies amenazadas (CITES I y II), especies endémicas de Nicaragua, las especies en peligro crítico, en peligro y vulnerables, establecidas por UICN, especies benéficas y no benéficas (plagas), creándose una

base de datos para el almacenamiento de la información de especies (Nicaragua, 2011).

Luis López, evaluó la diversidad florística en cuatro bosques de la zona amortiguadora del parque nacional natural los nevados, estudio realizado en 4 ha de monitoreos permanentes, concluyendo con una alta heterogeneidad y bajas relaciones de similitud en los cuatro ecosistemas que forman el mosaico de hábitats que contribuyen de manera independiente la conservación de ecosistema (López, 2012).

En el “Bosque gigante” del rio Numbala se realizó un estudio de diversidad en una parcela permanente con datos de base como son el DAP y altura, concluyendo con una diversidad relativamente alta con 171 especies, la investigación abarco 1 ha dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 (Yaguana, 2012).

Un estudio evaluó y comparo la riqueza, similitud florística y distribución de plantas en pastizales seminaturales de dos zonas ganaderas: Central y Pacífico Sur de Nicaragua, exactamente en Muy- Muy y Rivas, En un total de 123 parcelas (2460 m<sup>2</sup>) se encontraron 326 especies: 184 en Muy Muy y 240 en Rivas, 98 especies aparecieron en ambas zonas, la riqueza de especies registradas en Rivas fue mayor debido a que se cubrió una extensión de muestreo mayor, ya que las parcelas estuvieron más dispersas, se determinaron índices de similitud, composición florística y especies exóticas (Morales, 2013).

En Nicaragua se han realizado estudios en lugares como la Concordia-Jinotega en donde se llevó una investigación acerca de la vegetación arbórea y la estructura florística de la franja ribereña, realizando estudios físico-ambientales en las partes baja, media y alta, resultando un 43.48% de frecuencia en las especies representativas (Castellón, 2014).

En dos localidades Carazo Nicaragua Los encuentros y Chacocente se realizó un estudio sobre la diversidad florística del bosque de galería, realizando un inventario completo de los arboles con 10cm de diámetro y regeneración natural en parcelas con área neta de 1 ha en cada sitio con subparcelas de 100m<sup>2</sup>, en ambos bosques

se encontraron un total de 65 especies pertenecientes a 39 familias y 53 géneros, se concluyó una diferencia entre las familias representativas de ambos sitios y poca similitud florística (Noguera, S/F).

Un interesante estudio presenta un análisis de la estructura y la diversidad de las Magnoliopsidas encontradas en los Matorrales y Frailejonales del páramo de Anaime, aplicando índices de diversidad, dominancia, similaridad y estratos de vegetación; Se correlacionaron ambas coberturas (Bonilla, 2015).

En la reserva Santa Rosa, Tisey, Estelí, Nicaragua, se realizó una investigación sobre la composición florística, estructura y biomasa de los bosques de pino-encino, estableciéndose 15 parcelas de medición, con un tamaño de 0.1 ha (20 x 50 m), en cada parcela de medición se establecieron cinco puntos de muestreo para hojarasca y raíces finas, con un distanciamiento de 10 m entre cada punto de muestreo, En el estudio se contabilizaron 17 familias leñosas, representadas en 21 géneros y 24 especies arbóreas de un total de 1 081 individuos con DAP mayor a 2.5cm, lográndose determinar asociaciones vegetales (Siles, 2017).

Un interesante estudio fue realizado en el municipio de San Carlos, Nicaragua, evaluando la Composición florística y estructura de bosques secundarios, Se estudiaron 12 bosques secundarios de edades entre 6 y 25 años, instalándose seis parcelas temporales de muestreo de 250 m<sup>2</sup> y cuarenta y cinco de 450 m<sup>2</sup>, procurando un mínimo de 15 frutales por parcela, se determinaron las familias más importantes en cuanto al número de individuos, resultando familias que comúnmente son encontradas en bosques secundarios neotropicales, establecieron tres grupos florísticos de bosque (Ferreira, S/F).

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Reserva Privada Montibelli:**

Montibelli es una reserva silvestre privada ubicada en el Municipio de Ticuantepe, tiene una extensión de 162.5 Ha y alturas que varían entre los 360 y 720 msnm; lo que permite un clima fresco prácticamente todo el año. La temperatura oscila entre los 18 y 26 °C.

Forma parte de las Sierras de Managua, por lo que se caracteriza por una topografía de laderas escarpadas, desde donde se pueden apreciar bellezas escénicas. Sus suelos son franco arenoso de muy buena fertilidad, pero fácilmente erosionables.

Montibelli está conformada por tres propiedades que antiguamente se dedicaron al cultivo de café bajo sombra. Por diferentes razones el cultivo del café se fue abandonando de tal manera que actualmente solo 22 Ha se dedican a ese cultivo y 8 Ha ubicadas principalmente en la parte baja, se dedican al cultivo de limones, pitahaya, plátano, piña. El resto del área está dedicado a la regeneración natural del bosque, el cual en su mayor parte se encuentra en estado de crecimiento avanzado, y a la reforestación con especies frutales.

El bosque tiene las características del bosque tropical seco, presentando en las partes altas, rasgos de un bosque de altura, propiciando una mayor variedad de especies de vida silvestre, tanto de animales como de plantas.

La antigua casa hacienda ha sido habilitada para atender visitantes y alberga un Centro de Visitantes y un área de comedor. Se cuenta con tres senderos para recorrer el bosque y observar la biodiversidad, así como las plantaciones agrícolas.

Se cuenta con un área para acampar y está proyectada la construcción de un albergue para brindar mayores comodidades a los visitantes, el cual se espera este brindando servicios el próximo año.

Montibelli posee características idóneas para el turismo por el clima, los rasgos escénicos y geológicos, la variedad de especies de animales y plantas, las vistas panorámicas hacia el volcán Masaya y la planicie interlacustre, así como por la

cercanía a la ciudad de Managua y por estar ubicados en el corredor turístico de los pueblos (La Concha-San Marcos-Masatepe-Niquinohomo-Catarina-San Juan de Oriente-Diriá-Diriomo)

## **6.2. Bosque seco**

El área del bosque seco es considerada una zona de importancia biológica por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco conocido, con presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad local y regional en una superficie relativamente reducida (Mittermier, 2005). Firmaron la importancia biológica de estos ecosistemas que se convierten en el hábitat de una amplia diversidad de especies animales y vegetales, caracterizadas por un rango de distribución reducido y que, lamentablemente, están amenazadas por los efectos de las actividades antropogénicas.

La composición y la estructura de los bosques secos, incluyendo la densidad, el área basal, la altura del dosel y la estratificación, varían (Gerhardt, 1992) esta característica, sumada al hecho de poseer una estructura relativamente simple y de menor biomasa que los bosques húmedos, hace que los bosques secos tropicales sean considerados como ecosistemas de una alta resiliencia. Sin duda, presentan una diversidad biológica interesante, sin embargo, se trata de áreas expuestas a continuos procesos de intervención humana que han degradado y modificado sus hábitats (Primak, 2001).

Los bosques secos en la zona continental ecuatorial de América, presentan densidades de lianas e individuos de árboles y arbustos por unidad de área similares a las encontradas en bosques húmedos tropicales. Sin embargo, la cantidad de madera es inferior a las encontradas en hábitats más húmedos (Gentry, 1995).

La creación de grandes áreas protegidas en las que se trata de minimizar la presencia humana ha sido considerada uno de los principales medios para proteger la diversidad biológica ante la acelerada destrucción de hábitats y especies provocada por los seres humanos (Brandon, 1995) la inseguridad y los conflictos

con las poblaciones locales han sido problemas comunes en el manejo de las áreas protegidas a lo largo y ancho de Centroamérica durante las pasadas dos décadas (Najlis, 2002).

## **6.2- Bosques secundarios e intervención humana**

Existen diversas definiciones para el término bosques secundarios en los trópicos húmedos. El rasgo común a cualquier definición es el disturbio o perturbación al ecosistema, pudiendo este ser causado u originado naturalmente (por fenómenos atmosféricos, geológicos, por la fauna silvestre, etc.), o bien por el hombre como actor principal (en cuyo caso se habla de disturbios de origen antrópico). Estas últimas perturbaciones son, de lejos, más comunes y ocupan hoy en día una mayor superficie que las naturales, además de tener implicaciones más importantes sobre el uso de la tierra, el desarrollo rural y la conservación de los recursos naturales en general (Brown y Lugo 1990).

La desaparición de bosques, surge automáticamente el efecto contrario, cuando las áreas descubiertas dejan de cumplir un rol dentro del contexto por el cual fue destruido el bosque original. Este efecto es la recuperación en forma natural de los sitios, siempre que se reúnan algunas características: eliminación del incendios y pastoreo, principalmente. En forma natural, y sin costo alguno, la naturaleza, por medio del proceso conocido como sucesión secundaria, cubre con el pasar de los años las áreas descubiertas de una vegetación arbórea. Este proceso permite al hombre recuperar no solo la cobertura forestal de un sitio, sino mejorar las características del suelo y, en general, mejorar el medio ambiente.

Desde hace ya casi 40 años se viene mencionando y repitiendo sobre la importancia creciente de la vegetación secundaria en los trópicos americanos y la tendencia de las especies de rápido crecimiento y baja densidad de madera que prosperan en los bosques de segundo crecimiento para constituirse en el “recurso maderable del futuro”. En años más recientes, con la mayor preocupación por los fenómenos de deforestación y el rol de los bosques en la conservación del ambiente, El grado de recuperación dependerá mayormente de la duración e intensidad del uso anterior

por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad de fuentes de semillas para recolonizar el área disturbada, económico como ecológico y social (Smith, Sabogal, & Kaimowitz, 1997).

Los bosques secundarios son también de considerable importancia ecológica, en términos de crecimiento forestal, acumulación de biomasa, beneficios hidrológicos y de la biodiversidad. Debido a que los bosques secundarios acumulan biomasa rápidamente durante los primeros 20 a 30 años, también son un reservorio importante de carbón atmosférico; de esta manera, incrementando la productividad de los bosques secundarios a través de su manejo se puede aumentar su rol potencial para contrarrestar el efecto invernadero.

### **6.3- Composición vegetal**

Composición vegetal se entenderá como un conjunto de plantas de una o más especies vegetales que coexisten en una cierta área. Cuando la comunidad en cuestión tiene especies dominantes características que pueden ser usadas para diferenciarla de otras comunidades vegetales, se puede utilizar el concepto de comunidad-tipo, que es sinónimo de asociación vegetal. Por supuesto, es necesario distinguir entre comunidades naturales y alteradas (Peguero, 2010).

Según (Louman y Quiroz, et al, 2001) La composición vegetal de un bosque se determina, con el número de familias, géneros y especies que se registran dentro del bosque al momento de realizar un inventario, esta información se utiliza esencialmente para caracterizar de manera inicial al bosque en su estructura arbórea. Los componentes que se toman en cuenta para complementar mejor la información acerca de la composición, se enfoca en la diversidad de especies, riqueza de la especie y la similaridad de la especie, entre otras.

### **6.4. Diversidad de Especies**

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos

terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992). El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Solbrit, 1991).

Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se ha desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerberg, 1991).

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.

**Los índices de diversidad:** son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas (Moastacedo, 2000).

- La riqueza de especies es una expresión mediante la cual se obtiene la idea rápida y sencilla de la diversidad (Magurran, 1988), ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001) el número de especies ha pasado a ser por tanto un parámetro comúnmente empleado para comparar localidades diferentes, lo que confiere una gran importancia en los estudios de biodiversidad.
- 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

- El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea con el logaritmo natural ( $\ln$ ) o con el logaritmo con base 10 ( $\lg_{10}$ ), pero, al momento de interpretar y escribir los informes, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado (Mostacedo, et al 2000).
- Índices de Equidad Piliou: Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).
- El índice de equidad es adecuado para utilizarse con la medida de diversidad de Shannon-Wiener (Hair, 1987) la división entre  $\ln(S)$  intenta compensar el efecto de la riqueza de especies. Este estimador es independiente del número de especies (Ares, 1971).
- Índices de Dominancia Simpson: Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies ((Moreno C., 2001).
- El índice de Simpson D tiene un significado biológico más claro que el de Shannon, por el hecho de basarse en que la probabilidad de que dos organismos tomados al azar sean de la misma especie sea baja. Sus valores estarán entre 0 y 1, donde el valor máximo de 1 se obtiene cuando solamente hay una especie, y los valores con aproximación a cero se obtienen cuando existen numerosas especies y ninguna de ellas es dominante.

## **6.5. Pruebas estadísticas**

### **6.5.1. Kolmogorov-Smirnov y Bartlett**

Los modelos no paramétricos difieren de los modelos paramétricos en que la estructura del modelo no es especificada a priori, sino que es determinada con los datos. Esto no significa que el modelo carezca de parámetros, si no que el número

y naturaleza de los parámetros es flexible y no fijada en adelante. Muchas pruebas de bondad de ajuste no paramétricas se basan en la estimación de mínima distancia contrastando la estimación de máxima verosimilitud en las paramétricas.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra es un procedimiento de "bondad de ajuste", que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Sokal y Rohlf, 1969).

