



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí

Inventario forestal para el establecimiento de un arboretum en la Estación Experimental para el estudio del Trópico seco “El Limón”, Estelí.

Trabajo de seminario de graduación para optar

al título de

Ingeniero Ambiental

Autores/as:

Br. Wendy María González Cárcamo

Br. Kevin Oniel Morales González

Br. Wilda del Carmen Valdivia Acuña

Tutor:

MSc. Kenny López Benavides.

Estelí, 17 de febrero de 2020



Señor, tú eres mi Dios; te exaltaré y alabaré tu nombre porque has hecho maravillas. Desde tiempos antiguos tus planes son fieles y seguros.

Isaías 25: 1

Dedicatorias

Wilda del Carmen Valdivia Acuña:

Dedico mi seminario de graduación en primer lugar a Dios quien me ha dado la sabiduría, a mis padres Consuelo y Wilfredo Valdivia, por ser mi soporte a lo largo de toda mi vida, a mi esposo Douglas Galán por ser, ese motor que necesitaba para concluir con mi carrera universitaria, a mi amada hija Dulce Galán quien, con su sonrisa, me motiva a luchar y así salir adelante, a mis hermanas Belén y Alejandra Valdivia, por sus consejos y oraciones. Nunca olvidando la cita bíblica que todo lo puedo en Cristo que me fortalece, esta es una de las tantas victorias que tendré en el nombre de mi Señor Jesús.

Kevin Oniel Morales González:

Dedico este trabajo primeramente a Dios padre por darme la vida y llenarla cada día de felicidad, concederme sabiduría, paciencia y fortaleza en los momentos difíciles, guiar cada paso de mi vida y ayudarme a cumplir las metas propuestas. A Dios sea la gloria por lo que ha hecho por mí.

A mi Madre Aura Elena González por brindarme su amor, comprensión y cariño durante el transcurso de mi vida, por su gran esfuerzo y sacrificio para culminar mis estudios y a mi pequeño hijo Yeshua Adriel Morales por ser mis motivaciones a ustedes por siempre mi corazón y agradecimiento.

A mis maestros que han sido parte de mi formación educativa, influyendo con sus lecciones y experiencias en formarnos como personas de bien y prepararnos para los retos que nos pone la vida, a cada uno de ustedes gracias.

A mis hermanos, amigos y familiares que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”

Filipenses 4:13

Wendy María González Cárcamo:

Dedico el presente trabajo investigativo principalmente a Dios porque a él de debo todo lo que soy, por brindarme sabiduría, entendimiento y conocimiento día a día, por fortalecerme y perseverar cada mañana con un propósito nuevo; es un honor y privilegio para mí dedicar al rey de reyes este trabajo.

A mis padres, abuelita, hermanos por su apoyo incondicional por ser pilares importantes de mi vida a quienes amo y atesoro con todo mi corazón; ellos han sido motor por el cual no desvanecer en los momentos difíciles y todo el sacrificio se viene a resumir a ellos.

A mi mamá por plan de Dios Milagros Misey Olivas Hurtado, por haberme acogido en su hogar y tratarme como una hija más durante los 5 años de estadía en su amoroso hogar y calidez de madre mi gratitud es infinita hacia ella.

A mis amigos, compañeros y maestros, cada uno de ellos poseen habilidades y aptitudes extraordinarias lo que los convierte en especiales y auténticas, a todas las personas que de un modo u otro han sido partícipes de esta gran trayectoria y permitieron que todo esto fuese posible y el día de hoy todo el sacrificio lo valga; así mismo lograr la satisfacción de en el cual se pueda ver culminada este proceso investigativo.

Infinitamente gracias.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre nuestras vidas y a toda nuestra familia por estar siempre presentes.

Así mismo, deseamos expresar nuestro reconocimiento a los diferentes docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN Managua-FAREM-Estelí, por haber compartido con nosotros durante estos cinco años de sus conocimientos, para que hoy nosotros fuésemos profesionales de calidad, por orientarnos con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pudiéramos aplicar nuestras habilidades como ingenieros ambientales.

