



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí**

**Diversidad taxonómica y funcional de remanentes de bosques tropicales  
del paisaje terrestre protegido Miraflor-Moropotente**

**Trabajo monográfico para optar**

al grado de

**Ingeniero Ambiental**

**Autor**

Br. Carmen Uzziel Albir Valdivia

**Tutor**

MSc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza

Estelí, 09 de febrero del 2023



## **Dedicatoria**

A mis padres, Mi madre **Lilliam Janeth Valdivia** por todo el esfuerzo y dedicación como madre, por todo su amor y comprensión, por creer en mí y mis hermanos siempre.

Mi padre **Francisco Albir** por todo los consejos y su apoyo, así como su amor y esfuerzo.

A mi hermana **Silxa Margarita Albir Valdivia** por todo su amor, consejos, por ser tan consentidora, pero al mismo tiempo dura conmigo para que yo pudiese aprender por mí misma

Mi hermano **Jishar Jockan Albir Valdivia (Q.E.P.D)** Gracias por el tiempo que compartiste conmigo y mi hija, por los consejos y creer en mi como persona y por ver más allá de mis habilidades, te amo hermanito.

A mi padrastro **Jhon Ventimiglia** por el apoyo incondicional, amor y consejos, por apoyarme en mis estudios.

A mi abuela **Josefina Valdivia** por brindarme su apoyo y preocuparse por mí y mis estudios.

A mi pequeña familia **Ricardo Acevedo** y mi hija **Sophia Acevedo Albir** por ser un pilar fundamental en el transcurso de estos años y darme fuerzas para poder culminar mis estudios.

## **Agradecimiento**

Agradeciéndole a **DIOS** primeramente por la sabiduría, paciencia y amor que me ha regalado, así como la fuerza para seguir adelante.

A mis padres, hermanos, mi hija, esposo y abuelos, y demás familiares por su apoyo y consejos.

Profesor **Lisandro Mairena (Q.E.P.D)** por confiar en mí y creer en mí, por compartir sus conocimientos.

**Aldo Marcell** por compartir sus conocimientos y ser buena persona.

Al profe **Jaime Landeros** por sus consejos.

A los propietarios de las fincas de Mirafior, por permitirnos hacer los muestreos en sus parcelas.

A los docentes de la facultad **FAREM- Estelí** por compartir sus conocimientos a lo largo de estos cinco años.

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto “*Assessment of the actual and potential Carbon stock of tropical forest fragments in the protected landscape of Mirafior-Moropotente in northwest Nicaragua*”. Ejecutado por FAREM Estelí y Financiado por *The Rufford Foundation*.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

## Facultad Regional Multidisciplinaria Estelí

Estelí, 09 de febrero de 2023

### CONSTANCIA

La Monografía es el resultado de un proceso académico investigativo llevado a cabo por estudiantes como forma de culminación de estudios. El propósito es resolver un problema vinculando la teoría con la práctica, potenciando las capacidades, habilidades y destrezas investigativas, y contribuye a la formación del profesional que demanda el desarrollo económico, político y social del país (Art.13 del reglamento de régimen académico estudiantil. Modalidades de graduación).

Por tanto, hago constar que el trabajo *Diversidad taxonómica y funcional de remanentes de bosques tropicales del Paisaje Terrestre Protegido Mirafior-Moropotente*, cumple con los requisitos académicos requeridos para una Monografía, y ha sido presentado, defendido y corregido a satisfacción de la tutora, con lo cual está optando al título de Ingeniero Ambiental.

La autora de este estudio es el bachiller: Carmen Uzziel Albir Valdivia, Carné N°. 15-05588-0; quienes, durante la ejecución de esta investigación, demostraron responsabilidad, ética y conocimiento sobre la temática.

Atentamente,

---

**MSc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza**

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3652-700X>

FAREM-Estelí, UNAN-Managua

## **Resumen**

Nicaragua como el resto de Centro América tienen importantes remanentes de bosques tropicales, pero se conoce muy poco sobre su diversidad y potencial de almacenamiento de carbono. El propósito de esta investigación fue evaluar la diversidad taxonómica y funcional de los remanentes de bosques tropicales de Miraflores, en tres tipos de sistemas que incluyen: bosque seco, húmedo y pino- roble. Se realizó un inventario forestal de árboles > 10 cm de DAP (1.30 m sobre el nivel del suelo) en parcelas de 50 × 50 m (0.25 ha). En cada tipo de bosque se instalaron 8 parcelas temporales de muestreo (n=24 parcelas). Se inventariaron un total de 2,879 árboles, el bosque seco fue el sistema con mayor diversidad arbórea con 914 árboles seguido del bosque húmedo con 879 árboles y pino\_ roble con 717 árboles. La clase diamétrica con mayor número de árboles está en el 10-19.9 cm DAP, esto representa una J invertida que corresponde a las características de un bosque secundario heterogéneo bajo sucesión. La densidad específica de la madera fue 0.74, 0.59, 0.55 g cm<sup>3</sup> para el bosque pino- roble, bosque seco y bosque húmedo respectivamente. Sin embargo, el carbono almacenado en el bosque húmedo fue de 110 Mg C/ha por otra parte, el pino-roble tiene una cantidad de 75 Mg C/ha y con menos cantidad de carbono el bosque seco con 50 Mg C/ha. Para concluir es importante realizar este tipo de estudios porque podemos observar la cantidad de carbono almacenado en un bosque y así poder realizar planes de mejoras u optar por pago de servicios ambientales.

**Palabras claves:** Abundancia, Carbono, Densidad de madera, Nicaragua

## **Abstract**

Nicaragua, like the rest of Central America, have important remnants of tropical forests, but very little is known about their diversity and carbon storage potential. The purpose of this research was to evaluate the taxonomic and functional diversity of the Miraflores tropical forest remnants, in three types of systems that include: dry, humid, and pine-oak forest. A forest inventory of trees > 10 cm DBH (1.30 m above ground level) was carried out in 50 × 50 m (0.25 ha) plots. In each type of forest, 8 temporary sample plots (n=24 plots) were installed. A total of 2,879 trees were inventoried, the dry forest was the system with the greatest tree diversity with 914 trees followed by the humid forest with 879 trees and pine oak with 717 trees. The diameter class with the largest number of trees is in the 10-19.9 cm DBH, this represents an inverted J that corresponds to the characteristics of a heterogeneous secondary forest under succession. The specific density of the wood was 0.74, 0.59, 0.55 g cm<sup>3</sup> for the pine-oak forest, dry forest, and humid forest respectively. However, the carbon stored in the humid forest was 110 Mg C/ha, on the other hand, the pine-oak has an amount of 75 Mg C/ha and the dry forest has less carbon, with 50 Mg C/ha. To conclude, it is important to carry out this type of study because we can observe the amount of carbon stored in a forest and thus be able to carry out improvement plans or opt for the payment of environmental services.

**Keywords:** Abundance, Carbon, Wood density, Nicaragua

## INDICE

Capítulo I.....	1
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema .....	3
3. Justificación .....	4
4. Objetivos.....	5
4.1. Objetivo General.....	5
4.2. Objetivos Específicos .....	5
Capítulo II.....	6
5. Marco Referencial .....	6
5.1. Antecedentes.....	6
5.2. Cobertura forestal de Nicaragua .....	8
5.2.1. Causas de la deforestación y la degradación de los bosques .....	9
5.2.2. Cambio de uso de la tierra y el avance de la frontera agrícola .....	9
5.2.3. Los incendios forestales .....	9
5.2.4. Las plagas.....	9
5.2.5. La tala ilegal.....	10
5.3. Formaciones forestales .....	10
5.4. Bosque .....	11
5.5. Clasificación .....	11
5.6. Diversidad taxonómica .....	12
5.6.1. Alfa .....	13
5.6.2. Gamma.....	13
5.6.3. Beta .....	13
5.6.4. Índice de Simpson.....	14
5.6.5. Índice de Shannon-Wiener.....	14
5.6.6. Índice de uniformidad .....	14
5.6.7. Serie de números de Hill.....	15
5.7. Diversidad funcional.....	15
5.7.1. Rasgos funcionales de plantas.....	15
5.8. Metodología para la cuantificación de remociones de carbono.....	16
5.8.1. Cuantificación de remociones de CO <sub>2</sub> .....	17
6. Hipótesis .....	18

Capítulo III .....	19
7. Diseño Metodológico .....	19
7.1. Tipo de investigación.....	19
7.2. Ubicación y área de estudio.....	19
7.2.1. Líneas y sub líneas .....	19
7.2.2. Área geográfica.....	20
7.2.3. Características .....	20
7.2.4. Clima.....	21
7.2.5. Población.....	21
7.2.6. Biodiversidad .....	21
7.3. Muestreo y criterios de selección de parcelas.....	21
7.3.1 Métodos, técnicas e instrumentos .....	22
7.4. Diseño metodológico .....	24
Capítulo IV .....	26
8. Análisis y discusión de resultados .....	26
8.1. Estructura de la biodiversidad taxonómica.....	26
8.2. Curvas de rarefacción .....	27
8.3. Abundancia de especies .....	28
8.4. Densidad de madera.....	28
8.5. Capacidad de almacenamiento de carbono aéreo .....	29
Capítulo V.....	31
9. Conclusiones.....	31
10. Recomendaciones .....	32
11. Referencias bibliográficas .....	33
12. Anexos.....	35



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.</b> <i>Para datos de densidad de madera</i> .....	35
<b>Tabla 3.</b> <i>De identificación de especies de diversidad taxonómica y funcional</i> .....	35
<b>Tabla 4.</b> Número de árboles por tipo de bosque .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de la cobertura forestal de Nicaragua INETER (2015) .....	8
<b>Figura 2.</b> Mapa del Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente. ....	20
<b>Figura 3.</b> Dimensiones de parcelas temporales de muestreo .....	22
<b>Figura 4:</b> ficha de campo .....	23
<b>Figura 5.</b> Clase diamétrica por número de árboles y tipo de bosque. ....	26
<b>Figura 6.</b> Curvas de rarefacción basadas en individuos (línea continua) y extrapolación (líneas discontinuas) de diversidad gamma basadas en números de Hill ( $q = 0, 1, 2$ ) para bosque seco, bosque húmedo y bosque pino-roble.....	27
<b>Figura 7.</b> Abundancia de especies bosque húmedo (A), bosque pino-roble (B) y bosque seco (C) .....	28
<b>Figura 8.</b> Densidad específica de la madera en tres tipos de bosques de la reserva natural protegida Miraflores Moropotente.....	29
<b>Figura 9.</b> Cálculo de carbono almacenado en la biomasa aérea por tipo de bosque.....	30
<b>Figura 10.</b> Rango abundancia .....	37
<b>Figura 11.</b> clasificación de especies arbóreas .....	37
<b>Figura 12.</b> Observación de especies arbóreas .....	37
<b>figura 13:</b> Muestras para cálculo de densidad de madera .....	38
<b>Figura 14.</b> Procesamiento de muestras para densidad de madera.....	38

## Capítulo I

### 1. Introducción

En 2010, Nicaragua tenía 7.62 millones de ha de bosque natural, con una extensión del 59% de su superficie, equivalente a 52.2 millones t de emisiones de CO<sub>2</sub>. En cuanto a la pérdida de bosque primario desde el (2001 al 2021), Nicaragua tuvo una pérdida de 569 Kha de bosque primario húmedo, lo que representa un 34 % de su área total, en el mismo periodo de tiempo el área total de bosque primario húmedo en Nicaragua disminuyó en 28 % (Turubanova & Hansen, 2023).

Los bosques secos tropicales (BST), tienen una extensión de 1,048,700 km<sup>2</sup> de los cuales el 66.7% se encuentra en el continente americano, 54.2% se encuentran en América del Sur y restante 12,5% se encuentra entre América del Norte y Central (Miles et al., 2006). Son bosques con precipitaciones de 1800 mm/años distribuidos en 4-9 meses, con una estación seca de 3-6 meses recibiendo menos de 100 mm/mes y una temperatura anual  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  (Ortuño & Ramírez, 2022).