La homocedasticidad hace referencia a la igualdad de varianzas en diferentes poblaciones. Este supuesto es de gran importancia en modelos de regresión lineal y análisis de varianza ya que describe la situación en la que el término de error es el mismo en todos los valores de las variables independientes y permite hacer inferencias sobre parámetros del modelo. (Ramírez, Bohórquez, & Barajas, 2016).

#### **6.5.2- Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y Análisis de similitud (ANOSIM)**

El análisis de escalas multidimensionales no métrica (NMDS) es una técnica de representación espacial que permite visualizar sobre un mapa un conjunto de estímulos cuyo posicionamiento relativo se desea analizar. En otras palabras, se trata de un procedimiento rápido y sencillo para dibujar mapas sobre los que representan geoméricamente, en forma de puntos, un conjunto de objetos, de forma que la mayor proximidad entre dos objetos en el mapa significa que ambos son percibidos de forma bastante semejante, al tiempo que su alejamiento indica que uno y otro tienen poco que ver entre sí (Hair *et. al.*, 1995).

El ANOSIM es una prueba no paramétrica que se utiliza para determinar la significación estadística de los grupos obtenidos mediante el análisis de conglomerados. Se calcula el estadístico R, el cual denota disimilitud entre grupos si su valor se aproxima o sobrepasa a 1 (Mendoza, 2015).

## 6.6. Modelación estadística

Los modelos estadísticos, se definen como un caso especial de modelos estocásticos cuyos parámetros son desconocidos, y se estiman a partir de datos empíricos. Estos modelos son utilizados generalmente para deducir la variabilidad de un fenómeno en particular, también permite evaluar el grado de significancia y los roles de sus respectivas variables para así encontrar la variabilidad del fenómeno descrito (McCullogh,2001).

## 6.7. Aspectos funcionales de un Modelo Estadístico

Los modelos estadísticos describen las propiedades de distribución de las variables respuesta incluidas en el estudio, descomponiendo su variabilidad en fuentes conocidas y desconocidas y representan un mecanismo para generar datos con las mismas propiedades estadísticas que los datos observados. Estos modelos se consideran correctos en sentido promedio. La calidad de un modelo no es función de su tamaño ni complejidad, sino que depende de su utilidad en un estudio o experimento construido para responder preguntas de interés (McCullogh, 2001).

### 6.7.1. Componentes de un modelo estadístico

**Tabla No. 1.** Detallan los componentes de un modelo estadístico; Fuente: McCullogh, 2001

<b>Modelo estadístico:</b> $Y_i = f(X_0, X_1, \dots, X_k; \theta_0, \theta_1, \dots, \theta_p) + e_i$	
<b>Respuesta</b>	Resultado que se mide, cuenta o clasifica
<b>Parámetro</b>	Constante desconocida en la función media o en la distribución de las variables aleatorias.
<b>Parte sistemática</b>	Función media del modelo
<b>Error</b>	Diferencia entre observaciones y función media
<b>Predicción</b>	Evaluación de la función media para las estimaciones de los parámetros
<b>Residuos</b>	Diferencia entre valores observados y valores ajustados
Respuesta = Estructura + Error	

### 6.8. Modelo aditivo generalizado GAM

El modelo aditivo generalizado, presentado por Hastie y Tibshirani en 1990, es una extensión de los modelos tradicionales de regresión lineal para el análisis de los datos, que incorpora la no linealidad y la regresión no paramétrica. El modelo está construido por la suma de funciones suaves (splines) de las variables predictoras, pudiendo ser estas variables continuas, variables categóricas, número de casos y series de datos. A diferencia de los modelos de regresión lineal donde se deben determinar los parámetros correspondientes a cada uno de los predictores  $x_i$ , el modelo sustituye  $\sum \beta_i x_i$  por una suma de funciones no necesariamente lineales  $\sum a_i f_i(x_i)$ , donde cada una de las  $f_i$  es estimada de manera muy flexible, pudiendo estas mostrar el efecto no lineal de esa relación. El método permite definir las funciones de manera muy general, pudiendo existir términos como  $\sum f_i(x_i, x_j)$  propuestos por el analista.

## 7. HIPOTESIS

**H<sub>0</sub>:**

La composición y diversidad vegetal del bosque seco secundario de la reserva silvestre privada Montibelli presenta diferencias significativas en gradiente altitudinal.

**(H<sub>0</sub>:  $\mu = \mu_0$ )**

**H<sub>a</sub>:**

La composición y diversidad vegetal del bosque seco secundario de la reserva silvestre privada Montibelli no presenta diferencias significativas en gradiente altitudinal.

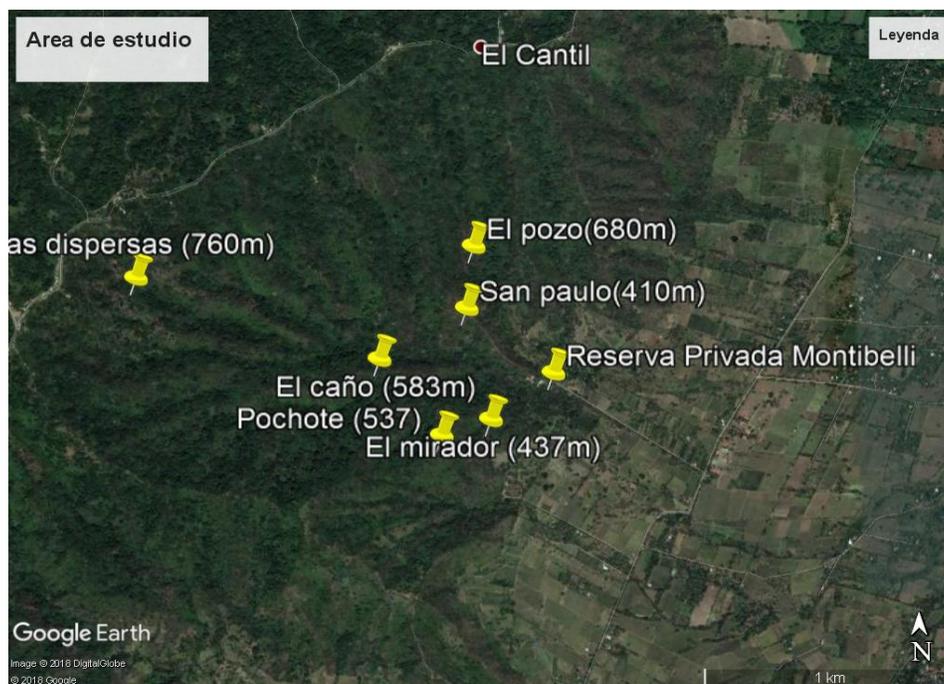
**(H<sub>a</sub>:  $\mu \neq \mu_0$ )**

## 8. DISEÑO METODOLÓGICO

### 8.6. Área de estudio

La Reserva Privada Silvestre Montibelli se encuentra a 18 ½ km de la carretera de Ticuantepe- La Concha (Fig.1) Sus coordenadas geográficas son: 16 P583575.4 N, 1329004.7 O. Tiene una extensión de 162.5 Ha y alturas que varían entre los 360 y 720 msnm; lo que permite un clima fresco prácticamente todo el año. La temperatura oscila entre los 18 y 26 °C. La reserva forma parte de las Sierras de Managua, por lo que se caracteriza por una topografía de laderas escarpadas, desde donde se pueden apreciar la belleza escénica del paisaje. Sus suelos son franco arenoso de muy buena fertilidad y fácilmente erosionables. La vegetación original consiste en un bosque tropical seco, o bosque secundario, en las partes bajas, alrededor de los últimos 30 años, en la zona se cultivaba café en la reserva en ese entonces finca (información brindada por los guías turísticos de la reserva).

**Figura No. 1.** Ubicación de la Reserva Privada Silvestre Montibelli. Ubicación de las sies parcelas



### 8.7. Tipo de estudio:

Es estudio es de tipo descriptivo, ya que se coleccionarán los datos sin alterar el área y de corte transversal, dado a que se realizará, entre los meses de abril y julio del año 2017, correspondiente a la estación lluviosa de la zona.

### 8.8. Población y muestra:

La población es equivalente a todas las especies arbóreas en la reserva silvestre privada Montibelli en las 134 con cobertura vegetal, la muestra correspondiente a todas las especies vegetales con DAP  $\geq 5$  cm distribuidas dentro en seis parcelas temporales de muestreo, de 50 \*50 m (2500m<sup>2</sup>), en cada una de ellas se realizará un censo de la vegetación arbórea.

### 8.9. Variables

**Tabla No. 2.** Destaca las principales variables medibles en la investigación.

Variables	Subvariables	Indicadores
➤ Clases dendométricas	➤ Clase diámetro ➤ Clase altimétrica ➤ Área basal (m <sup>2</sup> ) ➤ Volumen (m <sup>3</sup> ) ➤ Taxonomía	➤ DAP (5 a 9.99, 10 a 19.9, 20 a 29.9, 30 a 39.9, 40 a 49.9, $\geq 50$ ) ➤ Altura (10 a 19.9, 20 a 29.9, 30 a 39.9, 40 a 49.9, $\geq 50$ ) ➤ Familia, especie (g/ha) ➤ Familia, especie (Vol/ha)
➤ Diversidad	➤ Diversidad ➤ Dominancia ➤ Riqueza ➤ Equidad	➤ Shannon ➤ Simpson ➤ Riqueza de especie ➤ Piliou ➤ Rarefacción
➤ Formaciones vegetales	➤ Abundancia ➤ Sitio ➤ Especio	➤ Cluster con método de Ward ➤ Escalamiento no métrico (NMS) ➤ Análisis de similitud (ANOSIM) ➤ Indicador de especie (VI')

### 8.10. Materiales y métodos

- ✓ **GPS Garmin:** se utilizó georreferenciar las coordenadas de cada una de las parcelas.
- ✓ **Brújula:** sirvió para dirigir el rumbo de la delimitación y la orientación de las parcelas.
- ✓ **Cinta métrica:** se utilizó para medir el área de las parcelas.
- ✓ **Cinta diamétricas:** Los diámetros serán medidos a 1.30 m con cinta diamétrica de fibra de vidrio de un milímetro de precisión.
- ✓ **Clinómetro:** Las alturas de los árboles se medirán (Ho).
- ✓ **Cámara fotográfica:** se utilizó para tomar fotos de árboles desconocidos, la relevancia para el trabajo.
- ✓ **Machete:** Se utilizó para realizar los senderos que tenía difícil acceso..
- ✓ **Ficha de campo:** Este se utilizó para la recolección precisa y concisa de todos los datos de manera detallada.
- ✓ **Cinta marcaje:** Para tener un menor error de muestreo, cada sub-parcela será delimitada con cinta de marcaje color naranja, coincidiendo en la esquina inicial y dos de los lados; los dos lados restantes quedaran dentro de la parcela
- ✓ **Libreta de campo:** Se utilizó para tomar apunte de todo lo que se realice en campo y tener un respaldo de todos los datos.
- ✓ **Botas de campo:** Para ayudarnos a transitar el terreno de la zona.
- ✓

### 8.11. Métodos

Se establecieron 6 parcelas temporales de muestreo con dimensiones de 50 m x 50 m (2,500 m<sup>2</sup>) Sus coordenadas geográficas son: (Tabla .3)

**Tabla No. 3.** Georeferencia de las seis parcelas temporales de muestreo

Nombres	Parcela	UTM		MSNM
		X	Y	
<b>El pochote</b>	1	16p 0583127	1328745	537
<b>El caño</b>	2	16p 0582879	1329064	583
<b>Las dispersas</b>	3	16p 0581905	1329532	760
<b>EL pozo</b>	4	16p 0583258	1329532	680
<b>El mirador</b>	5	16p 0583324	1328812	437
<b>San Paulo</b>	6	16p 0583229	1329274	410

Cada parcela se ubicó de manera aleatoria por su relieve accidentado y difícil acceso, dentro de cada parcela se ubicarán 16 sub-parcelas de 12.5m x 12.5m (156.25 m<sup>2</sup>) para tener un menor error de muestreo, cada sub-parcela será delimitada con cinta de marcaje color naranja, coincidiendo en la esquina inicial y dos de los lados; los dos lados restantes quedaran dentro de la parcela, teniendo en total 96 sub-parcelas. Chain Guadarrama *et al.* (2012) y Veintimilla (2013). cinta métrica, la cinta se utilizará para medir la distancia horizontal (d) encontrada entre el observador y el fuste del árbol, luego se medirá el ángulo a la base del árbol (ángulo  $\beta$ ) y el ángulo a la parte más baja de la copa (ángulo  $\alpha$ ) (Calderón s.f., Prodan et al 1997). El cálculo de la H se realiza con la ecuación siguiente:

$$H_o = d(\tan\alpha + \tan\beta)$$

Donde:

H= altura total del árbol

d= distancia horizontal que existe entre la persona medidora de H de árboles y el fuste del árbol

$\tan\alpha$ = tangente de alfa

$\tan\beta$ = tangente de beta

La identificación de las especies vegetales se realizó con ayuda de por Msc. Alfredo Grijalva, director del Herbario Nacional de la Universidad Centroamericana (UCA)

### **Construcción de ecuaciones Diámetro - Altura:**

Se construyó un modelo alométrico, que estimo valores de altura a partir del diámetro de los árboles. Para la construcción del modelo, se tomaron sub-muestras de aproximadamente 30 árboles por parcela con una de 320 árboles con un nivel de confianza del 95 %. Se seleccionarán cinco árboles dentro de las categorías diamétrica 5-9.99, 10-19.9 cm, 20-29.9 cm, 30-39.9 cm, 40-49.9 cm, 50 a más y se midió su diámetro y altura. Para la construcción del modelo se hizo la implementación del Modelo Aditivo Generalizado con distribución Gaussiana.