A nuestro tutor MSc. Kenny López Benavides quien nos habló de este proyecto tan importante y creyó en nosotros, para realizarlo de la mejor manera posible, siendo de gran apoyo en el transcurso de nuestra investigación, del mismo modo agradecer al ingeniero Luis Andrés Pérez Díaz, encargado del área de fomento de INAFOR - Estelí por su valiosa ayuda y colaboración para la realización de un polígono y zonificación del área del arboretum.

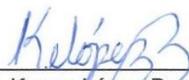
Estelí, 26 de febrero 2020

MSc. Wilfredo Van de Velde Blandón
Director del Departamento docente de Ciencias Tecnológicas y Salud
UNAN-Managua / FAREM-Estelí

Estimado maestro Van de Velde, reciba un fraterno saludo.

A través de la presente hago constar que el informe final de investigación, realizado en la modalidad de Seminario de Graduación, titulado "***Inventario forestal para el establecimiento de un arboretum en la Estación experimental para el estudio del trópico seco "El Limón", Estelí.*** Elaborado por los bachilleres Wendy María González Cárcamo, Kevin Oniel Morales González y Wilda del Carmen Valdivia Acuña. Contiene las sugerencias de forma y fondo, realizadas por el tribunal evaluador, al momento de su presentación y defensa.

Agradeciendo la atención a la presente, aprovecho para saludarle.



MSc. Kenny López Benavides
Docente – investigador
UNAN-Managua / FAREM-Estelí

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Justificación.....	13
1.2 Definición del problema.....	15
1.3 Antecedentes	16
II.OBJETIVOS	18
2.1 General	18
2.2 Específicos	18
III.MARCO TEÓRICO	19
3.1 Aspectos generales de un arboretum.....	19
El arboretum como estrategia para la conservación de especies nativas.....	19
3.2. El bosque.....	21
3.3 Importancia del bosque	21
3.4 Perspectivas del desarrollo forestal	22
3.5 Uso y manejo del bosque	23
3.6 Bosque de galería	23
3.7 Bosque seco Tropical	24
3.7.1. Generalidades del bosque seco tropical.....	26
3.7.2. Factores limitantes para el bosque seco	26
3.7.2.1.Falta de agua	27
3.7.2.2.El fuego	27
3.7.2.3.El suelo.....	27
3.7.2.4.La luz.....	28
3.7.2.5.Nutrientes	28
3.8 Abundancia	28
3.9 Diversidad arbórea	29
3.10 Riqueza de especies.....	29

IV. HIPÓTESIS.....	30
Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables e indicadores.....	31
V. MATERIALES Y MÉTODOS	32
5.1. Área de estudio.....	32
5.2. Tipo de estudio.....	32
5.3. Población y muestra	33
5.4. Tipo de muestreo.....	33
5.5. Etapas generales del proceso de investigación.....	33
5.5.1. Etapa de gabinete inicial	33
5.5.2. Etapa de Campo	34
5.5.3. Etapa de gabinete final	34
5.5.3.1 Análisis estadístico.....	35
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
6.1. Descripción taxonómica de la composición de especies arbóreas en ecosistema de bosque seco y galería para el establecimiento de un arboretum.	37
6.1.1 Identificación taxonómica de las especies arbóreas presentes en ecosistema de bosque seco.	38
Tabla 2. Especies forestales encontradas en ecosistema bosque seco.....	39
6.1.2 Identificación taxonómica de las especies arbóreas presentes en ecosistema de bosque de galería.....	40
Tabla 3. Especies forestales encontradas en ecosistema bosque de galería	41
6.1.3 Diversidad en ecosistema de bosque seco y galería	42
Gráfico 1. Índice de diversidad arbórea según los tipos de ecosistema	42
6.1.4 Volumen en pie de las especies forestales encontradas en ecosistema de bosque seco y galería.....	42
VII. CONCLUSIONES.....	44
VIII. RECOMENDACIONES	45
IX. BIBLIOGRAFÍA	46

X. ANEXOS.....	48
10.1 Cronograma de actividades	48
10.2 Fotografías.....	50
10.3 Tabla de recolección de datos	52
10.4. Glosario de palabras desconocidas.....	53
10.5 Glosario de abreviatura	55

Resumen

Los bosques son recursos mundiales importantes que proporcionan una amplia gama de beneficios medioambientales, económicos y sociales donde se realizan diagnósticos forestales. El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la composición florística de especies forestales encontradas en el ecosistema de bosque seco y galería, en la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, Estelí. La metodología empleada consistió en censar todas las especies forestales encontradas en la superficie destinada para el establecimiento del arboretum Felipe Urrutia, donde se reflejó una muestra de 3.311 Ha. se registraron las siguientes variables: abundancia, altura de los árboles (m), diámetro a la altura del pecho (cm). Mediante las variables antes mencionadas se calculó el volumen de madera en pie de los dos ecosistemas mayor o igual a 10 cm. Obteniendo como resultado la especie más representativa y abundante *Guazuma ulmifolia* en ambos ecosistemas.