De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) se declara área protegida Miraflores Moropotente en 1992 conforme a la ley 217, esta área protegida está localizada a 30 kilómetros al noreste del municipio de Estelí, entre los municipios de la Concordia, Condega y San Sebastián de Yalí. Se presenta como una zona montañosa de alturas máximas de 1,450 m.s.n.m, con paisajes naturales y sitios arqueológicos, además cuenta con una población de unos 4,000 habitantes donde la mayoría de los dueños de estas tierras son productores que habitan en la localidad (Vanegas et al., 2012). Los bosques tropicales secos crecen en áreas donde no reciben lluvias durante muchos meses del año, lo que provoca discrepancias sobre la forma para proceder a su restauración.

Uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés mundial es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas. La base para un análisis objetivo de la biodiversidad y su cambio reside en su correcta evaluación y monitoreo, así como Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad (Salasar, 2010).

Los bosques proveen bienes y servicios que contribuyen a que las sociedades puedan afrontar los efectos negativos del cambio climático, por lo que se requiere frenar el ritmo de avance de la degradación ambiental y la definición e implementación de medidas de conservación que consideren los impactos del cambio climático (Osorio, 2013).

Una estrategia para mitigar el cambio climático es la captura y almacenamiento de carbono, la cual consiste en un proceso de la separación del CO<sub>2</sub> emitido por la industria y fuentes relacionadas con la generación de energía en los procesos de combustión y su transporte a un

lugar de almacenamiento geológico para aislarlo de la atmósfera a largo plazo (Guido, 2019). Producto de la colonización agrícola, el aprovechamiento de los bosques sin control y la expansión de la ganadería extensiva, Otros factores del cambio de usos de suelos es: migraciones campesinas, el reasentamiento de los desmovilizados de guerra y orientación de las políticas y programas de desarrollo agropecuarias (Ruiz et al., 2013).

En 2000, Nicaragua tenía una densidad de biomasa leñosa viva sobre el suelo de 183 t/ha, y una biomasa total sobre el suelo de 1.43Gt, así como una densidad de carbono orgánico en el suelo de 11.6 miles de t C/ha y un total de carbono almacenado de 1.17 Giga t C. Entre 2001 y 2021, los bosques en Nicaragua emitieron 42.9 millones de t CO<sub>2</sub> equivalente/año, y eliminaron -32.1 millones de t CO<sub>2</sub> equivalente/año. Esto representa un flujo neto de carbono de 10.9 millones de t CO<sub>2</sub> equivalente/año (Sanderman, Hengl, & fiske, 2018).

A pesar del potencial que poseen tanto los bosques como los sistemas agroforestales para almacenar carbono, aún falta información sobre este tema, por otra parte será de mucha importancia esta investigación para saber la diversidad taxonómica de los remanentes de bosques tropicales de Mirafior, densidad de madera y la cantidad de captación de carbono de estos bosques y así poder tener un buen manejo del medio ambiente y recursos naturales, como también a motivar a los demás estudiantes a que realicen investigaciones de este tipo ya que en Nicaragua no se han elaborado y son de gran utilidad por que contribuirá a crear estrategias de mitigación, no solo en esta área que se está evaluando si no en otras áreas protegidas.

## **2. Planteamiento del problema**

Según el INAFOR la tasa de deforestaciones en Nicaragua: 108,990.74 ha/año (2001-2010), área total bosque (ha) 3,484,625.76, pérdida de bosque (ha) 2001-2010 1,089,907.35, tasa de pérdida de bosque (ha/año) 2001-2010 108,990.74, emisiones por pérdida de bosque t CO<sub>2</sub>/año (2001-2010) 22,290,872.31; todo esto provoca grandes pérdidas en la captación de carbono en Nicaragua (INAFOR, 2007).

El crecimiento demográfico y los monocultivos van ejerciendo presión sobre el bosque, transformando zonas de vocación forestal a cultivos agrícolas. Los cambios de cobertura han significado un paisaje fragmentado con diferentes grados de perturbación, que conllevan a una disminución de la superficie de hábitats naturales, reducción del tamaño de los fragmentos y aislamientos de estos. En Nicaragua la vegetación ha sufrido pérdida de los bosques producto de la colonización agrícola, el aprovechamiento de los bosques sin control y la expansión de la ganadería extensiva, así como pérdida de diversidad arbórea (Ruiz et al. 2013).

A partir de este contexto surgen las siguientes interrogantes *¿Cuáles son las familias taxonómicas que más predomina en el Paisaje Terrestre protegido Mirafior? ¿Cuál de los tres sistemas tiene mayor densidad de madera? ¿Qué capacidad de captación de carbono tiene tienen los bosques en general de Mirafior?*

### **3. Justificación**

La presente investigación se enfoca en determinar rasgos funcionales de plantas dentro del área de bosques tropicales de Mirafior, Estelí, así como la diversidad taxonómica y captación de carbono. Con esta investigación se pretende obtener información sobre la diversidad funcional (DF) ya que es de gran interés, pues está relacionada con el cambio climático y el cambio de uso del suelo, entre otros, los cuales se han agudizado en estos últimos años. Las actividades antropogénicas impactan en el funcionamiento ecosistémico por lo tanto también en la provisión de servicios ecosistémicos (Aquino S. , 2009).

Los ecosistemas forestales pueden capturar cantidades significativas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en particular, CO<sub>2</sub>, Por tal motivo, en las últimas décadas existe un interés considerable por incrementar el contenido de carbono en la vegetación, mediante la conservación forestal, reforestación, creación de granjas forestales y otros métodos de manejo del suelo. Gran número de estudios han demostrado la capacidad de las especies forestales para almacenar carbono en su biomasa. Uno de los servicios ecosistémicos más importantes proporcionados por los bosques es el almacenamiento de carbono, es decir, “la captura y el almacenamiento a largo plazo de dióxido de carbono, que constituye el principal motor del cambio climático (Torres, 2021).

Para comprender la finalidad de esta investigación es porque en Nicaragua no se han realizado este tipo de estudios, y a través de estos veremos cómo se encuentra actualmente el bosque de Mirafior, en términos de diversidad taxonómica, árboles por hectárea y carbono en la biomasa. Con estos datos, se tendrá una mejor idea del servicio ecosistémico de almacenamiento carbono aéreo, además puede tener un gran aporte para orientar un buen plan de manejo y restauración de áreas degradadas en el paisaje terrestre protegido Mirafior Moropotente. De igual manera, será un gran aporte para la universidad FAREM-Estelí en la línea de investigación de la carrera de Ingeniería ambiental.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Evaluar la diversidad taxonómica y funcional de remanentes de bosques tropicales del paisaje terrestre protegido Miraflores Moropotente.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Estimar la diversidad taxonómica de plantas de los remanentes de bosques tropicales del paisaje terrestre protegido Miraflores Moropotente
- Determinar la densidad específica de la madera en las diferentes especies arbóreas para conocer la cantidad de materia seca remanentes de bosques tropicales del paisaje terrestre protegido Miraflores Moropotente
- Estimar la capacidad de almacenamiento de carbono aéreo que determine que remanente de bosque tropical captura más carbono en el paisaje terrestre protegido Miraflores Moropotente

## Capítulo II

### 5. Marco Referencial

#### 5.1 Antecedentes

Los impactos de la perturbación humana en la diversidad funcional de bosques tropicales muy húmedos de Costa Rica, y sus implicancias para la provisión de servicios ecosistémicos fijación almacenamiento de carbono y regulación hídrica ecosistémica. En este estudio se apoyaron de las metodologías de (Cornelissen et al., 2003), (Fernández, 2007), (Chave, 2006) Se evaluaron 15 rasgos funcionales, 10 se utilizaron para evaluar el servicio eco sistémicos (SE) fijación-almacenamiento de carbono, 10 en el servicio ecosistémico regulación hídrica, y 5 rasgos en ambos servicios. Se concluye ubicando 110 especies dentro del espectro de especies “*adquisitivas*” y “*conservativas*” para el servicio ecosistémico fijación-almacenamiento de carbono a través de la interacción de sus rasgos (Aquino, 2009).

Contribuir al entendimiento de las respuestas de las comunidades de plantas y los procesos ecológicos a la variabilidad climática por medio del enfoque funcional aplicado dentro de un gradiente altitudinal en Costa Rica. Se midieron los rasgos a 108 especies arbóreas, helechos arborescentes y palmas dominantes (las que conformaban el 80% del área basal por parcela) en 35 parcelas de 0.25 ha ubicadas en bosque primario en un gradiente de elevación de 400 a 3000 msnm, se usaron escenarios de emisiones del año 2020 al 2080 para observar el impacto del cambio climático. Los datos climáticos se tomaron de WorldClim con una resolución espacial 1 km<sup>2</sup>. El componente principal de las variables climáticas explica el 91% de la varianza., el rango superior es dominado por el conservativo TFP 6, y tanto el adquisitivo TFP 4 como las palmas son ausentes allí ( Osorio, 2013).

#### Antecedentes nacionales

Analizar los cambios que se dan en la diversidad de la regeneración natural del bosque seco ocasionado por periodos continuos de sequía y la relación que esta tiene con algunas variables biofísicas en Reserva Silvestre Privada Quelantaro Managua, Nicaragua 2016, se establecieron transectos de 2 x 300 m donde se registró la regeneración natural a nivel de brinzal y latizal bajo, dentro de cada transecto se establecieron 12 puntos de muestreo para medir variables. En el bosque seco se determinó un porcentaje de cobertura del dosel de 61% y la pendiente media fue de 11%. En el bosque de galería, la pendiente media fue 26%, se clasifica en dos estratos con base en la altura de los árboles. Se registró un total de 52 especies, encontrándose una similitud del 50% para la obtención de los resultados de índices de diversidad florística (Shannon Wiener e índice de dominancia) en conclusión se determinó la existencia de tres formaciones forestales como parte de la zona de vida bosque seco; bosque de galería fue la única formación forestal que mostró relación entre los valores de diversidad y las variables biofísicas utilizadas (Laguna, 2019).

Caracterizar las especies arbóreas en tres comunidades las Mesas de Moropotente, El Coyolito y Las Mesitas, ubicadas en el Paisaje Terrestre Protegido Mirafior-Moropotente, con una muestra de 18 parcelas en tres comunidades, se establecieron parcelas de 2 x 50m<sup>2</sup>

método propuesto por (Gentry 1985, modificado por el Centro Humboldt 1998) para bosques secos tropicales, tomando en cuenta árboles leñosos  $\geq 2.5$  cm de DAP, todos los árboles se encontraron en los 1000 m<sup>2</sup>; lo que equivale a 0.06 ha, se encontraron 248 individuos que corresponden a 43 especies y a 27 familias, en una área de 1.08 ha, El Coyolito tiene 91 individuos, seguido de las Mesas con un total 87 individuos y finalmente Las Mesitas con un total 70 individuos (Blandón & Benavides, 2012).

Evaluar la estructura, diversidad y valor de importancia para la conservación de los remanentes de bosque seco en la zona norte de Nicaragua. Se instalaron 23 parcelas en el bosque de recarga, 22 en potrero y 22 transectos cerca viva y se midieron árboles >10 cm de DAP, en cada uno de ellos se establecieron tres subparcelas y registraron árboles > 5 cm de DAP. Se inventariaron 3,889 individuos con DAP > 5 cm, 99.7% de total, bosque de recarga con el mayor número de individuos 1,649, seguido por potreros con 1,136. El *Gliricidia sepium* representa el 5.78%. El *Tecoma stans* de cercas vivas con 2.33%. EL *karwinskia calderonii* de potrero el 4.44%. Estas tres especies el 12.55% del total de árboles (Ibañez , Franklin, Pau, Kepell, & Rivas Torres, 2021) .