El modelo está dado por:

$$H_{ij} = f(DAP_j) + \text{random effect}(\text{especie}_i) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$H_{ij}$  = j-ésimo valor de la altura de la i-ésima especie

$\text{especie}_i$  = efecto aleatorio de la i-ésima especie

$f$  = función del suavizado de los valores predichos.

$DAP_j$  = Diámetro altura al pecho del árbol

$\varepsilon$  = Término del error aleatorio  $\sim Ni(0, \delta^2)$

## 8.12. Análisis estadístico:

### a) Dendrometría

- En el cálculo de las variables cuantitativas por individuo se utilizó las variables de Área basal ( $g$ ) y Volumen total ( $V$ ), calculadas mediante las siguientes relaciones:

Área basal ( $m^2$ ): 
$$g = \frac{\pi}{4} * DAP^2$$

Volumen total ( $m^3$ ): 
$$V = g * ho * ff$$

Dónde:

$V$  = volumen ( $m^3$ ),  $g$  = área basal ( $m^2$ ),  $ho$  = altura total (m),  $ff$  = factor de forma

El factor de forma que se tomó en cuenta es una constante para latifoliados 0.7. (Rivas 2006).

Las clases diamétricas y altimétricas se determinaron a través de la Altura total, Área basal y Volumen total para Familia y especies determinadas en el área de estudio.

## b) Diversidad

- Se realizó una matriz con todos los sitios de muestreos y el número de ejemplares de cada especie, obteniendo los datos de abundancia para aplicar los índices ecológicos derivados de la teoría de la información: diversidad de especies y equidad (Browser y Zar, 1984). La diversidad se calculó utilizando la ecuación de Shannon-Wiener ( $H'$ ):

$$H' = \sum p_i \log(b)p_i$$

Donde:  $P_i$  es la proporción de individuos encontrados en la  $i$ -ésima especie, calculado como  $\frac{n_i}{N}$  es la abundancia de la especie  $i$  en la muestra y  $N$  es el número total de individuos en la muestra (Magurran, 1988).

- La dominancia se calculó mediante el índice de Simpson's ( $D$ ), representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, está dado por:

$$D = \frac{\sum_i^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:  $S$  : es el número de especies de cada sitio,  $N$  es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)  $n_i$  es el número de ejemplares por especie (Simpson, 1960).

- La riqueza de especie ( $S$ ) se implementó mediante un conteo de la cantidad de especies diferentes encontradas por sitios, es simplemente un conteo de especies, y no toma en cuenta las abundancias de las especies o sus distribuciones de abundancia relativa (Colwell, 2009).
- La equidad se calculó mediante el índice de Pielou ( $J'$ ), como una medida de la homogeneidad de distribución de los individuos entre las taxas (Pielou, 1969):

$$J' = \frac{H'_{obs}}{H'_{max}}$$

Donde:  $H'_{max} = \log_2 S$ ,

$H'_{obs}$  = diversidad observada.

A los valores calculados de  $H'$ ,  $D$ ,  $S$ ,  $J'$  se les aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para probar normalidad de los datos; asimismo, se determinó la homogeneidad (Sokal y Rohlf, 1969) para cada uno de los factores de matriz sitio/especie mediante la prueba de Bartlett ( $\alpha = 0.05$ ).

El método de rarefacción se basó en individuos que estima el número de especies a través de sub-muestras repetidas al azar de  $n'$  individuos a partir de la muestra original más grande (Gotelli y Cowel, 2011). Este mismo procedimiento permite estimar la varianza entre re-ordenamientos al azar de los individuos se ubica dentro del intervalo de confianza de 95% de  $S$  (la riqueza de especies esperada basada en las sub-muestras al azar de tamaño de  $n$ ); La rarefacción también permite construir una curva entera en la cual el número de individuos sub-muestreados al azar se encuentran en un rango que va de 1 a  $N$  (Gotelli y Cowel, 2011).

- Para la identificación de tipos de bosque se empleó el análisis clúster y se utilizó la distancia de Bray-Curtis con el método de Ward (Díaz, 2017), al cual se le realizó un análisis de similitud (ANOSIM), considerando las correcciones de SidakkSS, para buscar diferencias estadísticas entre los tipos de bosque que se identificaron a partir del análisis clúster (Oksanen et al., 2013). Para la selección de un número óptimo de clústers se acudió a la información gráfica de los dendrogramas con las opciones de varias conformaciones de grupos de bosques. Se utilizó el criterio de “indicator especies analysis” (McCune y Grace, 2002) con diferente número de grupos como apoyo para la conformación de tipos de bosques, el cual se utilizó datos de agrupamientos generados por el análisis clúster; con el nombre de las especies indicadoras se llegó a nombrar los bosques. También se hizo un análisis de ordenación con escalamientos no métrico (nonmetric multidimensional scaling-NMDS) y su opción autopiloto, este es un método efectivo de ordenación mediante un análisis de especies/sitio (McCune y Grace, 2002), la medida de distancia utilizada para este análisis fue el coeficiente de Bray-Curtis.

## 9. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En total se registraron 1,041 árboles, aglomerados en 50 familia y 70 especies de los cuales, 14 especies (9.8%) quedaron a nivel de género y 4 corresponde a especies (2.8 %) que quedaron como indeterminadas

La familia Fabaceae con 9 géneros, 10 especies en su segundo nivel de importancia fueron La familia Moraceae, y Meliaceae con 3 géneros, teniendo así 3 especies cada familia. Los bosques secos tropicales son consistentes en su composición florística, siendo Fabaceae la familia dominante en cuanto a número de especies, y encontrándose comúnmente especies de las familias Euphorbiaceae, Capparaceae, Salicaceae, Rubiaceae y Sapindaceae ( Gentry ). Los géneros con mayor riqueza fueron *Lonchocarpus* con dos especies. El siguiente genero con riqueza de individuos son *Trichilia* con dos especies.

Además, la familia Combretaceae con solo género. Este con un solo individuo *Terminalia oblonga* (R&P) en San paulo (parcela 6), es una especie que se encuentra en región ecológica IV sector del caribe en las formaciones forestales (Salas 1993) , por otro lado otra especie de mayor importancia pero con pocas repeticiones dentro de las parcelas es el género *Vitex* perteneciente a la familia Lamiaceae, reportándose solo un individuo en el área de San Paulo (parcela 6) ; también la familia Rutaceae con genero *Zanthoxylum* sp, ubicado en el área de las dispersas (parcela 3), es un especies que se encuentra en zonas húmedas del país.

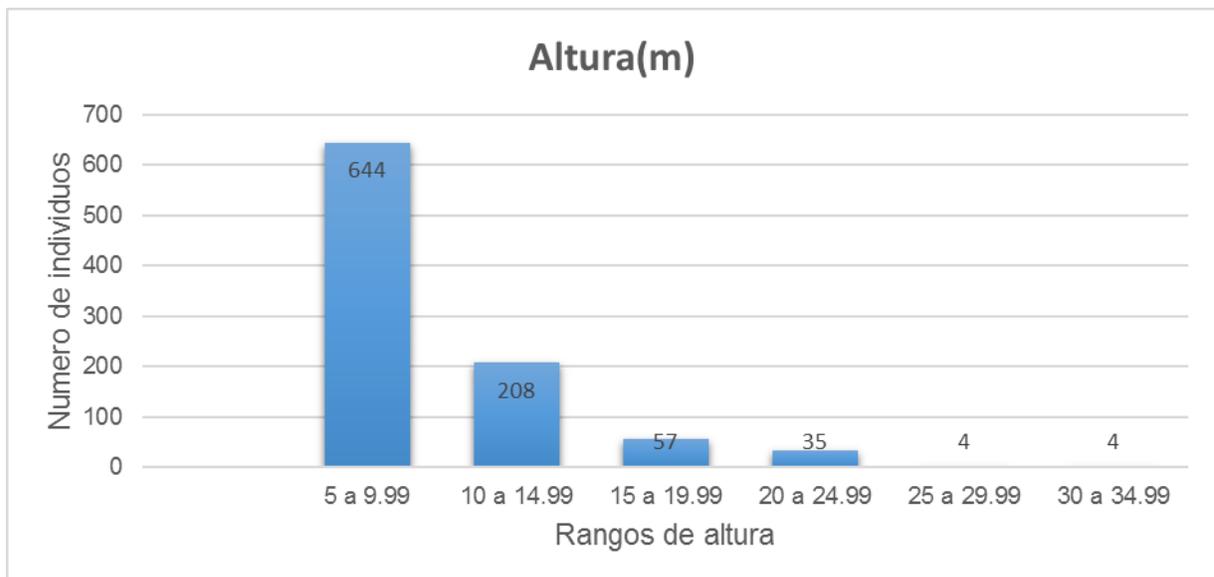
### 9.6. Dendrometría

La estructura horizontal expresada por la distribución diamétrica se asemeja a una “J” invertida, con mayor número de individuos en las clases menores y a medida que aumenta el diámetro, disminuye paulatinamente el número de individuos. (Gráfico. 1) La estructura vertical del bosque expresado por la distribución alimétrica se presenta un patrón parecido que la diamétrica, se observa que la mayoría de los individuos que están en crecimiento, esperando mejores condiciones lumínicas, para poder ascender al dosel, pero también existen individuos de ciertas especies de menor tamaño que permanecen en las clases menores durante un tiempo alargado de su vida. (Gráfico2)

**Gráfico 1.** Comparación clases diamétrica de las especies de las 6 parcelas.



**Gráfico 2.** Comparación clases altimétricas de las especies en síes parcelas



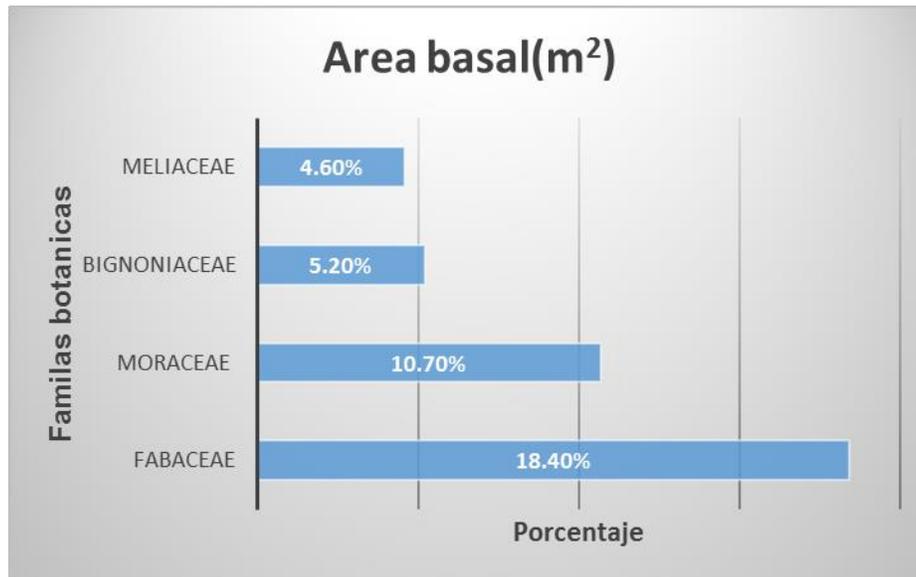
De acuerdo con Uribe (1984) esta distribución es el que el existe en ecosistemas que presentan varios estados de sucesión. Relativamente una características de los bosques en regeneración Según Lamprecht (1962), la distribución de “ J “ invertida constituye la mejor garantía para la sobrevivencia de una comunidad vegetativa, ya los individuos de mayores dimensiones tienden a ser eliminados ocasionalmente o sustituidos por individuos de clases diamétricas inferiores .

Siguiendo la clasificación propuesta por Hutchinson (1990), para especies de hábito arbóreo, en la Reserva Silvestre Privada Montibelli se hallaron tres categorías tamaño: los árboles que corresponde a los individuos con diámetros mayores de 10 centímetros y menores a los diámetros al mínimo de cota. Los juveniles que corresponden los individuos con los diámetros normales 5,0 a 9,9 cm.

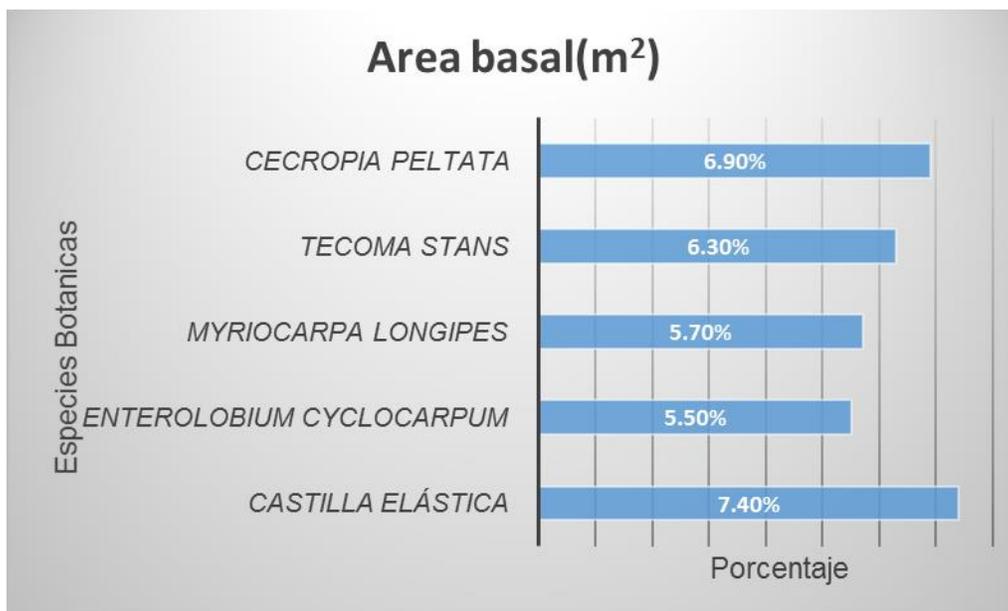
Los individuos de algunas especies estuvieron presentes en los estratos pero que estaban restringidos a sotobosque (regeneración) que ocasionalmente pueden alcanzar el dosel como *Adelia triloba*, *Albizia adinocephala*, *Bursera simaruba*, *Celtis schippii*, *Cornutia pyramidata*, *Diospyrus salicifolia*, *Euphorbia sp*, *Gliricidia sepium*, *Lonchocarpus phaseolifolius*, *Machaerium biovulatum*, *Malvaviscus arboreus*, *Muntingia calabura*, *Myriocarpa longipes*, *Psycotria pubescens*, *Tecoma stans* y *Terimnalia oblonga* con diámetros que varían entre 1.27 cm a 4.94 cm.

Las variables dentrométricas de área basal y volumen de los 6 sitios de muestreo con base a las familias y especies con porcentajes mayor del 5% de importancia del total recolectado. Las familias de área basal con ponderados de Fabaceae (19.6%), Urticaceae (19.7%), Moraceae (8.3%), Bignoniaceae (6.3%) son las más representativas con densidad del 53.9% del total muestreado de 25.5 m<sup>2</sup>.. Las familias de volumen con ponderados de Fabaceae (18.4%), Urticaceae (14.6%), Moraceae (10.8%), Euphorbiaceae (6.1%), Schoepfiaceae (5.4%), Bignoniaceae (5.3%) son los más representativos con volumetrajés del 68.4% del total muestreado de 300.4 m<sup>3</sup> (Grafico.3). Las especies de área basal con ponderados de *Castilla elástica* (7.4%), *Cecropia peltata* (6.9%), *Myriocarpa obovata* (6.5%), *Tecoma stans* (6.3%), *Myriocarpa longipes* (5.7%), *Enterolobium cyclocarpum* (5.5%) son las más representativas con 38.3% del total (Gráfico.4.), para el volumetraje con ponderados de *Castilla elástica* (9.9%), *Enterolobium cyclocarpum* (8%), *Cecropia peltata* (6.6%), *Sapium sp* (6.1%), *Schoepfia schreberi* (5.4%), *Tecoma stans* (5.3%) son las más representativas con un 41.3 % del total (Grafico.5).

**Gráfico.3.** Porcentajes en Área basal a nivel de familias *botánicas*

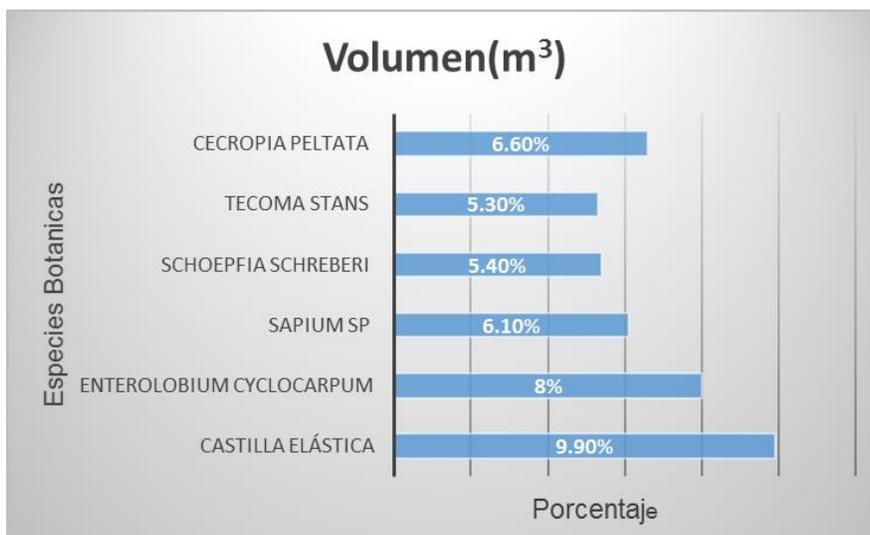


**Gráfico.4.** Porcentajes en Área basal a nivel de especies *botánicas*



Con los datos obtenidos se obtuvo un total de 1041 árboles en las 1.5 ha, teniendo esta relación se interpola los datos a las 134 hectáreas de la finca resultando así con 92,996 árboles teniendo así un total de 2,278 m<sup>2</sup> área basal en las 134 ha. DAP de 5.

**Grafico.5.** Volumetrage con ponderados de especies botánicas



### 9.7. Diversidad

Se determinó el homogeneidad de la matriz de sitio/abundancia con el test de Bartlett determinando que hay diferencias entre los sitios. Para cada índice calculado con el test de bondad de Kolmogorov-Smirnov se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) demostrando que los valores dados por cada índice son estadísticamente significativos con los sitios de muestreos y la abundancia de especies en cada uno de ellos (Tabla 4).

**Tabla No 4.** Comparación de índices de diversidad entre las 6 parcelas de 0.25 ha en la Reserva Silvestre Privada Montibelli

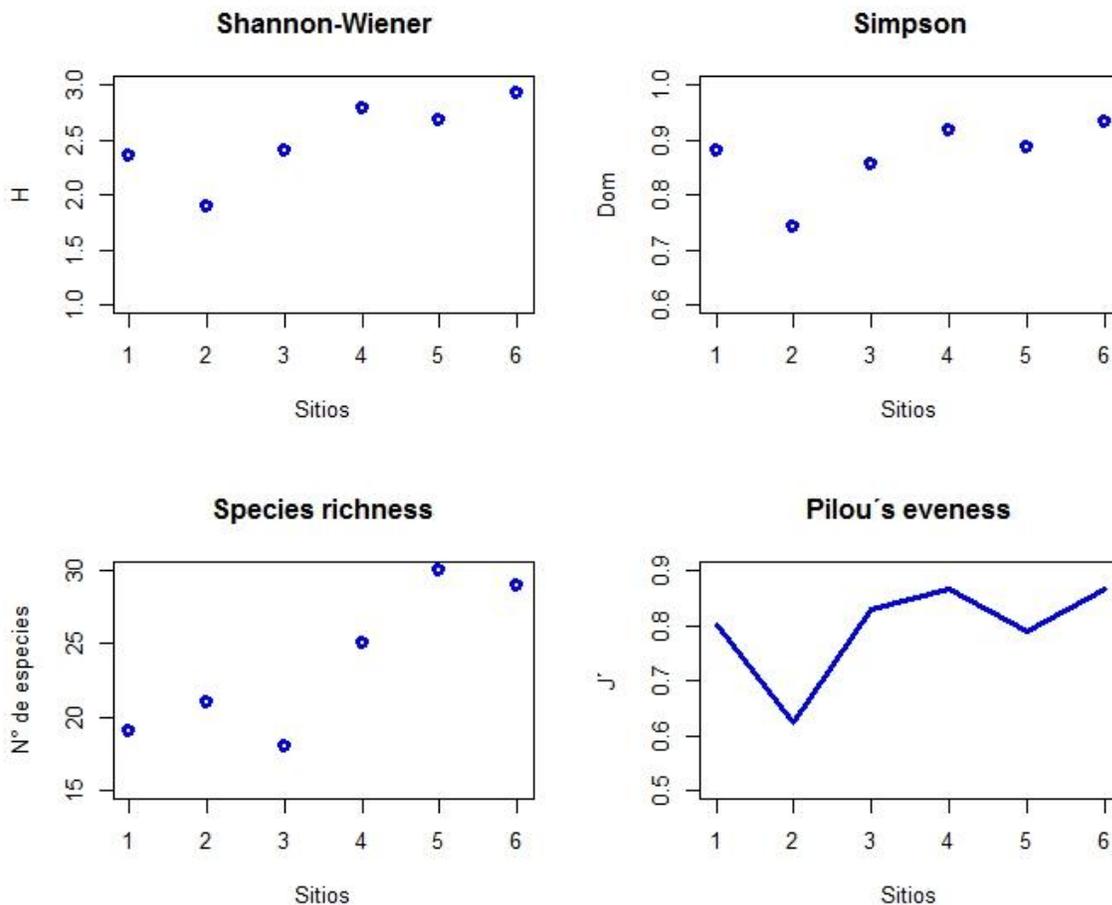
Sitio	Diversidad (H')	Dominancia (D)	Riqueza (S)	Igualdad (J)
<b>Pochote (1)</b>	2.36	0.88	19	0.80
<b>Caño (2)</b>	1.89	0.74	21	0.62
<b>La Dispersas (3)</b>	2.39	0.86	18	0.83
<b>Pozo (4)</b>	2.79	0.92	25	0.87
<b>El Mirador (5)</b>	2.68	0.89	30	0.79
<b>San Paulo (6)</b>	2.92	0.93	29	0.87
<b>K-S (p-value)</b>	0.001288	0.005609	1.67E-05	0.005609

El índice de Shannon-Wiener presentaron diferencias entre los sitios de muestreos (); según Shannon-Wiener con el rango más alto 2.92 son la parcela 6 con 2.92, y el menos diverso fue la parcela 2, la zona de la parcela 6, en esta zona muy poco visitadas por que es bastante accidentada y su difícil acceso. (Figura 1) Con respecto a la equidad las parcelas 6 y 4 son las parcelas con mayor equidad según Moreno, 2001 para establecer la equidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra. Esto indica que las especies del bosque se distribuyen uniformemente.

Con relación con índice de acumulación de especies los sitios con mayor número de especies son el área del mirador (parcela 5) constando así con 30 especies, así también el área de San Paulo (parcela 6) resulto con 29 especies siendo así las parcelas con mayor riqueza de especies.