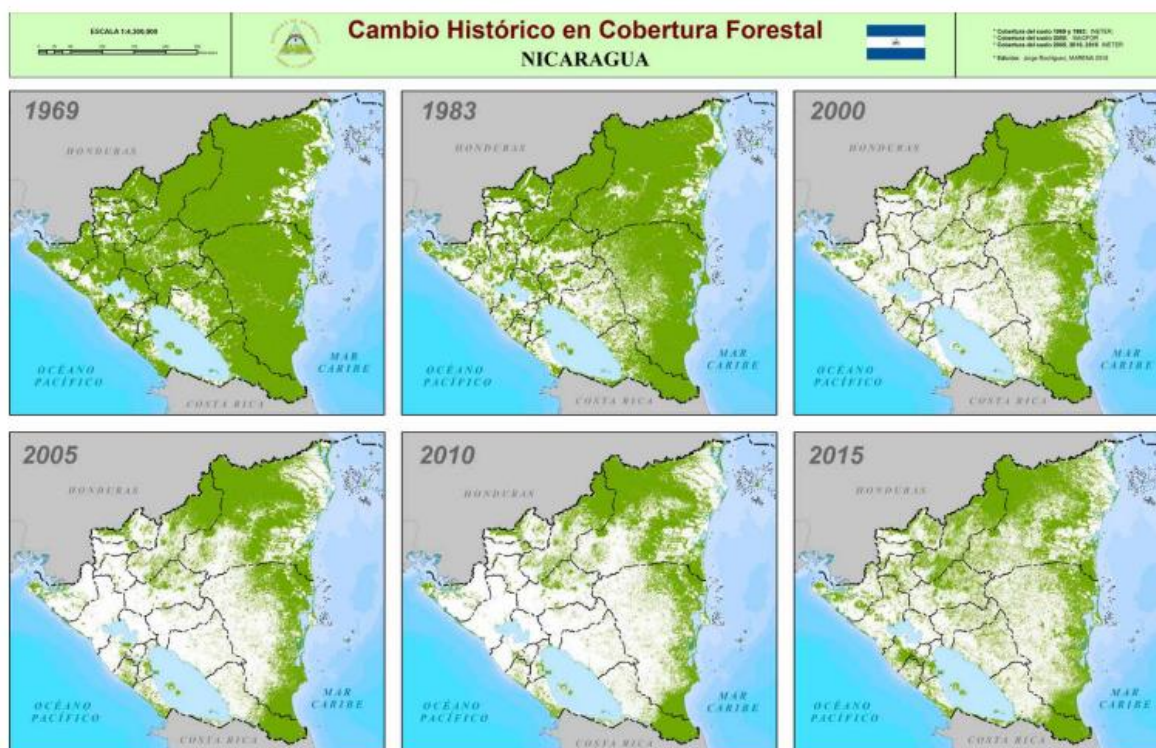


## 5.2. Cobertura forestal de Nicaragua

El área total de bosque fuera de las áreas protegidas está constituida por bosque latifoliado abierto (42.94%), bosques latifoliados cerrado (43.69%), bosque de pino abierto (9.58%), bosque de pino cerrado (2.66%) y el resto (1.13%) son manglares, palmas y bambú (INAFOR, 2008).

### Mapa de cobertura forestal de Nicaragua

**Figura 1.** Mapa de la cobertura forestal de Nicaragua INETER (2015)



Del total de bosques en el país, el 41.69 % está concentrado en la RAAN, 28.92 % en la RAAS, 9.62 % en Jinotega y 7.03 % en Río San Juan, De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario 2001, la superficie total de las Explotaciones Agropecuarias (EA) a nivel nacional era de 6,292,267.61 ha. De esta área, solamente el 14% estaba cubierto por bosques de diferentes tipos. Las explotaciones mayores de 350 ha son las que presentan el mayor porcentaje (INAFOR, 2008).

## **Cambios en la cobertura forestal, la deforestación y degradación de los recursos forestales**

Los bosques de Nicaragua han sido sometidos a un fuerte proceso de deforestación y degradación desde hace varias décadas, lo que ha llevado a la conversión de importantes áreas de suelos de vocación forestal a otro tipo de uso, especialmente agrícola y ganadero. La cobertura forestal para 1,983 se estimaba en 766,914.8 ha y para el año 2,000 en 561,953.30 ha, lo que significó una pérdida de 204,961.5 ha (27%) de bosques en 17 años, que corresponde a una tasa de deforestación anual de aproximadamente 100,000 ha.

### **5.2.1 Causas de la deforestación y la degradación de los bosques**

La deforestación es el resultado de la combinación de una serie de factores, que tienen su origen en el tipo de desarrollo económico que se ha aplicado en el país en las décadas pasadas, los cambios en el uso de los suelos, las afectaciones de incendios y plagas, la tala ilegal, los fenómenos naturales (huracanes) y otros. Los siguientes factores se destacan como las causas principales en el proceso de deforestación y degradación de los bosques.

### **5.2.2 Cambio de uso de la tierra y el avance de la frontera agrícola**

Los cambios de uso de la tierra y el avance de la frontera agrícola son dos elementos importantes que ha incidido y continúa incidiendo en la deforestación y degradación de los bosques. Estos han sido ocasionados entre otros, por los siguientes factores: (i) el modelo de desarrollo económico adoptado en el país basado en la introducción de cultivos de exportación, principalmente algodón en la región del pacífico y del café en región central, a expensas del sacrificio de los bosques (INAFOR, 2008).

### **5.2.3 Los incendios forestales**

Los incendios forestales constituyen una de las causas importantes del deterioro y degradación de los bosques. Los incendios se generan por causas naturales y culturales. Estos pueden ser provocados por las tormentas eléctricas, la combustión espontánea del material vegetativo expuesto al sol durante el verano, o por los productores para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, generalmente para la limpieza de sus parcelas en los meses de febrero, marzo y abril para la siembra de primera.

Durante el período 2000 – 2007, en Nicaragua se han detectado 28,210 puntos de calor. El mayor número de puntos de calor se produjo en el 2004 y el 2005. En los años 2006 y 2007 se produce una disminución drástica de los puntos de calor con relación al año 2000: respectivamente el 46 y el 26%.

### **5.2.4 Las plagas**

Las plagas forestales son otra causa importante del actual deterioro que presentan los bosques del país, especialmente los de pino en el norte de Nicaragua. Durante el periodo 1999-2003, Nicaragua fue afectada por la plaga del Gorgojo descortezador del pino (*Dendroctonus*

*frontalis*), localizándose su mayor afectación en los municipios de Chinandega, Estelí, Jinotega, Madriz, Matagalpa y Nueva Segovia. En ese periodo se detectó un total de 2,082 brotes de los cuales fueron tratados 1,737. El área afectada fue de 32,873.46 has, de las cuales fueron tratadas 7,082.88 de ellas. El volumen afectado fue de 3,919,318.35 m<sup>3</sup>, tumbándose 656,476.29 m<sup>3</sup>. El departamento más afectado fue Nueva Segovia con un total de 32,359.41 has para un total de 640,886.55 m<sup>3</sup>. El municipio con mayor afectación fue Jalapa donde resultó afectado el 90% de los bosques existentes.

### **5.2.5 La tala ilegal**

Según Colindres, Serrano y Bucardo, la tala ilegal de la madera ha sido y continúa siendo una de las causas más importantes de deforestación de los bosques. Estudios realizados en el año 2000, indicaban que el corte ilegal de madera podía constituir el 60% de los volúmenes de corte autorizados y registrados por el INAFOR.

Según dichos estudios, en el año 2000 el INAFOR autorizó la corta de 56,100 m<sup>3</sup> de madera en rollo, pero las exportaciones fueron de 70,392 m<sup>3</sup> de madera aserrada, que claramente refleja la magnitud de la corta ilegal de madera, dado que estas exportaciones implicaban haber cortado alrededor de 140,784 m<sup>3</sup> de madera en rollo (el rendimiento industrial promedio en Nicaragua es de 1 m<sup>3</sup> en rollo = 0.5 m<sup>3</sup> madera aserrada). Estudios realizados por el Banco Mundial y citados por la misma fuente indican que el corte ilegal de madera, oscila alrededor de los 30,000–35,000 m<sup>3</sup> en maderas latifoliadas y entre 110,000 y 135,000 m<sup>3</sup> en maderas de coníferas. El mismo estudio estima que las pérdidas fiscales producto de la tala ilegal cuestan al gobierno de Nicaragua entre US\$ 4 y 8 millones al año (INAFOR, 2008).

### **5.3 Formaciones forestales**

El criterio básico para la identificación de los bosques fue la existencia de una alta correlación entre la fisonomía de la vegetación y la fisiografía del área. La diferenciación y clasificación de las unidades se fundamenta en tres niveles: formación, subformación y tipo. La caracterización de cada una de ellas está dada en forma de quebrado, cuyo numerador contiene las especificaciones de la vegetación y el denominador, las fisiográficas.

Fisionomía Vegetal: Por las características externas de la vegetación, se pueden distinguir tres estrados fisionómicos principales (ESPINEL, 1987):

- a) Bosques Latifoliado Heterogéneo (B): Caracterizado por el alto coeficiente de mezcla de especies, las que se hallan en diferentes grados de sucesión ecológica, predominando el bosque clímax, el que a su vez se distingue por estratos de vegetación bien diferenciados.

- b) Bosque Latifoliado Heterogéneo y Palmas (P): la diferencia fundamental con el tipo de bosque anterior radica en la presencia de palmas, ya sea en forma de mezcla con las latifoliadas o en manchas puras de considerable extensión. La relación de dominancia de palmas varía entre el 75% y 25% de acuerdo a lo cual se obtienen las siguientes diferenciaciones:
- Pbp= bosque dominante en asociación con palmas
  - Ppb = palmares dominantes en asociación con bosque

#### **5.4. Bosque**

Tierra que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de copas superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano (FAO, 2005). Los bosques se caracterizan tanto por la presencia de árboles, como por la ausencia de otros usos predominantes de la tierra. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 m in situ. Áreas que se encuentran sujetas a la reforestación y que aún deben alcanzar una densidad de copa del 10 por ciento o una altura de 5 m, que ocupan áreas temporáneamente desprovistas de existencias debido a la intervención humana o a causas naturales, las cuales se espera se regeneren (FAO, 2005).

De acuerdo a la FAO (2004) se incluyen y excluyen los siguientes aspectos:

- Incluye las áreas cubiertas de bambú y palmas, siempre que éstas alcancen el límite mínimo establecido en cuanto a altura y cubierta de copas.
- El término incluye las carreteras situadas en bosques, cinturas antincendios y otras áreas abiertas poco extensas, bosques en los parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas tales como las que revisten interés específico, científico, histórico, cultural o espiritual.
- Incluye cortinas rompe vientos, barreras protectoras y corredores de árboles con un área superior a 0,5 ha y más de 20 m de ancho.
- Incluye las plantaciones utilizadas fundamentalmente para fines forestales o de protección, tales como las plantaciones de caucho para madera y las formaciones de alcornoque.
- Excluye las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola.

#### **5.5. Clasificación**

La clasificación de los bosques es realmente muy compleja, ya que pueden usarse gran variedad de parámetros para diferenciarlos. Por ejemplo, pueden clasificarse según su clima y latitud, pero hay muchos más criterios (Juste, 2021):

- Tipos de bosques según su clima y latitud.
- Tipos de bosques según el follaje.
- Tipos de bosques según su vegetación.

- Tipos de bosques según la intervención que hay en ellos.
- Tipos de bosques según la intervención del hombre y su impacto.

### **Problemática de dióxido de carbono**

El dióxido de carbono es un gas que se obtiene como producto final de muchos procesos químicos y biológicos. Su concentración en la atmósfera es más bien baja, aunque ha aumentado mucho en los últimos años. El dióxido de carbono está constituido por dos átomos de oxígeno y uno de carbono, de modo que su fórmula química es CO<sub>2</sub>. Esta molécula es de geometría lineal y simétrica, la estructura de Lewis que la representa es: O=C=O (Juste, 2021).

La fotosíntesis que realizan las plantas y algunos otros organismos fotosintéticos, como las algas, requiere CO<sub>2</sub>, de manera que estos seres consumen una buena parte del dióxido de carbono que hay en la atmósfera terrestre. La fotosíntesis es un proceso muy importante ya que tiende a revertir en parte la creciente acumulación de dióxido asociada a la industrialización de los centros urbanos (Uriarte, 2021).

El cambio climático inducido por las actividades humanas es un problema mundial que afecta de forma negativa los procesos ecológicos, económicos y sociales que rigen el planeta (IPCC 2001). El cambio climático es inducido principalmente por gases de efecto invernadero como el metano, el óxido nitroso y el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> los cuales provocan el incremento de su concentración en la atmósfera (Ibrahim et al., 2007).

En lo que respecta a los contenidos de carbono atmosférico, éstos se han incrementado principalmente por dos actividades humanas: el cambio de uso de la tierra y la combustión de fósiles. Se estima que el cambio de uso de la tierra emite  $1,6 \pm 1,0$  Gt ( $1 \text{ Gt} = 1 \times 10^9 \text{ t}$ ) de carbono al año y que la combustión de fósiles emite  $5,5 \pm 0,5$  Gt de carbono al año (Lal y Kimble et ál. 1998). Esta situación se ha agravado en los últimos cien años, por lo que la comunidad científica ha concentrado gran parte de sus esfuerzos de investigación en esta área y, en las últimas décadas (Ibrahim et al., 2007).