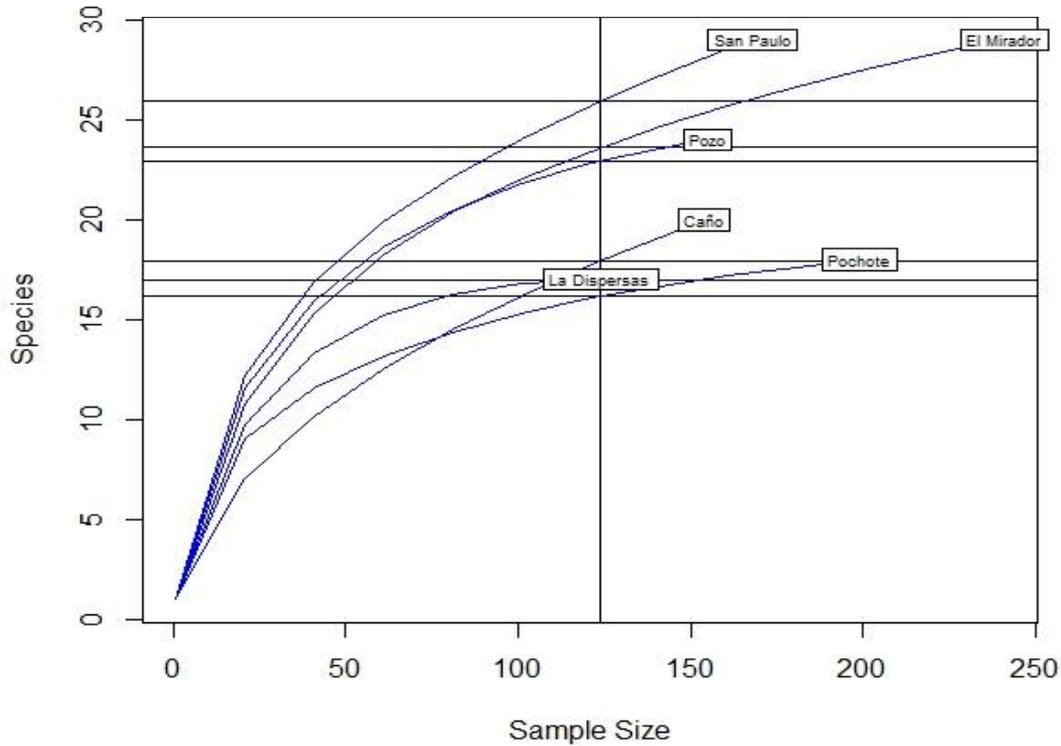
Índice de dominancia resulto que un 0.74 es dominancia en el área del caño (Parcela 2) por la presencia del género *Myriocarpa*, por otro lado, el área del pozo (parcela 4) también posee gran dominancia de especies con 0.92, aunque las especies del área del mirador (Parcela 5) mostraron dominancia, además esto hizo que excediera el parámetro establecido porque entre mayor sea la incidencia de una especie y mayor sea el número de sus individuos se vuelve mayor la especificidad sobre esta especie, a criterio era la especie más adaptada a este tipo de ecosistema. El índice de Equitatividad (Figura 2) mostró que los sitios en área del pozo (Parcela 4) resulto con 0.87, también el área de San paulo (Parcela 6) resulto con 0.87 esto quiere decir que tuvieron una mayor uniformidad estos dos sitios

**Figura 2.** Comparación de los promedios y errores estándares de a) riqueza, b) abundancia, c) diversidad y d) equitatividad de árboles en seis tipos de hábitats en Reserva silvestre privada Montibelli, Nicaragua. Los datos representan la información de parcelas de 0.25 ha de 6



Las curvas de rarefacción, que relacionan la riqueza esperada en función de unidades muestréales o individuos permitieron conocer y comparar la riqueza de las especies para cada sitio en estudio a partir de la observación absoluta (individuos) y parcelas para la RSP Montibelli. Se obtuvo que, al comparar los sitios, El Mirador se encontró la mayor riqueza esperada con 30 especies, seguida por San paulo 29 especies, cuyas curvas no presentaron una asíntota definida, indicando que la riqueza no alcanzó su valor máximo esperado. Este mismo patrón se observó para el resto de sitios, el sitio con menor riqueza esperada fue las dispersas, al igual que los índices de diversidad los tres sitios con mayor riqueza son Pozo, el mirador y San paulo (Figura.3).

**Figura 3.** Curva de acumulación de especies por sitios de muestreo



### 9.8. Caracterización de formaciones vegetales

El análisis de clúster con método Ward mostro la existencia de tres tipos de formaciones vegetales que se identificó uno a 437msnm (bosque 1), el segundo entre 680 y 760 msnm (bosque 2), el tercero entre 420 y 583 msnm (bosque 3) en la RSP Montibelli (Figura. 3.), según el Análisis de similitud (ANOSIM,  $p = 0.02$ ) no presentan diferencias significativas entre las formaciones, en cuanto a su abundancia de especies. Las diferencias se verificaron con el uso de la corrección de SidakSS, demostrándose que los tres tipos de formaciones no difieren entre si. (ver cuadro.1.)

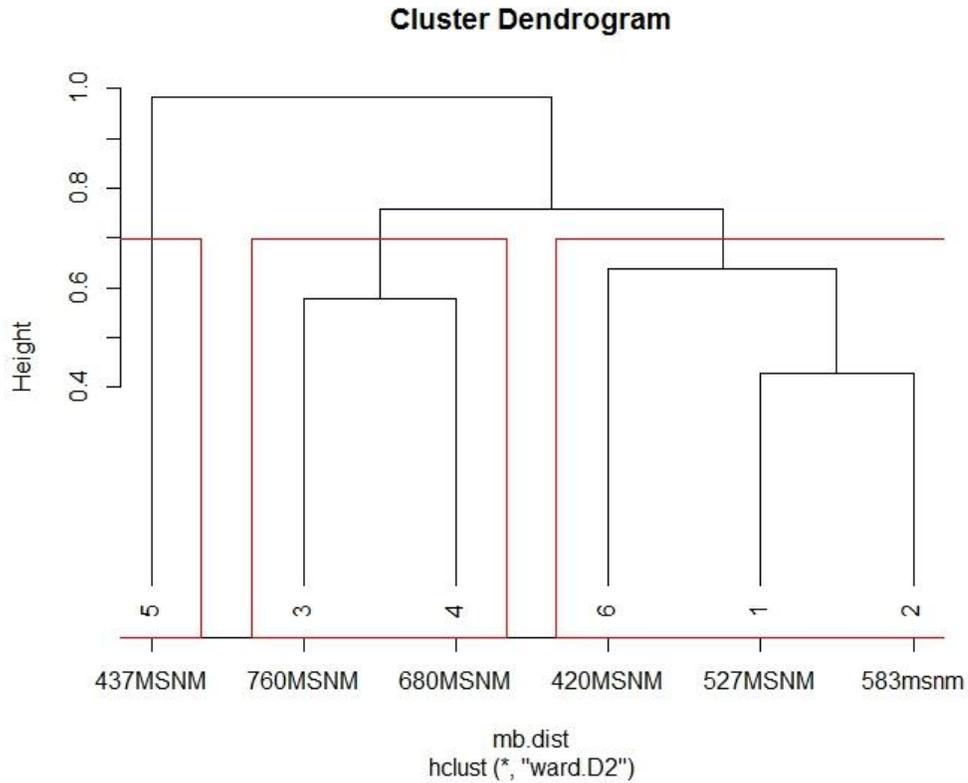
Según Clusters se agrupo en 3 formaciones, la primera agrupación del área parcela 1 y parcela), son semejantes porque tienen presencias de 11 especies de las cuales son representativas, *Cecropia peltata* L, *Myriocarpa longipes* Liebm, *Myriocarpa obovata* Donn. Sm, resultando un 7,7% de similitud, la segunda

agrupación corresponde al área de Las Dispersas (parcela 3), Y El pozo (Parcela 4) y parte de San paulo (Parcela 6), encontrándose 8 especies en la parcela 3 y 4, y 7 de estas se encuentran en la parcela 6, siendo representativas: *Guazuma ulmifolia*, *Sideroxylon capari subsp tempis*(Pitter), *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, resultando un 5,6% de similitud y un 4,2 de similitud con la parcela 6.

La última agrupación corresponde el área de la parcela 5, encontrándose 10 especies que no están presentes en las demás parcelas, tales como *Capparis* sp, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby, *Celtis schippii* Stand, resultando con un porcentaje de asimilitud de 7%.

Las especies heliofitas que se encontraron en todas las áreas de muestreo y además presentaron un alto número de individuos por especie estas son *Cecropia peltata* L, *Myriocarpa longipes* Liebm, *Myriocarpa obovata* Donn. Sm, *Castilla elastica* Sessé, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp, estas son especies pioneras en zonas donde la vegetación arborescente ha sido erradicada como la zona de la Reserva Silvestre Privada Montibelli donde algunas Ha han sido utilizadas para el cultivo de café desde hace más de 20 años, y algunas que han sido abandonadas para su regeneración natural.

**Figura 3:** Conglomerado de las parcelas basadas en la abundancia de las especies de árboles  $\geq 10$  cm de Diámetro en 6 parcelas de muestreo de 0.25 ha, ubicadas en: 1. pochote, 2. El Caño, 3. Las Dispersas, 4. El Pozo, 5. El Mirador, 6. San Paulo.

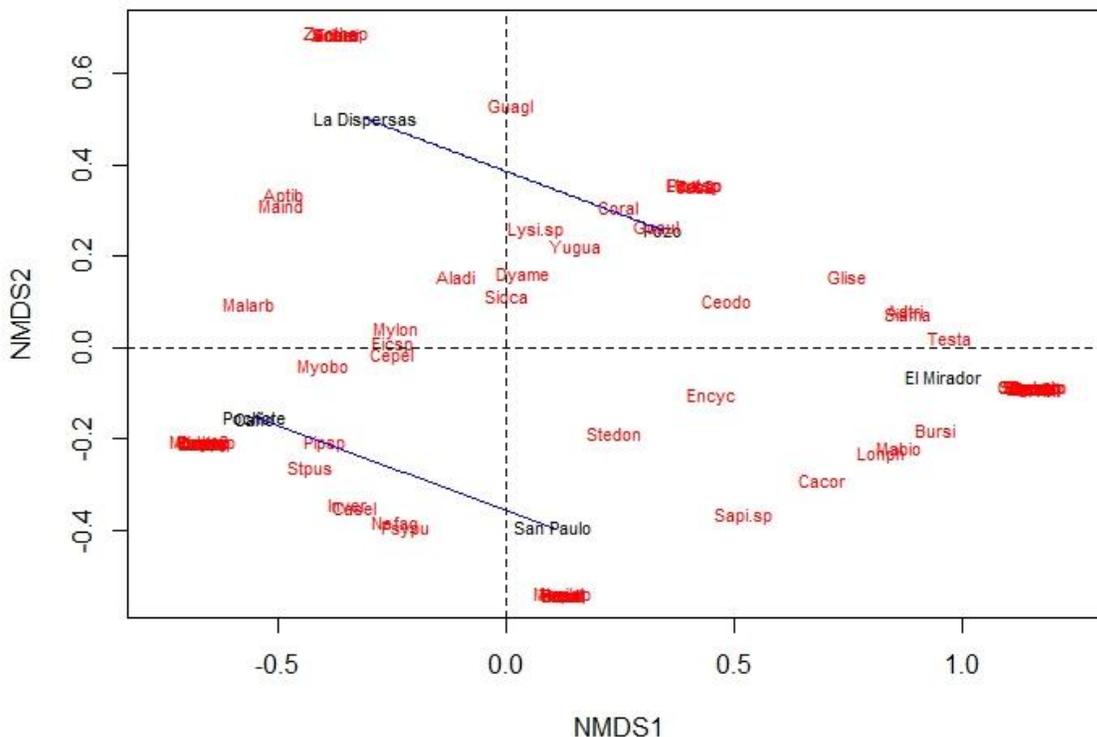


**Tabla. No.5** Comparación entre los tipos de bosques identificados a partir de un ANOSIM.

<b>ANOSIM R = 0.86 p-value = 0.02</b>				
<b>Formación vegetal 1</b>	<b>Formación vegetal 2</b>	<b>R</b>	<b>p-value</b>	<b>SidakSS</b>
<b>Bosque 1</b>	Bosque 2	1.00	0.25	0.58
<b>Bosque 1</b>	Bosque 3	0.58	0.10	0.27
<b>Bosque 2</b>	Bosque 3	1.00	0.33	0.70

El análisis de ordenación (NMDS) a nivel de sitios mostro la tendencia de agrupamiento de 3 tipos de formaciones vegetales identificados en el análisis multivariado. Así mismo muestra una buena separación sobre los ejes 1 y 2, que explican un 89% (MNDS1) y 11% (MNDS2) de varianza explicada respectivamente, además de una buena ordenación de los datos refleja un nivel de stress con valor de 3.18e-05. (Ver Figura.4.)

**Figura 4.** Diagrama de ordenación NMDS muestra la posición de las especies de árboles más abundantes en relación con 6 parcelas de muestreo.



Las especies *Castilla elastica*(Casel), *Cupania cinerea*(Cucin),*Casimiroa dura* (Casdu), *Psychotria pubescens*(Pspu), *Albizia adinocephala* (Aladi), *Justicia aurea*(Jusau),*Mangifera indica*(Maind), *Montanoa.sp*(Montasp), *Aralia excelsa*(Arexc), *Ficus.sp2*(Ficsp2),*Polyscias.sp*(Polysp), *Sideroxylon capiri*(Sidca) están mayormente asociadas a las parcelas ubicadas en el bosque 1. Las especies *Sapranthus.sp*(Saprasp),*Sapindus saponaria*(Sasapo), *Lonchocarpus phaseolifolius*(Lonph), *Senna atomaria*(Seato), *Annona muricata*(Anmur), *Euphorbia.sp* (Euphsp), *Muntingia calabura*(Mucal), *Capparis.sp*(Cappasp), *Casearia corymbosa*(Cacor), *Machaerium biovulatum*(Mabio), *Ocotea salicifolia*(Ocsal),*Stemmadenia donnell.smithii*(Stedon). *Sapium.sp*(Sapi.sp), *Cornutia pyramidata*(Corpy), *Cedrela odorata*(Ceodo),*Celtis schippii*(Ceschi), *Diospyros salicifolia*(Dysal), *Tecoma stans*(Testa) ,*Enterolobium cyclocarpum*.(Encyc). están mayormente asociadas a las parcelas ubicadas en el bosque 2. Las especies *Guarea excelsa* (Guagl), *Adelia triloba*(Adtri), *Zanthoxylum.sp*(Zanthsp) *Acnistus arborescens*(Acnar), *Gliricidia sepium*(Glise), *Bursera simaruba*.(Bursi) están mayormente relacionadas a las parcelas encontradas en el bosque 3.