### **5.6. Diversidad taxonómica**

La biodiversidad es una característica de la vida, que relaciona la variedad y la variabilidad de todos los organismos vivos. Incluye tres niveles: el genético, el taxonómico y el ecológico. Y la diversidad taxonómica se refiere a la cantidad de especies y número de individuos de cada una de estas (FUNESCO, 2018).

La diversidad taxonómica tiene dos supuestos principales: todas las especies son iguales y su abundancia relativa determina su importancia relativa en el ecosistema y (2) todos los individuos son iguales sin importar su talla y peso (Magurran 2005). Sin embargo, las especies no deben ser consideradas equivalentes, ya que la pérdida o adición de especies puede tener un impacto mayor o menor en los procesos ecosistémicos dependiendo de los

rasgos funcionales (Tilman et al. 1997). Además, diferentes procesos pueden ser afectados por diferentes especies o grupos funcionales (Córdova & Zambrano, 2015).

### **5.6.1. Alfa**

Es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta del paisaje en cuestión. Entre dos comunidades vegetales distintas geográficamente contiguas en el territorio, existirán especies diferentes y muy probablemente especies comunes. La forma más sencilla de estimar la alfa-diversidad de una comunidad vegetal concreta es mediante el número (o riqueza) de especies que la componen. Sin embargo, esta medida no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad vegetal dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos o como cobertura), y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad

### **5.6.2. Gamma**

Es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra las componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada, incluyendo todas las comunidades que se encuentran en ella. La gamma-diversidad de una región o paisaje suele evaluarse mediante el número de especies que la componen (listas regionales de especies, catálogos, etc.). Sin embargo, esta medida no permite conocer si la diversidad observada se debe a la presencia de comunidades poco o muy distintas entre sí o más o menos ricas intrínsecamente. Para tener en cuenta ambas componentes, se ha propuesto que  $\gamma = \alpha + \beta$  y también  $\gamma = \alpha \times \beta$  (Molina & Farinos, 2005).

### **5.6.3. Beta**

La *Alfa* y *beta* diversidad son independientes. Un paisaje puede tener una alfa diversidad media (promedio de los valores de alfa-diversidad de cada una de las comunidades que lo componen) elevada y una beta-diversidad media baja, o, al contrario.

La beta diversidad puede calcularse de diferentes modos. Cuando se tienen registradas las especies de dos comunidades entre las cuales se desea calcular la beta-diversidad, se puede obtener el cociente entre el número de especies distintas y el número de especies total considerando el conjunto de ambas comunidades. Una forma análoga de estimar la beta-diversidad del paisaje es obtener la tasa de aumento de la alfa-diversidad a medida que se incorporan las comunidades que lo integran. Al reflejar diferencias en la composición de las especies, la beta-diversidad también puede calcularse a partir de coeficientes de similitud o disimilitud o a partir de distancias. Los coeficientes de similitud (o disimilitud) entre comunidades se emplean cuando solo consideramos la presencia o ausencia de especies y no sus proporciones (Ferriol & Merle, 2002).

$$\beta = \frac{2C}{S1+S2} \quad \text{Ec.1}$$

Índice de similitud de Sorensen. S1 es el número de especies de la comunidad 1, S2 es el número de especies de la comunidad 2, y c el número de especies comunes a ambas comunidades. *Ecuación 1 Índice de similitud de Sorensen.* Oscila entre 0, cuando no existen especies comunes, y 1, cuando ambas comunidades son idénticas.

#### 5.6.4. Índice de Simpson

Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad \text{Ec.2}$$

*Ecuación 2. Índice de Simpson*

#### 5.6.5. Índice de Shannon-Wiener

Este índice, que procede de la teoría de la información, es el más ampliamente empleado ya que considera tanto la riqueza en especies como su abundancia, al emplear una escala logarítmica. Varía de 0 (cuando hay solo una especie) y lnS (Molina, Merle, & Farrios, 2001).

$$\bar{H} = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad \text{Ec.3}$$

*Ecuación 3: Índice de Shannon-Wiener*

#### 5.6.6. Índice de uniformidad

Índice de uniformidad de Pielou (Ecuación 3). Este índice mide la uniformidad o equilibrio de un ecosistema, expresada como la diversidad observada respecto a la diversidad que se podría obtener en una comunidad con el mismo número de especies, pero con una uniformidad máxima. Oscila entre 0 y 1 (Molina, Merle, & Farinos, 2019).

$$\bar{e} = \frac{\bar{H}}{\ln S} \quad \text{Ec.4}$$

*Ecuación 4. Índice de uniformidad de Pielou*

### **5.6.7. Serie de números de Hill**

$$NA = (\pi) 1/(1-A)$$

Es una serie de números que permiten calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa. De toda la serie, los más importantes son:  $N_0$  = número total de especies ( $S$ )  $N_1$  = número de especies abundantes =  $e^{-H'}$   $N_2$  = número de especies muy abundantes =  $1/\lambda$  Se dan en unidades de número de especies, aunque el valor de  $N_1$  y  $N_2$  puede ser difícil de interpretar. Conforme aumenta el número de especies se da menos peso a las especies raras y se obtienen valores más bajos para  $N_1$  y  $N_2$  (Moreno, 2001).

### **5.7. Diversidad funcional**

La diversidad funcional consiste en determinar los rasgos funcionales adecuados que describan la función de los organismos en el ecosistema (Bellwood et al. 2002). Algunos autores consideran necesario hacer una separación entre los rasgos funcionales duros y los rasgos funcionales suaves (Hodgson et al. 1999). Los rasgos funcionales duros son aquellos que miden directamente la función de interés y generalmente están asociados a la fisiología de los organismos, por ejemplo, la tasa de asimilación y de desecho de los recursos alimenticios (Violle et al. 2007). Los rasgos funcionales suaves evalúan la función de manera indirecta y requieren métodos de medición sencillos y rápidos (Violle et al. 2007) (Córdova, 2012).

En este sentido, las características morfológicas son rasgos suaves que pueden ser indicadores de la forma en la que los organismos hacen uso de los recursos (Ricklefs y Travis 1980). Es recomendable utilizar aquellas características morfológicas que ofrecen una compensación entre su relevancia funcional y su facilidad de medición (Dumay et al. 2004; Mouillot et al. 2007). Esta aproximación es la base para describir las funciones de las especies en los ecosistemas y ha sido aplicada exitosamente tanto en plantas como en animales.

#### **5.7.1. Rasgos funcionales de plantas**

Los rasgos funcionales son aquellos atributos morfológicos, fisiológicos o fenológicos propios de los organismos que determinan su eficacia biológica y, por tanto, su éxito bajo determinadas condiciones ambientales. Por ejemplo, en las plantas poseer hojas capaces de no marchitarse cuando el agua escasea puede ser una ventaja, ya que esta característica les ayuda a evitar la desecación de ciertos órganos y a mantener la actividad fotosintética bajo dichas condiciones (es decir, continuar creciendo). Sin embargo, ese tipo de hojas son en general más “caras” de construir, ya que para adquirir dichas propiedades es necesario invertir una mayor cantidad de recursos (Costa & Martines, 2017).

ISO 14064-3: la norma detalla los requisitos y recomendaciones necesarios para la correcta ejecución de los procesos de validación y verificación de los inventarios de emisiones GEI. El contenido de la norma describe y planifica las fases requeridas para asegurar un correcto



proceso de verificación y validación de los informes de inventario. De igual forma establece los procesos de evaluación y declaración de estos inventarios. (Ihobe, Departamento de medio ambiente y política territorial., 2013) (ISSO, 2019).

En cuanto a la metodología de implantación, existen cinco ítems clasificados de la siguiente forma:

- Definición de los límites: donde se encuentran los límites organizacionales, límites operativos y exclusiones.
- Selección del año base
- Identificación de las emisiones.
- Cuantificación de las emisiones.
- Informe de emisiones.

### **5.8. Metodología para la cuantificación de remociones de carbono**

Por regla general, las remociones sólo tendrán relevancia en el caso en el que la organización tenga una componente agroforestal o posea una extensión significativa de tierras (caso de empresas del sector, organizaciones de custodia del territorio, municipios, etc.) Las remociones suponen la extracción de CO<sub>2</sub> atmosféricos mediante los sumideros.

El carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal a través de la fotosíntesis, representando aproximadamente el 50 % de la misma (en relación al peso seco). En términos generales la capacidad de fijación depende principalmente de la especie arbórea dominante y del clima. Sin embargo, el CO<sub>2</sub> fijado por parte de los ecosistemas forestales puede variar mucho, dependiendo del tipo de bosque, la climatología, el tipo de suelo y la metodología aplicada en su medición. Generalmente a efectos de establecer metodologías para inventarios de carbono en sumideros se reconocen cinco depósitos diferentes donde se acumula el carbono en el ecosistema vegetal (World Resources Institute WRI, World Bank Group WBG, 2015).

En la masa vegetal sobre el suelo, que incluye la parte aérea de los árboles, de la vegetación arbustiva y de la vegetación herbácea durante su periodo de actividad vital, en el que llevan a cabo ese proceso de fijación de carbono a través de la fotosíntesis.

- En la masa vegetal del suelo, que incluye las raíces de árboles, arbustos y vegetación herbácea, también durante su periodo de vida.
- En la masa vegetal muerta o necro masa, que incluye a los árboles muertos en pie o caídos, así Como los troncos y el material vegetal muerto presente en el ecosistema.
- En la capa de material orgánico no descompuesto que se encuentra sobre el suelo (hojas, ramillas, Semillas, etc.).
- En el suelo, el cual es considerado por el IPCC (1996) hasta una profundidad de 30 cm, debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores.

### **5.8.1. Cuantificación de remociones de CO<sub>2</sub>**

*Remociones de CO<sub>2</sub>(tCO<sub>2</sub> - e) = Cantidad de pies \* Tasa de absorción.*

Cantidad de pies: Número de árboles por especie y por tamaño de pie 37 tasa de absorción: expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> -e /unidades por pie (Chavez et al, 2015).

### **Taxonomía de variables**

La función de las variables está estrechamente relacionada con su clasificación, la cual se rige según el comportamiento de otras variables y en base a los objetivos del estudio. Las principales clasificaciones son las independientes (o explicativas) y las dependientes (o de respuesta), es decir, siempre que una variable influya en otra, a la primera se la considera independiente (causa) y a la otra dependiente (efecto). Por ejemplo, cualquier enfermedad es una variable dependiente producida por un factor de riesgo o variable independiente (Chavez et al, 2015).

## **6 Hipótesis**

El bosque pino- roble será el sistema con mayor capacidad de almacenamiento de carbono debido a que presenta mayor densidad de madera y mayor dominancia de especies con densidad de madera alta, en comparación al bosque seco y al bosque húmedo.

## **Capítulo III**

### **7. Diseño Metodológico**

#### **7.1. Tipo de investigación**

Por el método de investigación el presente estudio es observacional ya que no se manipulan variables, solamente se registran los hechos como están en la naturaleza. Según el nivel de profundidad del conocimiento el tipo de estudio es descriptivo ya que se busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Sampieri et al., 2003)

De acuerdo con el enfoque filosófico el tipo de investigación es cuantitativa, ya que se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación para la recolección y análisis de datos para establecer patrones de comportamientos de variables (Sampieri et al., 2003). De acuerdo con el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo, según el período y secuencia del estudio es de corte transversal (Pineda et al., 1994).

#### **7.2. Ubicación y área de estudio**

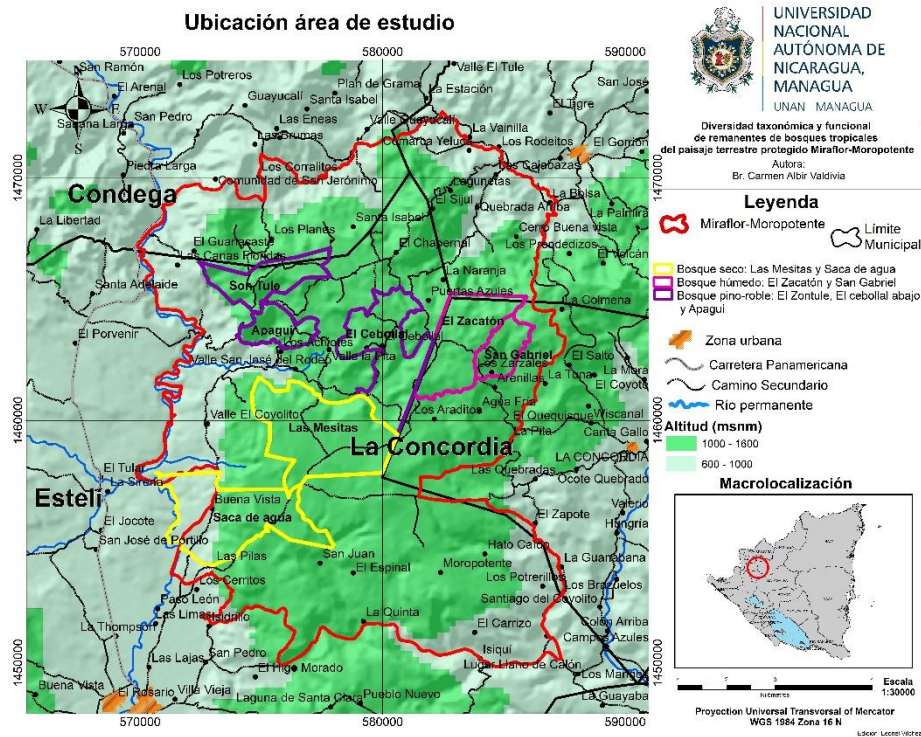
##### **7.2.1. Líneas y sub líneas**

Esta investigación se encuentra en el área de CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS en la línea CNE-1: Manejo y conservación de RRNN, Gestión Integral y Educación Ambiental. CNE-1.1: Manejo y conservación de recursos naturales de la Unan-Managua, Farem Estelí, ya que se enfoca en manejo y conservación de recursos naturales, así como la rehabilitación de ecosistemas.

El paisaje terrestre protegido Mirafior-Moropotente posee una extensión de 6,575 ha para Mirafior 1'7,500 ha para Moropotente. Se encuentra a 30 km de la ciudad de Estelí, la temperatura promedio anual varía entre 22°C y 24°C en las zonas más bajas y menos de 22°C en la zona más alta. La precipitación promedio anual varía entre 800 y 1200 mm en las zonas más secas (bosque deciduo y mesas de Moropotente) y entre 1200 y 1600 mm en las zonas más húmedas (bosque montano y bosque mixto) (Ertilia & Herrera, 2005).

## Mapa del Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente

Figura 2. Mapa del Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente.



Elaborado por Vílchez - Ponce 2022

### 7.2.2. Área geográfica

Esta se caracteriza por poseer diversos microambientes y ecosistemas a medida que avanza en altura sobre el nivel del mar. En esta existen diversos parches de bosques originales que están siendo sometidos a presión por el avance de la frontera agrícola, principalmente para el establecimiento de ganadería, cultivos y cafetales.

### 7.2.3. Características

En el área protegida Miraflores se aprecian tres tipos de climas: seco en la zona baja, intermedia y húmeda, así como un bosque de neblisela predominante. Sus principales actividades es el cultivo de granos, crianza de ganados siendo el café uno de los más importantes. Entre los principales atractivos se destaca la biodiversidad. La zona es una de las más ricas en orquídeas, actualmente existen más de 200 especies identificadas, estas crecen en diferentes medios, las que crecen sobre árboles son las más conocidas y las que crecen sobre las piedras y el suelo son las más extrañas (Gutierrez & Rodríguez, 2015).

#### **7.2.4. Clima**

La precipitación anual varía entre 1200 y 1300 mm distribuidos en los doce meses del año. La humedad relativa es de 80.8 % promedio anual. Esta región presenta dos zonas climáticas donde puede destacarse la zona húmeda que comprende elevaciones de 1500 y 1560 metros sobre nivel del mar (msnm) y la zona seca con una elevación entre 1100 y 1150 msnm. Vegetación En esta área protegida se encuentran los siguientes tipos de vegetación que van de acuerdo a las condiciones topográficas, edáficas y climatológicas. El parque mide 254 km<sup>2</sup> y en él se aprecian tres tipos de climas distintos: seco en la zona baja, intermedia y húmeda, así como un bosque nebliselva predominante (Altamirano & Garcia, 2009).

#### **7.2.5. Población**

Miraflor abarca tres municipios, Yalí y La Concordia de Jinotega y el municipio de Condega de Estelí donde habitaban 4,000 personas en su mayoría son finqueros que cultivan granos y crían ganado. La reforestación y la protección ambiental son dos de sus actividades fundamentales. El parque alberga nueve comunidades, las cuales viven de la agricultura. Existen programas que ayudan a las comunidades a producir productos ecológicos siendo el café uno de los más importantes.

#### **7.2.6 Biodiversidad**

Uno de los principales atractivos de la reserva es su biodiversidad. La zona es una de las más ricas en orquídeas. Actualmente existen más de 200 especies identificadas, entre las que predomina la flor nacional de Costa Rica, llamada *Catteleya Skinniri*. Las orquídeas de Miraflor crecen en diferentes medios, las que crecen sobre los árboles son las más conocidas y las que crecen sobre las piedras y el suelo son las más vistosas y extrañas.

### **7.3. Muestreo y criterios de selección de parcelas**

Se seleccionaron 3 tipos de bosque los cuales son representativos de Miraflor, bosque seco, bosque húmedo, bosque pino-roble. En cada tipo de bosque se instalaron 8 parcelas de 50×50m con distancia mínima entre estas de 350 m (ver figura 3). En el caso de la distribución de las parcelas fueron aleatoriamente, o por conveniencia, de norte a sur, se tomaron árboles > 10 cm de DAP. Para la identificación de las especies se consultó el (7 de noviembre de 2022). Flora de Nicaragua [http://legacy.tropicos.org/Project/FN\\_y](http://legacy.tropicos.org/Project/FN_y) (7 de noviembre del 2022) Flora Mesoamericana <http://legacy.tropicos.org/Project/FM> .

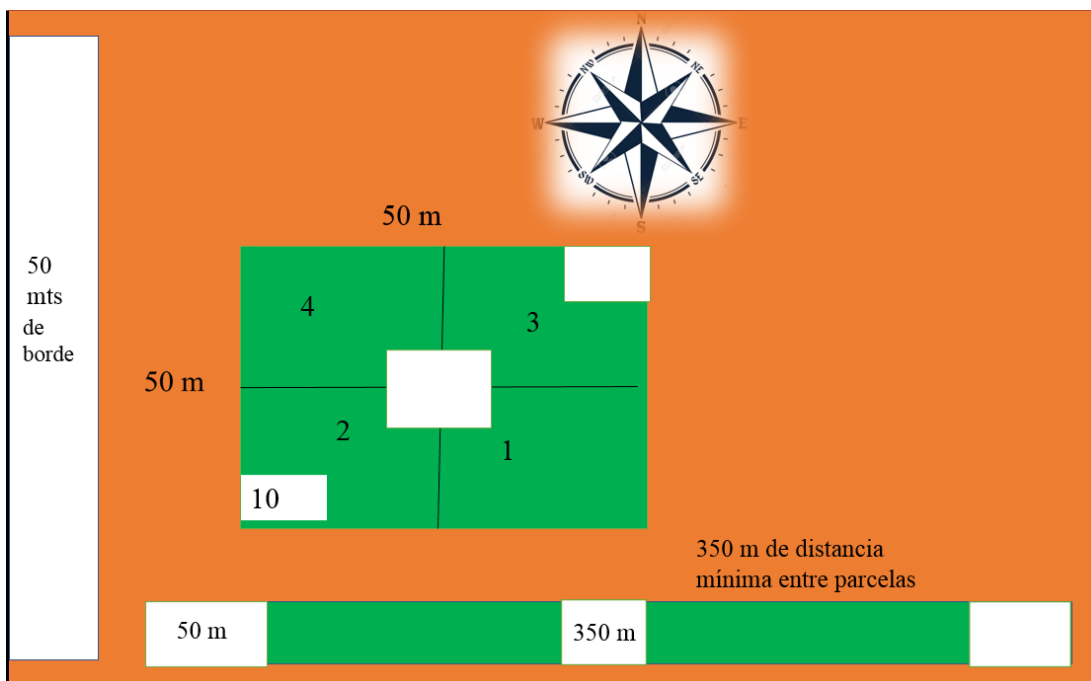
Para especies de hasta ese entonces desconocidas se tomó muestras, de ramas también se tomaron fotografías técnicas para recordar características y luego con ayuda de las fotos y las muestras colectadas se identificaban usando las claves de identificación encontradas en la flora de Nicaragua y flora Mesoamericana. Las especies más complicadas de identificar, se consultó a un especialista para corroborar que la identificación estaba correcta.

En cuanto a densidad de madera se eligieron tres árboles por especie del listado, ya que este dará una mejor precisión de la densidad de madera de cada bosque se tomaron árboles de 10

cm de DAP las muestras fueron pesadas con pesa digital luego introducidas al horno a 105°C por 48 h el peso fresco se resta con el peso seco y ese es el resultado. Para carbono aéreo se tomó en cuenta listado de especies arbóreas y sitios de muestreo anteriormente mencionados siguiendo el protocolo (N. Pérez et al., 2013).

### Dimensiones de parcelas temporales de muestreo

**Figura 3.** Dimensiones de parcelas temporales de muestreo



#### 7.3.1 Métodos, técnicas e instrumentos

**Método Observacional:** es aquella estrategia que sigue el método científico con el objetivo de poder observar y estudiar las conductas de las personas de una manera no reactiva, es decir, en un contexto natural donde los sujetos evaluados se comporten de manera espontánea y en donde el evaluado no intervenga ni modifique ningún aspecto. Debido a que el método observacional se encuentra dentro de las distintas modalidades del método científico, también debe cumplir una serie de requisitos para ajustarse a un procedimiento formal que se haya desarrollado de manera secuenciada, paso por paso y en orden, para que sea aplicado de una forma estructurada (Arrimaba, 2021).

#### Técnicas

Las observaciones directas son registros tomados que no requieren participación. Estos se registran mientras los participantes están involucrados en conductas rutinarias y se utilizan como un indicador (González, 2020).





## **7.4. Diseño metodológico**

### **Etapa I: Planificación y preparación**

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de Miraflores, ubicada a 30 km aproximadamente de la ciudad de Estelí. Se realizó búsqueda de información sobre la investigación abordada en Nicaragua, así como algunos aspectos relevantes se revisaron otras investigaciones, y se encontró la siguiente información:

- La caracterización de área de estudio Miraflores
- Datos de la composición de los tipos de bosques de Miraflores
- Metodologías para llevar a cabo el estudio

### **Delimitación de las áreas de estudio**

Aquí se decidió las áreas o sistemas donde se trabajó, siendo los sistemas de bosque seco, húmedo y pino- roble, delimitándolos a comunidades como lo son: Las mesitas, Saca de agua, El Sontule, El Zacatón, San Gabriel, El cebollal abajo y Apagui.

### **Diseño de parcela por muestreo**

Se tomaron parcelas de 0.25 ha (50×50 m) por tipo de bosque siendo un total de 24 parcelas, se identificaron los árboles del listado y se procedió a recolectar las muestras de contenido de materia foliar, captación de carbono, área foliar, y densidad de madera.

### **Elaboración de instrumentos para levantamiento de datos**

Los instrumentos que se utilizaron para el levantamiento de datos son:

- Inventario de árboles y número de parcela
- Nombres de las comunidades
- DAP de los árboles

### **Etapa II: Ejecución**

#### **Fase de preparación**

Se realizaron coordinaciones sobre los días que se iba a muestrear, visitas al área y reconocimiento de árboles, también se habló con algunos pobladores dueños de los terrenos para obtener permiso de realizar los muestreos.

#### **Toma de datos**

Se identificaron los sistemas donde se trabajó, en este caso bosque seco, húmedo, pino-roble, para estimar la diversidad taxonómica, se elaboró un listado de especies de árboles, con su nombre común seguido de nombre científico y código de árbol, en parcelas de 50×50 m (0.25 ha). Esto con el objetivo de ver la diversidad de especie de cada sistema, así como dominancia, familia, y número de especies por sistema. Para calcular la diversidad se utilizaron los cálculos de Riqueza de especies, índice de Simpson, índice de Shannon-Wiener.