El análisis de especies indicadoras ( $\alpha = 0.05$ ) de cada tipo de formación vegetal identificado con el método clúster para RSP Montibelli, registrándose 39 especies indicadoras con VI > 0.70 (Tabla 6). El bosque 1 tiene 12 especies indicadoras, el bosque 2 tiene 18 especies y el bosque 3 tiene 6 especies, el probabilístico de prueba comprueba que para cada una de las especies indicadoras por formación no presentan diferencias significativas lo cual comprueba que no hay diferencias en el tipo de vegetación en gradiente altitudinal entre 420 y 760 msnm.

**Tabla.No.6** .Especies indicadoras por tipo de formación vegetal

<b>Indicador de especie</b>			
<b>Especie</b>	<b>Tipo de bosque</b>	<b>VI'</b>	<b>p-value</b>
<i>Castilla elastica</i>	bosque 1	1	0.08
<i>Cupania cinerea</i>	bosque 1	0.907	0.45
<i>Casimiroa dura</i>	bosque 1	0.856	0.41
<i>Psychotria pubescens</i>	bosque 1	0.707	0.56
<i>Albizia adinocephala</i>	bosque 1	0.707	0.56
<i>Justicia aurea</i>	bosque 1	0.707	0.56
<i>Mangifera indica</i>	bosque 1	0.707	0.56
<i>Montanoa.sp</i>	bosque 1	0.707	0.51
<i>Aralia excelsa</i>	bosque 1	0.707	0.51
<i>Ficus.sp2</i>	bosque 1	0.707	0.51
<i>Polyscias.sp</i>	bosque 1	0.707	0.51
<i>Sideroxylon capiri</i>	bosque 1	0.707	0.51
<i>Sapranthus.sp</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Sapindus saponaria</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Senna atomaria</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Annona muricata</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Euphorbia.sp</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Muntingia calabura</i>	bosque 2	1	0.16
<i>Capparis.sp</i>	bosque 2	1	0.16

<b><i>Casearia corymbosa</i></b>	bosque 2	1	0.16
<b><i>Machaerium biovulatum</i></b>	bosque 2	1	0.16
<b><i>Ocotea salicifolia</i></b>	bosque 2	1	0.16
<b><i>des.3</i></b>	bosque 2	0.991	0.17
<b><i>Stemmadenia donnell.smithii</i></b>	bosque 2	0.99	0.14
<b><i>Sapium.sp</i></b>	bosque 2	0.98	0.17
<b><i>Cornutia pyramidata</i></b>	bosque 2	0.972	0.17
<b><i>Cedrela odorata</i></b>	bosque 2	0.968	0.14
<b><i>Celtis schippii</i></b>	bosque 2	0.965	0.14
<b><i>Diospyros salicifolia</i></b>	bosque 2	0.926	0.17
<b><i>Tecoma stans</i></b>	bosque 2	0.877	0.14
<b><i>Enterolobium cyclocarpum.</i></b>	bosque 2	0.775	0.62
<b><i>Guarea excelsa</i></b>	bosque 3	1	0.12
<b><i>Adelia triloba</i></b>	bosque 3	0.816	0.62
<b><i>des.2</i></b>	bosque 3	0.816	0.49
<b><i>Zanthoxylum.sp</i></b>	bosque 3	1	0.08
<b><i>Acnistus arborescens</i></b>	bosque 3	1	0.08
<b><i>Gliricidia sepium</i></b>	bosque 3	0.866	0.36
<b><i>Bursera simaruba..</i></b>	bosque 3	0.866	0.48

## 10. CONCLUSIONES

- ✓ Las clases diamétricas se evaluó el rangos entre 5,0-50cm resultando el mayor número de especies con Diámetros de 5,0-9,9 con 468 individuos, la altura de los arboles variaron de 5,0 -34,99 resultando la suma mayoritaria en especies con alturas de 5,0-9,99m con un total de 644 individuos; El área basal resulto ser de mayor porcentaje en la familia Fabaceae con 19,6%, en especie de *Castilla elástica* con 7.4%, con respecto a volumetrajés del 68.4% del total muestreado de 300.4 m con respecto al ponderado en especie *Castilla elástica* 9.9%.
  
- ✓ Se evaluó la diversidad total de la reserva obteniendo 1041 individuos pertenecientes a 70 especies, aglomeradas en 50 familias. Las especies con mayor cantidad de individuos son: *Myriocarpa longipes* Liebm 197 presentes en todas las parcelas, los índices de diversidad demostraron un 2,92 para el índice de Shannon-Winner en la parcela 6 siendo el más diverso, también es el sitio con mayor dominancia de especies con parcela 2 sitio del El Caño y el sitio con mayor equitatividad con 0,87, el sitio con mayor acumulación de especies fue el sitio 5 con 30 especies, la evaluación de riqueza por rarefacción se encontraron que los sitios el Mirador (parcela 5) y San Pablo (parcela 6).
  
- ✓ Se determinaron tres tipos de formaciones vegetales. La composición y diversidad vegetal del bosque seco secundario no presenta diferencias significativas en gradiente altitudinal.

## 11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al personal de La reserva reevaluar las medidas de manejo que se tienen actualmente para la reserva, y definir sectores que sean de protección y regeneración, limitar las áreas de cultivos (tanto permanentes como transitorios). Estas acciones permitirán recuperar a mediano y largo plazo la vegetación natural de la zona y mantener la cobertura vegetal nativa.
- A los investigadores, retomar este estudio para diseñar procesos de evaluación y monitoreo de especies en el territorio, aunque esto también pueden ser consideraciones generales para cualquier propuesta de monitoreo de especies vegetales o animal.
- A los estudiantes de Biología y ciencias afines profundizar el conocimiento sobre la flora arbórea de Nicaragua. Es clara la necesidad de continuar haciendo muestreos a gran escala y de uniformizar metodologías para analizar en forma adecuada los patrones de diversidad y composición vegetal.
- A los futuros tesisistas se recomienda la metodología de parcelas permanentes tanto el monitorio de la dinámica poblacional de la vegetación, para realizar evaluaciones de crecimiento.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ares, J. (1971). Algunos criterios para el análisis de la comunidad vegetal. *Ci. & Invest.* 4: 126-132
- Berti, G. (1999) *Transformación reciente de la industria y la política forestal costarricense y sus implicaciones para el desarrollo de los bosques secundarios*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Bonilla, M. (2015). Estructura y diversidad florística de los matorrales y Frailejonales del páramo de los valles de Anaime Universidad de Tolima, 62.
- Brandon, K. (1995). People, parks, forest or field: a realistic view of tropical forest conservation. *Land Use Policy*, 144.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. (1984). *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.
- Browns. And A. Lugo. (1990). Bosque secundarios tropicales. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32.
- Calderón, AD. Sf. *Mensura forestal: Dasometría* (en línea). Mendoza, AR. Universidad de Cuyo. Consultado 18 feb. 2015. Disponible en: [http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/19953/mod\\_resource/content/1/Mensura%20Forestal%205.pdf](http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/19953/mod_resource/content/1/Mensura%20Forestal%205.pdf)
- Cano, A. (2009). Diversidad y composición florística en tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. *Revista Colombia Forestal* Vol. 12: 63-80, 18.
- Castillo, R (2002). *Montibelli reserva silvestre privada*. Obtenido de Montibelli reserva silvestre privada: <http://www.montibelli.com/invest.html#2>
- CATIE. (2016). *Bosques secundarios y degradados de Centroamérica*. Costa Rica.

- Chain-Guadarrama, A; Finegan, B; Vílchez, S; Casanoves, F. 2012. Determinants of rain-forest floristic variation on an altitudinal gradient in the southern Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 28(5):463-481. Consultado 26 oct. 2015. Disponible en: [http://biblioteca.catie.ac.cr/comunicacion/Publicaciones/Ecologia/Determinants\\_of\\_rain-forest\\_floristic.pdf](http://biblioteca.catie.ac.cr/comunicacion/Publicaciones/Ecologia/Determinants_of_rain-forest_floristic.pdf).
- Colwell, Robert K. (2009). "Biodiversidad: conceptos, patrones y medición". En Simón A. Levin . *La guía de la ecología de Princeton*. Princeton: Princeton University Press . pp. 257-263.
- Díaz. (2017). *Estimación del carbono aéreo almacenado y su relación con factores ambientales en tres paisajes boscosos centroamericanos, tesis de maestría*. Turrialba. Costa rica. CATIE.143 p.
- Emrich, A. (2000). Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo. ECO –Society for socio-ecological programme consultancy, 210.
- Ferreira, C. M. (s.f.). Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. *Forestal Centromericana*, 50.
- Gentry. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En *Tropical deciduous Forest Ecosystem*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 116-194.
- Gerhardt. (1992). Natural dynamics and regeneration methods in tropical dry forests -an introduction. *Journal of Vegetal sciences*, 364.
- Gómez, M. I. (2004). Potencial para el ecoturismo de la reserva silvestre privada Montibelli, Ticuantepe, Managua: Cámara Nicaragüense de la pequeña y mediana industria turística INTUR.
- Gotelli, N. J. & R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. In: *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*. Magurran, A. E. & B. J. McGill (Eds.). Oxford University Press: EUA.

- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. and Black, W.C. (1995) *Multivariate Data Analysis with Readings*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Hair. (1987). Medidas de la diversidad Ecológica. *The Wildlife society*, 289.
- Hastie, T. & Tibshirani R., (1990). *Generalized additive model with R*. Editorial Chapman and Hall, Laboratories A T & T.
- Hutchinson .I.D (1990). Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest in: *Commonwealth Forestry Review*. Vol. 69. No 3. 1990. P 113-132,
- INAFOR. (2008). *Análisis de la situación forestal de Nicaragua*. Managua: Programa Forestal.
- Janzen, D. H. (1988). Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En: *Biodiversity* (E. O. Wilson, Ed.). National Academy Press, Washington, D. C
- Jhosmar, U. O. (2009). Determinación de índices de Diversidad florística arbórea e la parcelas de muestreo del valle de Sacta. 49.
- LAMPRECHT, H. (1962) Ensayo sobre uno métodos para el análisis estructural de los Bosques Tropicales. En: *Acta científica Venezolana*. Vol. 13, No.2 (1962); 1962, p, 57- 65.
- López, L. G. (2012). Evaluación de la diversidad florística en bosques de la zona amortiguadora del parque nacional los Nevados. *Museo de Historia Natural*, 19.
- López, R. D. (2002). Composición florística y estructural de las especies arbóreas en el bosque seco secundario de la Finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua. Managua: UNA (Universidad Nacional Agraria).
- López1, J. L. (2014). Ticuantepe un destino turístico innovador de Managua. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 16.

- Louma, B. ; Quiroz, D.; Nilson M. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedo con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265p.
- Magurran, A. (2004). Measuring Biological diversity. Blackwell science, 256.
- Magurran, A. (1988). Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press, 179.
- Magurran, A. (2004). Measuring Biological diversity. *Blackwell Science*, 256.
- Marcela Alvear, J. B. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación de parque nacional natural colombiano, cordillera central los Nevados. *Botánica Florística*, 26.
- MARENA, INAFOR. (2002). Guía de especies forestales de Nicaragua. Editora de arte S.A. Managua .316p.
- McCulloch, C; Searle, S. (2001). Generalized, Linear, and Mixed Model (en línea). Disponible:  
<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/jramoni/MODELOS%20LINEALES%2002/Clases/Tema11/TEMA1.1a.pdf>. Consultado el 25 de noviembre del 2017
- McCulloch, C; Searle, S. (2001). Generalized, Linear, and Mixed Model (en línea). Disponible  
<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/jramoni/MODELOS%20LINEALES%2002/Clases/Tema11/TEMA1.1a.pdf>. Consultado el 25 de noviembre del 2017.
- McCune, B; Grace, JB. (2002) Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon, US, Software Design. 300 p.
- Medrano, B. C. (2008). Biología Tropical Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas. Universidad Nacional Agraria , 101p.