Por consiguiente, se realizó la estimación de densidad de madera por método volumétrico, con el objetivo de calcular la densidad específica de la madera para cálculo de carbono aéreo,

este método consiste en introducir la muestra en una probeta de 500 ml con agua y observar el peso, por menos de 5 segundos, por consiguiente, se introdujeron las muestras de madera al horno a 105°C por 24 horas, el peso seco se divide por el peso fresco y este es el resultado siguiendo la metodología de (Chave, 2005) (N. Pérez et al., 2013). Se tomaron 3 árboles por especie para calcular el carbono aéreo se dio en tres etapas, la primera es la fase de campo donde se tomaron parcelas de 50×50 m para toma de datos, con árboles de 10 cm de DAP.

### **Etapa III: Procesamiento y análisis de datos**

#### **Plan de análisis de datos**

Las bases de datos se elaboraron en Microsoft Excel, para llevar un mejor control de los datos y variables anteriormente mencionados. La riqueza de especies y la diversidad de Shannon y Simpson se calculó usando números de Hill ( ${}^0D$  = riqueza de especies,  ${}^1D$  = entropía de Shannon,  ${}^2D$  = diversidad de Simpson) estimando el número efectivo de especies en cada parcela de muestreo (Hill, 1973). Las métricas de diversidad alfa calculadas con números de Hill se realizaron en el software Qeco (Di Rienzo et al., 2010) en la interfaz R (Package, 2022) con las iNEXT (C Hsieh et al., 2014) Para determinar la abundancia de especies en cada bosque se realizaron curvas de rango-abundancia propuestas por (Whittaker, 1965).

Para determinar densidad específica de la madera  $g\ cm^3$ , se utilizó el método de desplazamiento volumétrico (N. Pérez et al., 2013). Para estimar biomasa aérea de cada parcela se usaron las ecuaciones alométricas para bosque seco y húmedo propuestas por (Chave, 2005). El carbono almacenado en la biomasa aérea se estimó como 0.47% de la biomasa aérea según datos de (IPCC, 2006).

Los análisis estadísticos para determinar las diferencias en la densidad y carbono en cada tipo de bosque, se realizaron en InfoStat versión 2020 (Di Rienzo et al., 2010). Para ambas variables, se realizó un análisis de varianza usando Modelos Lineales Generales y Mixtos con el bosque como factor fijo. El supuesto de normalidad de los datos fue evaluado usando QQ-plot y la prueba de Shapiro-Wilks. En todos los casos se reportan las medidas  $\pm 1$  error estándar y las medidas se compararon usando la prueba LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

## Capítulo IV

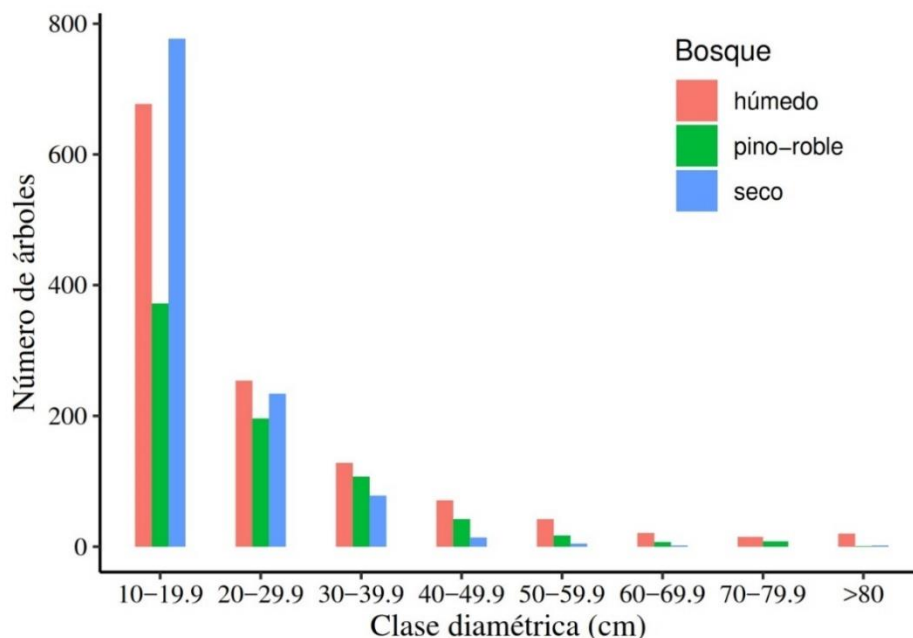
### 8. Análisis y discusión de resultados

#### 8.1. Estructura de la biodiversidad taxonómica

En la figura 5 se observa que el bosque seco fue el ecosistema con el mayor número de árboles en la clase diamétrica entre 10-19.9 cm de DAP, seguido del bosque húmedo y con menor relevancia el bosque pino-roble. Se puede visualizar una menor clase diamétrica en el intervalo 50-59.9 donde el bosque húmedo presenta mayor número de árboles, seguido del bosque pino-roble y con menor presencia el bosque seco, y por último en la clase diamétrica  $\geq 80$  no hay presencia del todo del bosque seco y con poco número de árboles el bosque húmedo y pino-roble. La caracterización de las distribuciones diamétricas proporciona información sobre la estructura de un rodal y ayuda en la planeación de los tratamientos silvícolas en masas forestales bajo manejo, las distribuciones diamétricas en masas mezcladas de especies del género (Cornelissen et al., 2003).

Esta figura nos presenta una J invertida que corresponde a las características de un bosque heterogéneo natural (Medrano & Torrez, 2008). En todos los sistemas la clase diamétrica  $\geq 10 \leq 19.9$  fue donde se concentra la mayor cantidad de árboles, a partir de acá se nota una clara J invertida, Siendo este un comportamiento de especies conforme al proceso de sucesión temprana descrito por otros autores como (D. Pérez et al., 2019) en una investigación realizada de Estructura, diversidad y valor de importancia para la conservación de los remanentes de bosque de trópico seco en la zona Norcentral Nicaragüense para el año 2019.

**Figura 5.** Clase diamétrica por número de árboles y tipo de bosque.

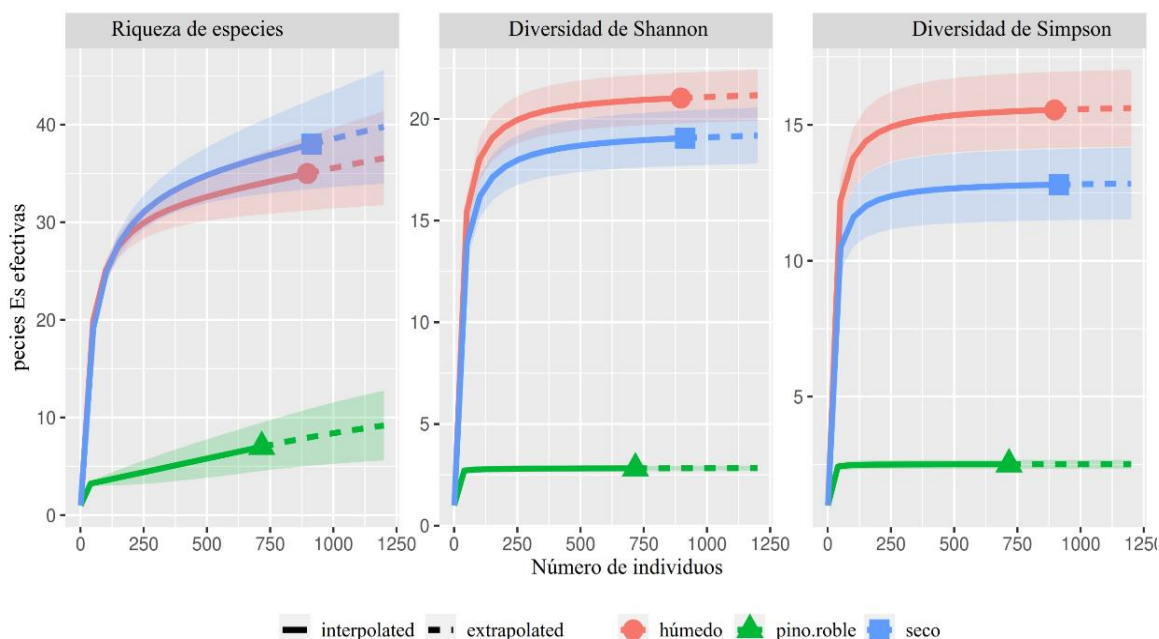


## 8.2. Curvas de rarefacción

La figura 6 nos muestra las curvas de rarefacción basadas en números de Hill de  $(q^0-q^1-q^2)$ , para los tres sistemas: bosque seco, bosque húmedo, y pino-roble; entre lo que son números de especies y la abundancia del individuo, para cada uno de los tres sistemas. Se puede observar que la mayor diversidad de especies está en el bosque seco y con menor presencia el bosque de pino-roble. Por otra parte, el bosque seco y el bosque húmedo posee una similitud de especies, así mismo una similitud en la cantidad de especies arbóreas; con un número de 2,879 individuos totales para los tres sistemas. Círculos representan el número de Hill del orden  $q^0$ , los triángulos del orden  $q^1$  y los cuadrados del orden  $q^2$  (Espejo & Morales, 2019).

El bosque con mayor riqueza de especies es el seco. en el primer orden índice de Shannon encontramos mayor número de individuos y especies en el bosque húmedo seguido de bosque seco y con menor cantidad de especie e individuos se encuentra el bosque de pino- roble. En el segundo orden diversidad de Simpson encontramos que el bosque húmedo; tiene mayor cantidad de especies y mayor número de individuos, seguido del bosque seco, teniendo en cuenta que poseen similitud en cierta cantidad de especies. De igual manera el bosque pino y roble con menor cantidad de especies y número de individuos. El pino-roble como podemos observar es consecuente, y no tiene variabilidad de especies, así como el número de individuos ya que es mínimo, porque este sistema solo es de coníferas, y su diversidad no es variada.

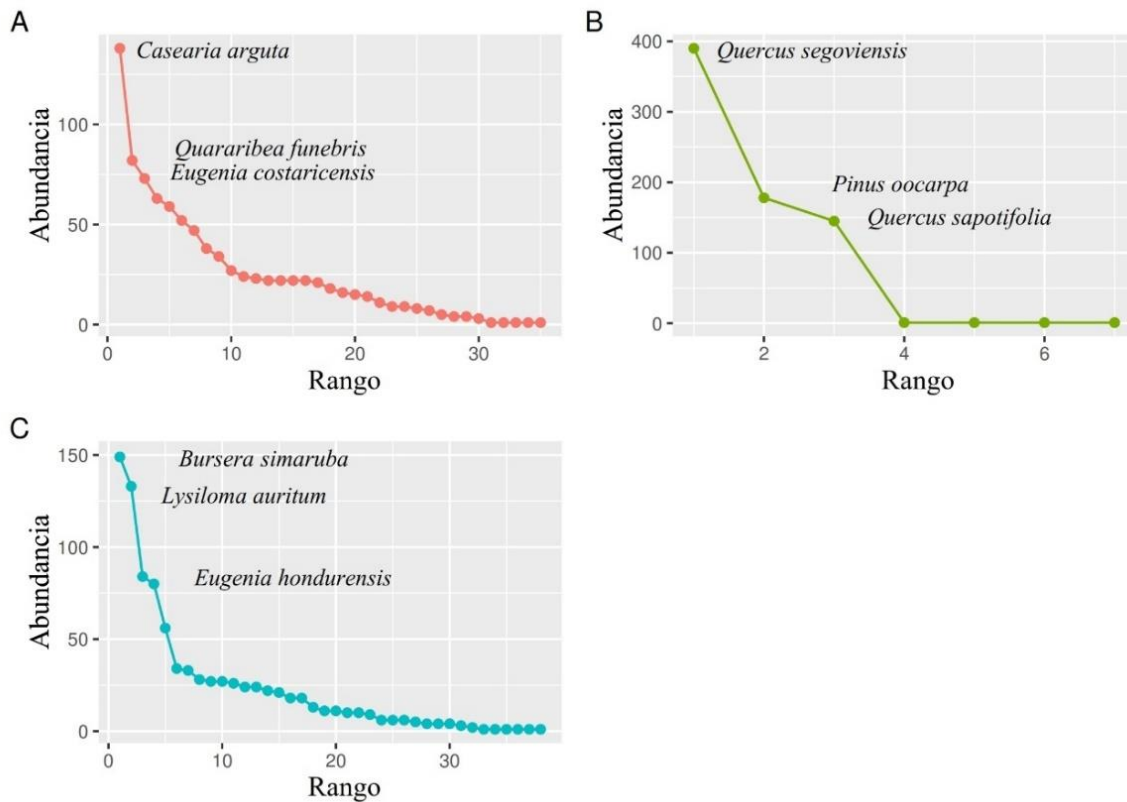
**Figura 6.** Curvas de rarefacción basadas en individuos (línea continua) y extrapolación (líneas discontinuas) de diversidad gamma basadas en números de Hill ( $q = 0, 1, 2$ ) para bosque seco, bosque húmedo y bosque pino-roble.