- Mendoza, A. E. (2015). La suficiencia taxonómica como herramienta para el monitoreo de artrópodos epigeos: una primera aproximación en el desierto costero peruano. *Ecología Aplicada*, 12.
- Merlos, D. S. (2005). Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua., 28.
- Mittermeier. (2005). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Washington: Conservación internacional.
- Monge, R. Q. (2002). Recuperación de áreas degradadas por medio de un proceso natural: Bosque secundario. Costa rica: Tecnología en Marcha. Vol. 15 N° 4. .
- Morales, J. (2013). Composición florística de pastizales en Muy Muy y Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* N° 50, 29.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad. Manuales y tesis S.A, 86.
- Moreno. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología.
- Mostacedo, B. y. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia.: Todo S.
- Murphy, P.G. y A. E. Lugo. (1986) Ecology of Tropical Dry Forest. *A.R.E.S.* 17: 67-68
- Najlis, B. (2002). El manejo del bosque seco en la Reserva Natural "Choco- San Cristobal- Casitas". Instituto de investigación y desarrollo Nitlapan- UCA, 144.
- Nicaragua, M. d. (2011). Estudio de Ecosistemas y Biodiversidad de Nicaragua y su representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 141.
- Noguera, A. J. (s.f.). Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del departamento de Carazo, Nicaragua. *La Calera*, 40.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Michin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, M.; Stevens, R. H.; Wagner, E. (2013). Community Ecology Package (Package "vegan")

- Peguero, B. (2010). Composición y Estructura de la Vegetación en la Franja de la Línea de Transmisión Sub-estación Pizarrete- Los Montones. República Dominicana: Registro SEMARENA 02-164.
- Pérez Castellón, Emilio; Bonilla Zúñiga, Glenda y Blandón Villagra, Joel Noé (2011). Estado de la vegetación arbórea y estructura florística de la franja ribereña en la microcuenca Las Chichiguas, La Concordia-Jinotega, Nicaragua, 2011. *La Calera*, 8.
- Pielou, E. C. (1969). An introduction to mathematical ecology. Wiley Interscience. New York. 286 p.
- Primack. (2001). Destrucción y degradación de hábitat. En Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas Latinoamericanas.
- R. Mittermeier, P. R. (2005). Hotspts revisited: Earth biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Washington: Conservacion internacional
- Ramírez, D. A., Bohórquez, J. F., & Barajas, F. H. (2016). Comparación de pruebas de homocedasticidad vía simulación. XXVI Simposio Internacional de Estadística 2016, 4.
- Rivas, D (2006). Evaluación de los recursos naturales Unidad II. Sistemas de producción forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Preparatoria Agrícola. Área de Agronomía. México.
- Salas Estrada. (1993). Árboles de Nicaragua. Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente, IRENA, 1993. 390 p. il. 117 ils; 9 maps.
- Siles, P. (2017). Composición florística, estructura y biomasa de los bosques de pino-encino. *Biología Tropical*, 14.
- Simpson, G.G. (1960) Notes on the measurement of faunal resemblance. Amer. J. Sci. 258A, 300–311.

- Smith, J., Sabogal, C., & Kaimowitz, W. d. (1997). Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. Indonesia: Center for international forestry research.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. (1969) Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 pp.
- Solbrit. (1991). From genes to ecosystems: A research agenda for biodiversity. IUBSSCOPE-UNESCO, Cambridge, 124.
- Spellerberg. (1991). Monitoring ecological change. Cambridge University Press, UK, 334.
- UNEP. (1992). Convencion on biological diversity. Nairobi: Environmental Law and institutions Program Activity Centre.
- Uribe, G. (1980) Comportamiento de las distribuciones diamétricas de frecuencia de bosques disetáneos. Medellín, Seminario (ingeniería forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuario. 1980. 90 P.
- Valdivia, A. M. (2006). Análisis de tres estados sucesionales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola, Nicaragua. 56.
- Valdivia, V. (2003). Dos sistemas silvopastoriles con refugio de vida silvestre en el municipio de Estelí. UNAN- Managua, 236.
- Veintimilla, D. 2013. *Identificación y caracterización de tipos de bosque tropical sobre un gradiente altitudinal en Costa Rica: el caso "Caribe-Villa Mills"* (en línea). Tesis Mag. MSc. Turrialba, CR. CATIE. 144 p. Consultado 10 mayo 2015. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0136E/A0136E.PDF>.
- Yaguana, C. (2012). Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipe, Ecuador: El "bosque gigante" de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. Amazonica.

## **13. ANEXOS**

### **Anexo1. Glosario**

MARENA: Ministerio de ambiente y recursos Naturales

DAP: Diámetro altura al pecho.

Ho: Altura

CITIES: Sigla en inglés, The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, en español Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

UICN: Unión internacional para la conservación de la naturaleza.

Ha: Hectáreas.

PTM: Parcela temporal de muestreo.

UNEP: Programs de naciones unidas para el medio ambiente.

INAFOR: Instituto nacional forestal.

NDMS: Escalamiento multidimensional no métrico.

ANOSIM: Sus siglas en ingles Analysis of Similarity, analisis de similaridad

UCA: Universidad centroamericana.

RSP: Reserva Silvestre privada.

MSNM: Metros sobre el nivel del mar.

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.



21	Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp	
22	Asteraceae	<i>Montanoa</i> Cerv.	
23	Araliaceae	<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J. Wen	Lagarto
24	Moraceae	<i>Ficus</i> sp2	Chilamate
25	Araliaceae	<i>Polyscias</i> sp	Serelio
26	Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i> (Pittier) T.D. Penn.	Tempisque
27	Nyctaginaceae	<i>Neea fagifolia</i> Heimerl	
28	Schoepfiaceae	<i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel.	
29	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Tapaculo
30	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp	
31	Fabaceae	<i>Lonchocarpus minimifloru</i>	
32	Meliaceae	<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn	
33	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel
34	Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	
35	Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	
36	Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp	Zonzapote
37	Fabaceae	<i>Lysiloma</i> sp	Gavilán
38	Meliaceae	<i>Guarea glabra</i> Vahl	palo brujo
39	Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i> (Müll. Arg.) Hemsl.	
40	Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	
41	Annonaceae	<i>Sapranthus</i> sp	
42	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	
43	Fabaceae	<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i> Benth.	Siete cueros
44	Verbenaceae	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	
45	Fabaceae	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	
46	Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Guanabana
47	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp	
48	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulín
49	Capparaceae	<i>Capparis</i> sp	
50	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	
51	Ebanaceae	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	Chocoyito
52	Fabaceae	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Espino
53	Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp	
54	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grise	<u>Guanacaste negro</u>
55	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Maderoo negro
56	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Sardinillo
57	Apocynaceae	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson, Ann.	Cahito

58		Desconocida 2	
59	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp	indio desnudo
60	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Jiñocuabo
61	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro real
62	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Acetuno
63		Desconocida 3	
64	Lauraceae	<i>Ocotea salicifolia</i> Kunth.	Laurel de mnte
65	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Guayabon
66	Salicaceae	<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	
67	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ojoche
68	Sapotaceae	<i>Manilkara</i> sp.	Nispero
69	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> L.	
70	Lamiaceae	desconocida 4	

**Anexo 4. Tabla: especies por parcelas y número de individuos.**

Especies	°1	°2	°3	°4	°5	°6	Subtotal.
<i>Cecropia peltata</i> L.	13	8	6	7	1	11	46
<i>Stemmadenia pubescens</i> Benth.	38	11	0	0	1	12	62
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	31	67	40	28	13	18	197
<i>Piper</i> sp	25	3	0	2	0	7	37
<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	3	0	0	0	0	0	3
<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	1	1	0	0	0	15	17
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	5	6	6	0	0	0	17
<i>Casimiroa dura</i> A. Pool & Coronado	13	0	0	0	0	0	13
<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	5	3	16	3	10	1	38
<i>Ficus</i> sp	3	0	0	2	0	0	5
<i>Myriocarpa obovata</i> Donn. Sm.	33	39	14	6	0	19	111
<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.	2	0	0	0	0	0	2
<i>Justicia aurea</i> Schltld.	17	3	0	0	0	0	20
<i>Castilla elastica</i> Sessé	4	2	0	0	0	14	20
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	3	0	7	0	0	0	10
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	1	0	0	6	0	0	7
<i>Inga vera</i> Willd. subsp. <i>Vera</i>	1	1	0	0	0	4	6
Desconocida 1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Mangifera indica</i> L.	0	1	2	0	0	0	3
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	0	1	0	17	0	0	18
<i>Cestrum</i> sp	0	1	0	0	0	0	1
<i>Montanoa</i> Cerv.	0	1	0	0	0	0	1
<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J. Wen	0	1	0	0	0	0	1

<i>Ficus</i> sp2	0	1	0	0	0	0	1
<i>Polyscias</i> sp	0	1	0	0	0	0	1
<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i> (Pittier) T.D. Penn.	0	2	2	2	2	1	9
<i>Neea fagifolia</i> Heimerl	0	1	0	0	0	3	4
<i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel.	0	0	2	0	0	0	2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0	0	4	14	7	1	26
<i>Zanthoxylum</i> sp	0	0	3	0	0	0	3
<i>Lonchocarpus minimifloru</i>	0	0	7	0	0	0	7
<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn	0	0	3	0	0	0	3
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0	0	4	19	2	1	26
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schtdl.	0	0	2	0	0	0	2
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Licania</i> sp	0	0	0	1	0	0	1
<i>Lysiloma</i> sp	0	0	4	9	0	4	17
<i>Guarea glabra</i> Vahl	0	0	2	3	0	0	5
<i>Adelia triloba</i> (Müll. Arg.) Hemsl.	0	0	0	2	9	0	11
<i>Celtis schippii</i> Standl.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Sapranthus</i> sp	0	0	0	0	3	0	3
<i>Sapindus saponaria</i> L.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i> Benth.	0	0	0	0	17	3	20
<i>Cornutia pyramidata</i> L.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	0	0	0	0	2	0	2
<i>Annona muricata</i> L.	0	0	0	0	8	0	8
<i>Euphorbia</i> sp	0	0	0	0	3	0	3
<i>Muntingia calabura</i> L.	0	0	0	0	4	0	4
<i>Capparis</i> sp	0	0	0	0	7	0	7
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	0	0	0	0	2	1	3
<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	0	0	0	0	36	0	36
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	0	0	0	0	8	1	9
<i>Sapium</i> sp	0	0	0	0	1	2	3
<a href="#"><i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grise</a>	0	0	0	2	1	3	6
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	0	0	0	9	10	0	19
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	0	0	0	4	64	0	68
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson, Ann.	0	0	0	6	0	18	24
Desconocida 2	0	0	0	2	0	0	2
<i>Pouteria</i> sp	0	0	0	1	0	0	1
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0	0	0	1	5	0	6
<i>Cedrela odorata</i> L.	0	0	0	8	1	1	10

<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	0	0	0	0	19	1	20
Desconocida 3	0	0	0	0	2	0	2
<i>Ocotea salicifolia</i> Kunth.	0	0	0	0	0	5	5
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	0	0	0	0	0	11	11
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	0	0	0	0	0	2	2
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0	0	0	0	0	6	6
<i>Manilkara</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
<i>Hamelia patens</i> L.	0	0	0	0	0	1	1
desconocida 4	0	0	0	0	0	1	1
				0	0	168	
	199	154	124	155	241	168	

#### Anexo. 5. Área basal y volumetraj es por familias botánicas

Familia	Area basal	V	%G	%V
<b>Fabaceae</b>	4.361560491	55.32388	17.11149	18.41611
<b>Urticaceae</b>	5.036312423	43.71694	19.75871	14.55241
<b>Moraceae</b>	2.121743916	32.43444	8.324131	10.79672
<b>Desconocido</b>	1.046092219	23.69018	4.104081	7.885944
<b>Euphorbiaceae</b>	0.958120692	18.44037	3.758947	6.138396
<b>Schoepfiaceae</b>	0.79435356	16.14259	3.116447	5.373514
<b>Bignoniaceae</b>	1.60009446	15.8812	6.27757	5.286505
<b>Meliaceae</b>	1.069611913	14.07408	4.196354	4.684955
<b>Boraginaceae</b>	0.897548841	11.11659	3.521308	3.700469
<b>Malvaceae</b>	0.837749442	8.521767	3.2867	2.83671
<b>Apocynaceae</b>	0.965920097	7.173387	3.789546	2.387864
<b>Apocynaceae</b>	0.695539342	6.98843	2.728774	2.326296
<b>Nyctaginaceae</b>	0.401665192	5.637133	1.575833	1.876479
<b>Fabaceae</b>	0.633834474	5.405747	2.486691	1.799455
<b>Rutaceae</b>	0.491720876	4.940045	1.929144	1.644433
<b>Burseraceae</b>	0.451706355	4.253784	1.772157	1.415992
<b>Capparaceae</b>	0.303100518	3.947518	1.189139	1.314042
<b>Rubiaceae</b>	0.321621216	2.778092	1.2618	0.924766
<b>Malvaceae</b>	0.151641105	2.579047	0.594926	0.858508
<b>Sapotaceae</b>	0.20460691	2.56531	0.802724	0.853936
<b>Ebanaceae</b>	0.38555737	2.552931	1.512638	0.849815
<b>Combretaceae</b>	0.146324682	1.567784	0.574068	0.521881
<b>Piperaceae</b>	0.198990515	1.463422	0.780689	0.487141
<b>Sapotaceae</b>	0.166577999	1.266303	0.653527	0.421525
<b>Meliaceae</b>	0.107908462	0.839251	0.423352	0.279368
<b>Piperaceae</b>	0.120964831	0.771016	0.474575	0.256655