### 8.3. Abundancia de especies

Las especies dominantes en cuanto a abundancia arbórea en los tres tipos de sistemas (ver figura 7), se aprecia que en el bosque húmedo: *Casearia arguta*, *Quararibea funebris*, *Eugenia costaricensis* en el bosque pino-roble: *Quercus segoviensis*, *Pinus oocarpa*, *Quercus sapotifolia* y en el bosque seco las especies dominantes son *Bursera simaruba*, *Lysiloma auritum*, *Eugenia hondurensis* (ver más detalles en Anexo Tabla 4). Entre más se acerque la pendiente de la curva a “0”, más equitativa la representación proporcional de individuos entre las diferentes especies muestreada. Es decir, (1) entre más plano el pendiente, mayor equitativa existe en la representación de individuos por especies, y (2) entre más empinado el pendiente, mayor dominancia existe por algunas de las especies Aquino et al. (2013) y Dorsey et al. (2013) (Aquino & Catala, 2013).

**Figura 7.** Abundancia de especies bosque húmedo (A), bosque pino-roble (B) y bosque seco (C)

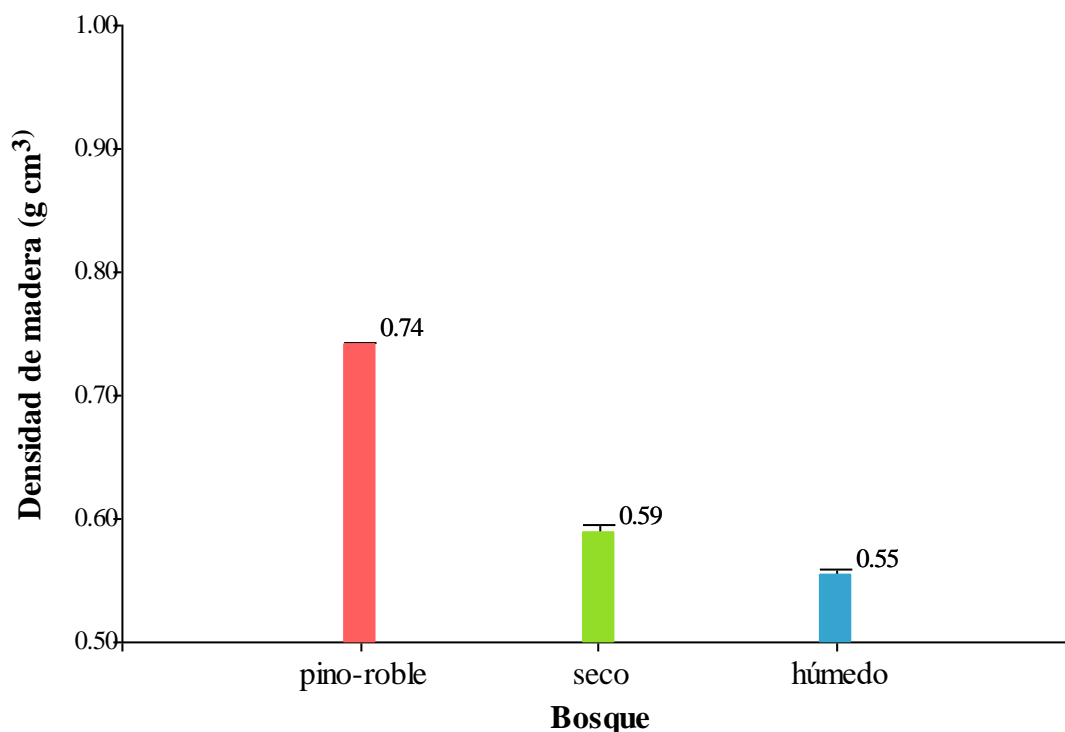


### 8.4. Densidad de madera

Se encontraron diferencias significativas en la densidad de madera entre los tres tipos de bosques ( $F = 596.81$ ,  $P < 0.0001$ ; ver figura 8). Se puede observar que el bosque pino-roble tiene mayor densidad específica de madera, por ende, en este sistema domina la especie *Quercus segoviensis* (Roble) y esta tiene una densidad específica de la madera alta; seguido del bosque seco, y con maderas más blandas en bosque húmedo, según un estudio realizado en México El valor promedio encontrado en la densidad de la madera del género *Quercus* fue

de  $0.79 \text{ g cm}^3$ , por lo que puede considerarse, de acuerdo con Echenique y Plumptre (1994) como una madera altamente pesada. El valor promedio estimado de la densidad de la madera en este género es mayor al registrado por Arredondo & Návar, (2016).

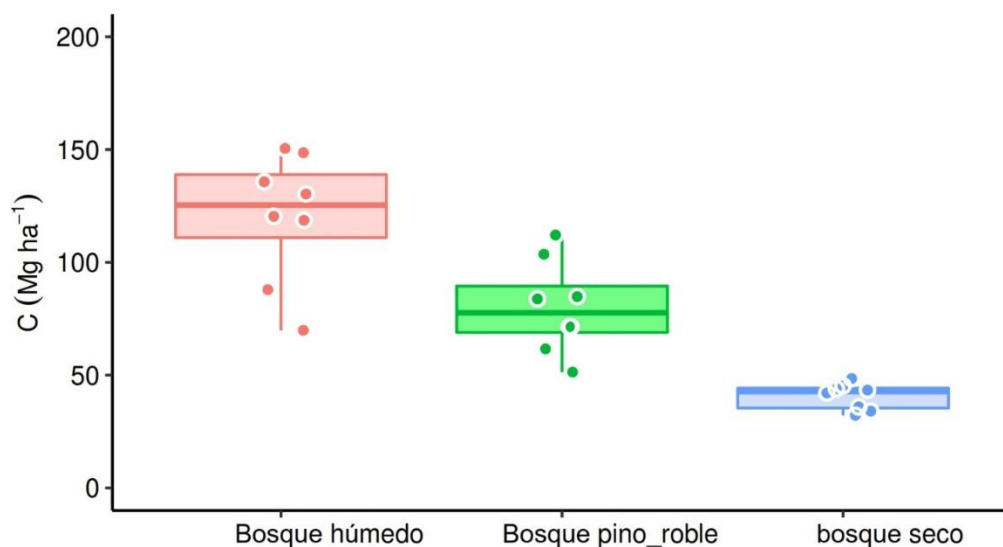
**Figura 8.** Densidad específica de la madera en tres tipos de bosques de la reserva natural protegida Miraflores Moropotente



### 8.5. Capacidad de almacenamiento de carbono aéreo

Se encontraron diferencias significativas en la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea entre los bosques evaluados ( $F = 41.68$ ,  $P < 0.0001$ ; ver figura 9). Para los datos del bosque húmedo se observa que la cantidad de carbono es de  $110 \text{ Mg C/ha}$  por otra parte, el pino-roble tiene una cantidad de  $75 \text{ Mg C/ha}$  y con menos cantidad de carbono el bosque seco con  $50 \text{ Mg C/ha}$ . Según la FAO (2005) la mayoría de los bosques sumideros de Carbono son bosques tropicales. El Carbono que está en sumideros superficiales varía entre  $60$  y  $230 \text{ Mg de C ha}^{-1}$  en bosques primarios, y entre  $25$  y  $190 \text{ Mg de C ha}^{-1}$  en bosques secundarios. Los resultados del presente estudio demuestran que la productividad de estos bosques está dentro de lo mínimo esperado para bosques secundarios (Salazar, 2010).

**Figura 9.** Cálculo de carbono almacenado en la biomasa aérea por tipo de bosque



Los resultados encontrados en este estudio indican valores altos de C en la biomasa, Brown et al., (1989), reportan valores promedios de carbono almacenado en bosques secos tropicales que oscilan entre 27 y 36 t C/ha; por su parte Connolly y Corea (2007), estiman que el bosque tropical seco tiene como promedio 27 t C/ha a nivel de América Latina (Rodríguez, 2019). Al igual que el estudio de Rodríguez Guido 2019 que se determinó un total de 48.95 t C/ha para las dos parcelas permanentes de muestreo en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante Chacocente (Guido, 2019). Se ha estimado que la biomasa contiene el 50 % de carbono según el IPCC, (2006) entrando en el rango anteriormente mencionado.

## Capítulo V

### 9. Conclusiones

El sistema con mayor número de árboles es el bosque seco, con un número de árboles de 914, seguido del bosque húmedo con 879, y finalmente el bosque pino-roble con 717 árboles. En relación con la estructura horizontal del bosque, se encontró un claro patrón de J invertida, lo que indica que estos son bosques secundarios en procesos de sucesión temprana. Por otra parte, se demostró que el bosque seco y bosque húmedo presentaron la mayor riqueza de especies, diversidad de Shannon y Simpson con relación al bosque de pino-roble. Con relación a las especies dominantes en el bosque húmedo estas fueron: *Casearia arguta*, *Quararibea funebris*, *Eugenia costaricensis*; en el bosque pino-roble: *Quercus segoviensis*, *Pinus oocarpa*, *Quercus sapotifolia* y en el bosque seco estas fueron: *Bursera simaruba*, *Lysiloma auritum*, *Eugenia hondurensis*. El bosque pino-roble tuvo la densidad de madera más alta de los sistemas evaluados seguido del bosque seco y por último bosque húmedo. Se rechaza la hipótesis planteada anteriormente ya que, el bosque húmedo tuvo mayor cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea, probablemente porque en este sistema se encuentran las mayores áreas basales.



## **10. Recomendaciones**

- A la universidad FAREM Estelí que realicen más estudios de este tipo ya que es muy importante para ayudar a crear planes de manejo forestales en el país.
- A los futuros ingenieros ambientales a darle seguimiento a este estudio ya que podríamos entender mejor los servicios ecosistémicos que aportan los bosques de nuestro país.
- A la Alcaldía, que realice proyectos de reforestación en el área protegida Miraflores Moropotente para poder optar a pagos por servicios ecosistémicos.

## 11. Referencias bibliográficas

- Aquino, S. (2009). *Impactos humanos en la provisión de servicios ecosistémicos por bosques tropicales muy húmedos: un enfoque de ecología funcional*. 113.
- Arredondo, F., & Návar, J. (2016). Estimación de la densidad de madera en árboles de comunidades forestales templadas del norte del estado de Durango, México. *Madera y Bosques*, 18, 77. <https://doi.org/10.21829/myb.2012.1811139>
- C Hsieh, A. T., Ma, K. H., Chao, A., & C Hsieh, M. T. (2014). Package “iNEXT” Title Interpolation and Extrapolation for Species Diversity. *Cran.Pau.Edu.Tr*, 7(12), 1451–1456.
- Chave, J. (2006). *Measuring wood density for tropical forest trees a field manual*. [http://www.rainfor.org/upload/ManualsEnglish/wood\\_density\\_english\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsEnglish/wood_density_english[1].pdf)
- Córdova, Z. (2012). Success from failure. *Pharmaceutical Manufacturing and Packing Sourcer*, 24(SUMMER), 100–106.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., Ter Steege, H., Morgan, H. D., Van Der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G., & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335–380. <https://doi.org/10.1071/BT02124>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Pla, L., Vilchez, S., & Di Rienzo, M. J. (2010). Qeco-Quantitative ecology software : A collaborative approach. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 1(1), 73–75.
- FAO. (2005). *DE LOS RECURSOS FORESTALES*.
- Fernández, F. (2007). *DIVERSIDAD FUNCIONAL DE BOSQUES MUY HÚMEDOS TROPICALES EN EL NORESTE DE COSTA RICA A PARTIR DE RASGOS FOLIARES Y DENSIDAD DE LA MADERA*.
- Ferriol, M., & Merle, H. (2002). La Pérdida De La Biodiversidad. *Grupo Intergubernamental De Expertos Sobre El Cambio Climático*, 26(6), 236. <http://www.pnas.org/cgi/content/long/99/26/16812>
- Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., & Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería de Las Américas*, 45, 27–36.
- INAFOR. (2008). *Análisis de la situación del sector forestal en Nicaragua*.
- IPCC. (2006). *RE FINEMENT TO THE 2006 2 IPCC GUIDELINES FOR 3 NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES*. 1–15.
- Laguna, P. (2019). Universidad Nacional Agraria. *Tesis*, 59. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl73r457.pdf>
- Marcela, S., & Benavides, B. (2012). *Caracterización de las especies arbóreas presentes en el bosque seco tropical en el norte de Nicaragua del Paisaje Terrestre Miraflores Moropotente*.
- Ortuño, . Joasli Madaí Blandón, & Ramírez, S. J. B. (2022). *Trabajo monográfico para optar Ingeniero Ambiental*. 40. file:///C:/Users/DELL/Downloads/Monografia

- bosques Ambiental 2021- Corregida.pdf
- Osorio, R. E. (2013). *CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL*.
- Package, T. (2022). *Package ‘ rTLS .’*
- Pérez, D., Herrera, H., & Palacios, J. (2019). *Estructura de diversidad y valor de importancia para la conservación de los remanentes de bosque de trópico seco en la zona Norcentral Nicaraguense*. 1–48.
- Pérez, N., Pestoni, S., Gallardo, N., & Kowaljow, E. (2013). Influencia del método de dispersión en el fraccionamiento físico de un suelo de Argentina Central. *Ciencia Del Suelo*, 38, 187–191.
- Ruiz Osorio, E. C. (2013). *Impacto potencial del cambio climático en bosques de un gradiente altitudinal a través de rasgos funcionales*. 50.
- Ruiz, V., Save, R., & Herrera, A. (2013). Multitemporal analysis of land use change in the Terrestrial Protected Landscape Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993-2011. *Ecosistemas*, 22(3), 117–123. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-3.16>
- Salasar, E. (2010). “ *Caracterización de remanentes de bosque , con potencial para el mantenimiento de la calidad ambiental , en la parte Este del Lago Cocibolca , Nicaragua , 2010 .*”
- Sampieri, Collado, & Baptista. (2003). *Metodología de la investigación*. 4(1), 88–100.
- Vanegas, M. J. L., Duarte, A. V. L., & Peralta, . Ivania Lineth López. (2012). *TRABAJO MONOGRAFICO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE SISTEMAS Estudio de Pre-factibilidad para la Creación de un Hotel Eco-Turístico en la Reserva Mirafior en el Departamento de Estelí*. 148.
- Whittaker, R. H. (1965). *Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution*. *Science*,. 9(1965), 11–18.

## 12. Anexos.

**Tabla 1.** *Para datos de densidad de madera*

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>DAP 1</b>	<b>DAP 2</b>	<b>DAP 3</b>

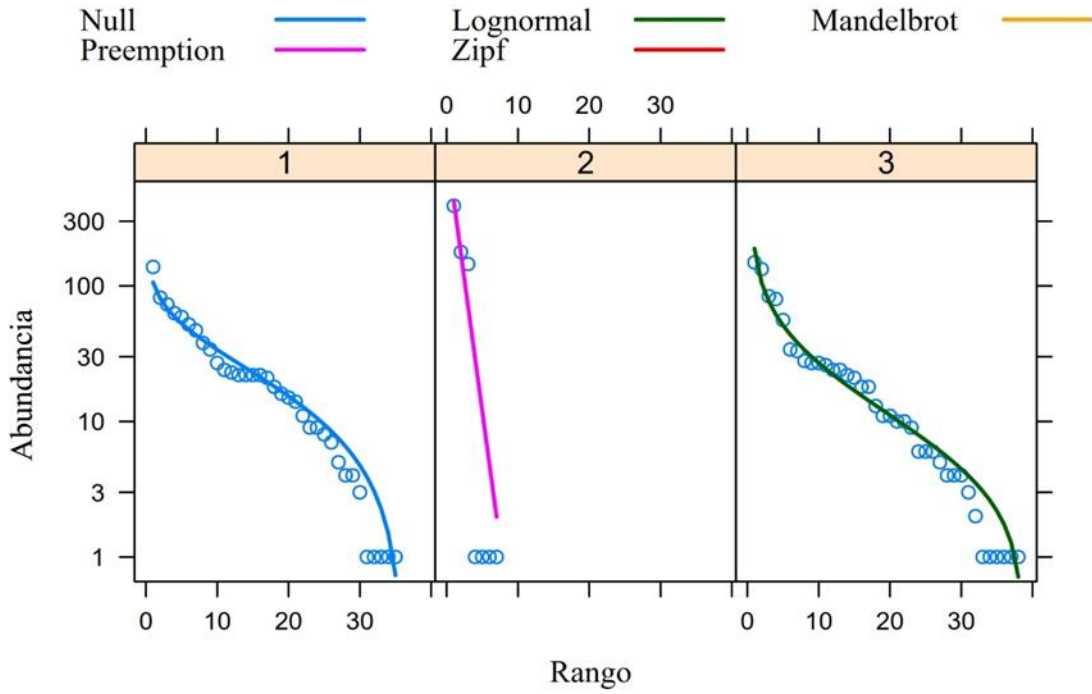
**Tabla 2.** *De identificación de especies de diversidad taxonómica y funcional*

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Código</b>	<b>Familia</b>	<b>N° de arboles</b>	

**Tabla 3. Número de árboles por tipo de bosque**

Especie	Código	Bosque húmedo	Bosque pino-roble	Bosque seco
<i>Adelia barbinervis</i>	ADELBA	0	0	1
<i>Apoplania paniculata</i>	AOPPA	0	0	10
<i>Beilschmiedia riparia</i>	BEILRI	1	0	0
<i>Bourreria andrieuxii</i>	BOURAN	0	0	11
<i>Bursera permollis</i>	BURSPE	0	0	10
<i>Bursera simaruba</i>	BURSSI	0	0	149
<i>Caesalpinia velutina</i>	CAESEX	0	0	11
<i>Caesalpinia exostemma</i>	CAESVE	0	0	33
<i>Calatola costaricensis</i>	CALACO	22	0	0
<i>Casearia arguta</i>	CASEAG	138	0	0
<i>Cecropia peltata</i>	CECRPE	11	0	0
<i>Cinnamomum costaricanum</i>	CINNCO	52	0	0
<i>Clusia belizensis</i>	CLUSBE	0	0	5
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	COCHVI	0	0	13
<i>Colubrina elliptica</i>	COLUEL	0	0	21
<i>Cordia alliodora</i>	CORDAL	0	0	18
<i>Cordia croatii</i>	CORDCR	18	0	0
<i>Cordia gerascanthus</i>	CORDGE	0	0	80
<i>Crateva palmeri</i>	CRATPA	0	0	2
<i>Cupania glabra</i>	CUPAGL	27	0	0
<i>Damburneya salicifolia</i>	DAMBSA	9	0	0
<i>Dendropanax arboreus</i>	DENDAR	63	0	0
<i>Diospyros acapulcensis</i>	DIOSAC	0	0	22
<i>Drypetes lateriflora</i>	DRYPLA	47	0	0
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	ENTECY	0	1	3
<i>Eugenia costaricensis</i>	EUGEKO	73	0	0
<i>Eugenia hondurensis</i>	EUGEHO	0	0	84
<i>Ficus aurea</i>	FICUAU	7	0	0
<i>Ficus colubrinae</i>	FICUCO	1	0	0
<i>Ficus velutina</i>	FICUVE	3	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUAZUL	0	1	27
<i>Guettarda macrosperma</i>	GUETMA	0	0	1
<i>Gyrocarpus americanus</i>	GYROAM	0	0	27
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	HELIAP	59	1	0
<i>Ilex haberi</i>	ILEXHA	16	0	0
<i>Inga oerstedia</i>	INGAOE	1	0	0
<i>Inga punctata</i>	INGAPU	4	0	0
<i>Karwinskia calderonii</i>	KARWC	0	0	6
<i>Lepidocordia williamsii</i>	LEPIWI	0	0	4
<i>Leucaena shanonii</i>	LEUCSH	0	0	28
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	LONCMI	0	0	1
<i>Lonchocarpus morenoi</i>	LONCMC	0	0	56
<i>Lonchocarpus oliganthus</i>	LONCOL	22	0	0
<i>Lysiloma auritum</i>	LYSIAU	0	0	133
<i>Machaerium nicaraguense</i>	MACHNI	0	0	1
<i>Maclura tinctoria</i>	MACLTI	0	0	4
<i>Manilkara chicle</i>	MANICH	1	0	0
<i>Mariosousa centralis</i>	MARICE	0	0	24
<i>Meliosma dentata</i>	MELIDE	34	0	0
<i>Nectandra miraflores</i>	NECTMI	9	0	0
<i>Persea donnell-smithii</i>	PERSDO	21	0	0
<i>Pinus oocarpa</i>	PINUOO	0	178	0
<i>Pisonia aculeata</i>	PISOAC	0	0	1
<i>Platymiscium parviflorum</i>	PLATPA	0	0	26
<i>Plumeria rubra</i>	PLUMRU	0	0	9
<i>Pouteria izabalensis</i>	POUTIZ	4	0	0
<i>Pouteria viridis</i>	POUTVI	22	0	0
<i>Quararibea funebris</i>	QUARFU	82	0	0
<i>Quercus insignis</i>	QUERIN	23	0	0
<i>Quercus sapotifolia</i>	QUERSA	0	145	0
<i>Quercus segoviensis</i>	QUERSE	0	390	0
<i>Rehdera trinervis</i>	REHDTR	0	0	34
<i>Robinsonella lindeniana</i>	ROBILI	0	0	6
<i>Roupala glaberrima</i>	ROUPGL	5	0	0
<i>Ruprechtia nicaraguensis</i>	RUPRNI	0	0	24
<i>Sapium glandulosum</i>	SAPIGL	22	0	0
<i>Sapium macrocarpum</i>	SAPIMA	1	0	0
<i>Senna atomaria</i>	SENNAT	0	0	4
<i>Spondias purpurea</i>	SPONPU	0	0	18
<i>Styrax nicaraguensis</i>	STYRNI	24	0	0
<i>Tapirira mexicana</i>	TAPIME	8	0	0
<i>Trichilia americana</i>	TRICAM	0	0	6
<i>Trophis mexicana</i>	TROPME	38	0	0
<i>Ulmus mexicana</i>	ULMUMI	15	0	0
<i>Vachellia pennatula</i>	VACHPE	0	1	1
<i>Zanthoxylum schreberi</i>	ZANTSC	14	0	0
<b>Total</b>		<b>897</b>	<b>717</b>	<b>914</b>

**Figura 10.** *Rango abundancia*

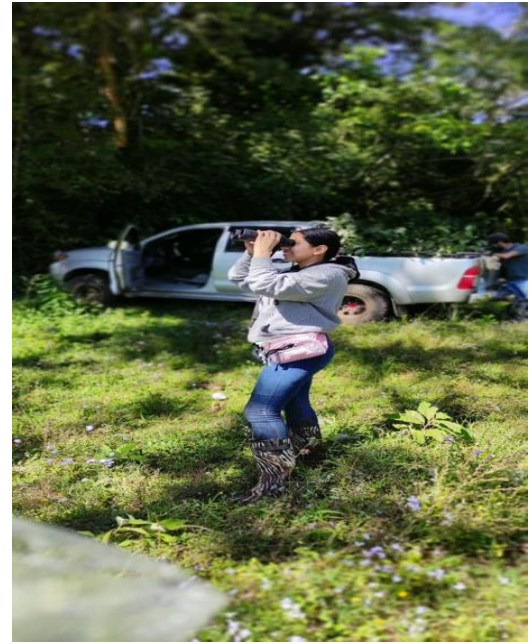


**Figura 11.** *clasificación de especies arbóreas*

**Figura 12.** *Observación de especies arbóreas*



**Figura 14.** *Procesamiento de muestras para densidad de madera*



**figura 13:** *Muestras para cálculo de densidad de madera*