<b>Salicaceae</b>	0.096420862	0.711052	0.378283	0.236694
<b>Asparagaceae</b>	0.145977586	0.617151	0.572706	0.205436
<b>Chrysobalanaceae</b>	0.06157536	0.603439	0.241575	0.200872
<b>Simaroubaceae</b>	0.071943324	0.451191	0.282252	0.150192
<b>Anacardiaceae</b>	0.059395875	0.415771	0.233025	0.138401
<b>Annonaceae</b>	0.060097192	0.392433	0.235776	0.130632
<b>Acanthaceae</b>	0.062723615	0.39158	0.24608	0.130348
<b>Lauraceae</b>	0.053164232	0.36316	0.208577	0.120888
<b>Desconocida</b>	0.039760875	0.307108	0.155992	0.102229
<b>Rubiaceae</b>	0.041554729	0.292415	0.16303	0.097339
<b>Euphorbiaceae</b>	0.036607665	0.230918	0.143621	0.076868
<b>Anonaceae</b>	0.037150939	0.230086	0.145752	0.076591
<b>Moraceae</b>	0.048264401	0.19955	0.189353	0.066426
<b>Acanthaceae</b>	0.026065855	0.163718	0.102263	0.054498
<b>Sapindaceae</b>	0.02511238	0.153189	0.098522	0.050993
<b>Araliaceae</b>	0.022231532	0.149159	0.08722	0.049652
<b>Sapindaceae</b>	0.014741173	0.144463	0.057833	0.048089
<b>Burseraceae</b>	0.03970875	0.139163	0.155992	0.046324
<b>Boraginaceae</b>	0.018385429	0.090089	0.072131	0.029989
<b>Apocynaceae</b>	0.016984275	0.079251	0.066634	0.026381
<b>Solanaceae</b>	0.012939654	0.07165	0.050765	0.023851
<b>Muntingiaceae</b>	0.012793381	0.068405	0.050192	0.02277
<b>Primulaceae</b>	0.008611126	0.045473	0.033784	0.015137
<b>Lamiaceae</b>	0.003117253	0.015149	0.01223	0.005043
<b>Asteraceae</b>	0.00282744	0.013447	0.011093	0.004476
	25.48907492	300.4102		100
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.			1.27
<b>Fabaceae</b>	<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i> Benth.			2.47
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.			2.48
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth			2.52
<b>Ebanaceae</b>	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd			2.60
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record			2.66
<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.			2.71
<b>Verbenaceae</b>	<i>Cornutia pyramidata</i> L.			2.80
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Adelia triloba</i> (Müll. Arg.) Hemsl.			2.95
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth			3.03
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia</i> sp			3.26
<b>Ebanaceae</b>	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd			3.28
<b>Fabaceae</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.			3.34
<b>Ebanaceae</b>	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd			3.34

<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	3.34
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Adelia triloba</i> (Müll. Arg.) Hemsl.	3.34
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	3.39
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	3.42
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	3.50
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	3.50
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3.60
<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	3.66
<b>Ebanaceae</b>	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	3.71
<b>Malvaceae</b>	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	3.80
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	3.85
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	3.98
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	3.98
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3.98
<b>Fabaceae</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	4.01
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	4.17
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	4.30
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	4.33
<b>Fabaceae</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	4.33
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	4.54
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Adelia triloba</i> (Müll. Arg.) Hemsl.	4.62
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	4.62
<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	4.62
<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	4.62
<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	4.65
<b>Cannabaceae</b>	<i>Celtis schippii</i> Standl.	4.71
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	4.87
<b>Fabaceae</b>	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	4.94
<b>Rubiaceae</b>	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	5.00

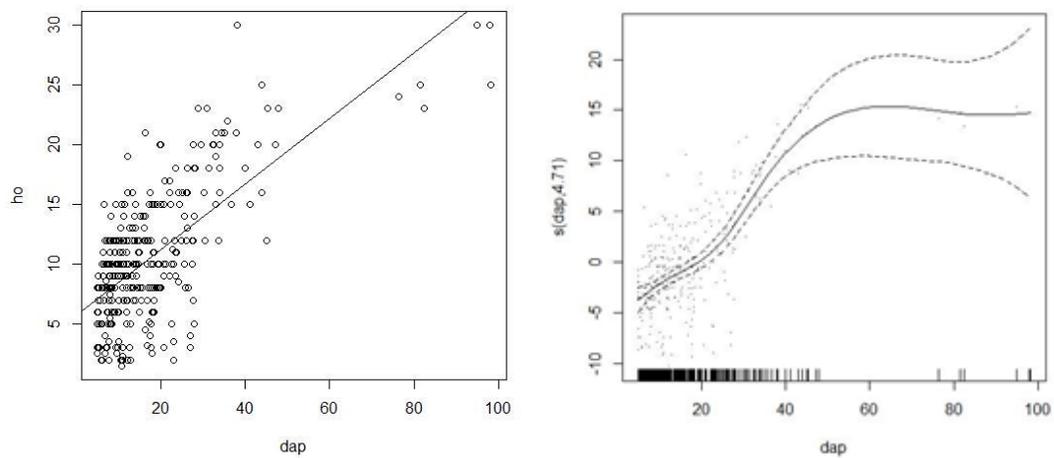
Anexo.6. Salida de los valores del modelo DAP-Ho del programa estadístico R

Family: gaussian				
Link function: identity				
Formula:				
ho ~ s(dap) + especie				
Parametric coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	10.95425	0.88249	12.413	< 2e-16 ***
<i>especieAnnona muricata L.</i>	-0.73058	3.92235	-0.186	0.85238
<i>especieApeiba tibourbou Aubl.</i>	5.47514	2.86809	1.909	0.05736 .
<i>especieApeiba tibourbou Aubl.</i>	-3.16631	2.12554	-1.49	0.13753
<i>especieArdisia revoluta Kunth.</i>	-1.21907	3.94735	-0.309	0.7577
<i>especieArdisia revoluta Kunth.</i>	-0.56107	3.90859	-0.144	0.88597
<i>especieBursera simaruba.</i>	-6.9883	3.90254	-1.791	0.07450 .
<i>especieBursera simaruba (L.) Sarg.</i>	0.339	2.08747	0.162	0.87112
<i>especieCapparis sp.</i>	-4.76903	2.84671	-1.675	0.09508 .
<i>especieCasearia corymbosa Kunth.</i>	-3.01897	3.90073	-0.774	0.43966
<i>especieCasimiroa dura A. Pool &amp; Coronado.</i>	1.80729	1.41422	1.278	0.20241
<i>especieCastilla elastica Sessé.</i>	1.40665	1.69558	0.83	0.40753
<i>especieCecropia peltata L.</i>	0.26827	1.15285	0.233	0.81618
<i>especieCecropia peltata L.</i>	2.43175	3.99306	0.609	0.54306
<i>especieCedrela odorata L.</i>	-1.41772	1.99025	-0.712	0.4769
<i>especieCordia alliodora (Ruiz &amp; Pav.) Oken.</i>	-1.0829	1.56576	-0.692	0.4898
<i>especieCupania cinerea Poepp.</i>	4.3079	3.90697	1.103	0.27121
<i>especieCupania cinerea Poepp.</i>	0.94125	2.83495	0.332	0.74015
<i>especieDesconocida 2.</i>	-5.59055	3.90849	-1.43	0.15381
<i>especiedesconocida 3.</i>	2.02168	3.91529	0.516	0.60605
<i>especieDiospyros salicifolia Humb. &amp; Bonpl. ex Willd.</i>	-0.85457	1.50162	-0.569	0.56978
<i>especieDiphysa americana (Mill.) M. Sousa.</i>	-1.34611	2.35723	-0.571	0.56846
<i>especieEnterolobium cyclocarpum (Jac q.) Grise.</i>	-0.63916	4.13689	-0.155	0.87733
<i>especieFicus sp.</i>	4.15777	3.91878	1.061	0.28968

<i>especie</i> <b>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.</b>	-1.29908	2.19713	-0.591	0.55486
<i>especie</i> <b>Guazuma ulmifolia Lam.</b>	-3.91176	2.11195	-1.852	0.06513 .
<i>especie</i> <b>Inga vera Willd. subsp. Vera.</b>	3.24831	2.84425	1.142	0.25448
<i>especie</i> <b>Justicia aurea Schlttdl.</b>	1.6105	1.71742	0.938	0.34924
<i>especie</i> <b>Licania sp.</b>	-0.75474	3.92093	-0.192	0.84751
<i>especie</i> <b>Lonchocarpus sp.</b>	-5.02391	2.88308	-1.743	0.08259 .
<i>especie</i> <b>Lonchocarpus phaseolifolius Benth.</b>	-11.65668	4.1989	-2.776	0.00590 **
<i>especie</i> <b>Lysiloma sp.</b>	0.07328	2.10355	0.035	0.97224
<i>especie</i> <b>Machaerium biovulatum Micheli.</b>	1.80259	2.84365	0.634	0.5267
<i>especie</i> <b>Malvaviscus arboreus Cav.</b>	-0.41658	3.93598	-0.106	0.91579
<i>especie</i> <b>Mangifera indica L.</b>	-4.45804	3.91844	-1.138	0.25629
<i>especie</i> <b>Manilkara sp.</b>	-4.31209	4.27436	-1.009	0.314
<i>especie</i> <b>Myriocarpa longipes Liebm.</b>	-0.52789	1.09619	-0.482	0.63052
<i>especie</i> <b>Myriocarpa obovata Donn. Sm.</b>	-0.27889	1.08782	-0.256	0.79786
<i>especie</i> <b>Neea fagifolia Heimerl.</b>	-1.44275	3.90445	-0.37	0.71204
<i>especie</i> <b>Ocotea salicifolia Kunth.</b>	1.14668	2.85853	0.401	0.68864
<i>especie</i> <b>Piper sp.</b>	-0.60569	3.90716	-0.155	0.87693
<i>especie</i> <b>Piper sp1.</b>	-2.5257	2.85399	-0.885	0.37699
<i>especie</i> <b>Piper sp2.</b>	-1.32049	1.34613	-0.981	0.32753
<i>especie</i> <b>Psychotria pubescens Sw.</b>	-1.20342	2.84128	-0.424	0.67225
<i>especie</i> <b>Sapium sp.</b>	4.33723	5.72881	0.757	0.44968
<i>especie</i> <b>Schoepfia schreberi J.F. Gmel.</b>	3.76395	3.40357	1.106	0.2698
<i>especie</i> <b>Sideroxylon capiri subsp. tempisque (Pittier) T.D. Penn.</b>	-4.47519	2.08931	-2.142	0.03313 *
<i>especie</i> <b>Simarouba amara Aubl.</b>	-1.39091	2.38377	-0.583	0.56007
<i>especie</i> <b>Stemmadenia donnell-smithii (Rose) Woodson, Ann.</b>	1.61296	2.37188	0.68	0.49709
<i>especie</i> <b>Stemmadenia pubescens Benth.</b>	-0.44445	1.08193	-0.411	0.68156
<i>especie</i> <b>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth.</b>	-1.08668	1.78698	-0.608	0.54364
<i>especie</i> <b>Terminalia oblonga (Ruiz &amp; Pav.) Steud.</b>	0.10891	2.84612	0.038	0.9695
<i>especie</i> <b>Trichilia americana (Sessé &amp; Moc.) T.D. Penn.</b>	0.15121	2.84119	0.053	0.9576
<i>especie</i> <b>Yucca guatemalensis Baker.</b>	-7.1718	2.36609	-3.031	0.00268 **
<i>especie</i> <b>Zanthoxylum sp.</b>	-7.32052	4.16666	-1.757	0.08011 .

---				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
Approximate significance of smooth terms:				
edf	Ref.df	F	p-value	
s(dap)	4.712	5.772	4.54	<2e-16 ***
---				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
R-sq.(adj) = 0.514 Deviance explained = 60.3%				
GCV = 17.662 Scale est. = 14.366 n = 320				

### Anexo 7. Grafico del modelo Guassiano



### Anexo.8. Valores de distanciamiento de Bray-Curtis

	<b>Pochote (1)</b>	<b>Caño (2)</b>	<b>La Dispersas (3)</b>	<b>Pozo (4)</b>	<b>El Mirador (5)</b>
<b>Caño (2)</b>	0.427762				
<b>La Dispersas (3)</b>	0.6037152	0.4820144			
<b>Pozo (4)</b>	0.7231638	0.6828479	0.5770609		
<b>El Mirador (5)</b>	0.9090909	0.8987342	0.8246575	0.7676768	
<b>San Paulo (6)</b>	0.5967302	0.5900621	0.6849315	0.6904025	0.8630807

### Anexo.9 Salida del programa R del método de ordenación de variables NMDS

<p>Call: metaMDS(comm = bd.mb, trace = FALSE)</p> <p>global Multidimensional Scaling using monoMDS</p> <p>Data: wisconsin(sqrt(bd.mb))</p> <p>Distance: bray</p>	<p>Dimensions: 2</p> <p>Stress: 3.182926e-05</p> <p>Stress type 1, weak ties</p> <p>Two convergent solutions found after 20 tries</p> <p>Scaling: centring, PC rotation, halfchange scaling</p> <p>Species: expanded scores based on 'wisconsin(sqrt(bd.mb))'</p>
--	---