Palabras clave: especie, censar, diversidad, volumen en pie, abundancia.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques son recursos mundiales importantes que proporcionan una amplia gama de beneficios medioambientales, económicos y sociales. Suministran diversos productos valiosos, como madera, leña, fibras y otros productos forestales madereros y no madereros, y contribuyen a los medios de vida de las comunidades rurales. Así mismo, proporcionan servicios ecosistémicos esenciales, como la lucha contra la desertificación, la protección de las cuencas hidrográficas, la regulación del clima y la conservación de la diversidad biológica, y desempeñan una función importante en el mantenimiento de los valores sociales y culturales (FAO, 2010).

Los bosques también pueden desempeñar un papel importante para hacer frente a los problemas generados por el cambio climático mundial. Por ejemplo, absorben el carbono de la atmósfera y lo almacenan en los árboles y los productos forestales. Si los bosques se gestionan adecuadamente, también pueden proporcionar madera, una alternativa renovable a los combustibles fósiles. La conservación de toda la superficie forestal, la replantación de los bosques talados y la ordenación forestal con objeto de mantener un crecimiento vigoroso son maneras importantes de reducir la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera. Es de suma importancia evitar que los bosques del mundo sufran daños. La superficie forestal mundial supera ligeramente los 4 000 millones de hectáreas, lo que representa el 31 por ciento de la superficie total de tierra (FAO, 2010).

La evaluación de los bosques es muy importante para definir los Planes de Manejo, que tienen la finalidad de conservar la biodiversidad que conforman los diferentes ecosistemas del bosque húmedo tropical y mejorar la calidad de vida del poblador amazónico, así como también para conservar la calidad del medio ambiente que es una necesidad en el planeta (Pizarro, 2014).

El diagnóstico forestal es un inventario de todos los árboles de valor comercial existentes en un área de explotación anual. Las actividades de un censo son realizadas uno o dos años antes de la explotación, involucrando la delimitación de los rodales, apertura de las trochas de orientación, identificación, ubicación y evaluación de los árboles de valor comercial.

También otros datos, como la presencia de quebradas áreas con gran cantidad de lianas y variaciones topográficas, útiles al plan de explotación y a las prácticas silviculturas, son verificados durante el censo forestal (Pizarro, 2014).

Un diagnóstico forestal es un conteo de los árboles existentes en el área determinada, nos permite conocer la ubicación precisa de los árboles en una determinada área y sus características como (altura total, altura comercial, y diámetro). Además, podemos identificar el número de especies existentes en el área del terreno (Pizarro, 2014).

Lo expresado anteriormente conlleva el interés de investigación y seguimiento de inventario actual sobre la caracterización taxonómica de especies encontradas en bosque de galería y bosque seco en la Estación Experimental para el estudio del Trópico seco El Limón-Estelí, con el propósito de investigar científicamente estas especies para poder crear un arboretum; la realización de este arboretum tiene como objetivo dar a conocer diversos aspectos sobre la flora nacional, para motivar la protección, conservación y un buen aprovechamiento de los recursos naturales. Así mismo ayudar en la comprensión del estudio científico de las plantas para conocer mejor su taxonomía, ecología, propiedades y usos (Estrada, 2002).

1.1 Justificación

Esta investigación se realizó con el propósito de dar continuidad a la elaboración de un arboretum para el estudio del bosque seco tropical en la Estación Experimental, ubicado en la comunidad El Limón. El cual servirá a estudiantes de educación primaria, secundaria, estudiantes universitarios, maestros y población en general para conocer más sobre la flora de Nicaragua.

Con la existencia de un espacio dedicado a la concientización sobre la importancia del conocimiento de las especies forestales desde el punto de vista ecológico, social y económico se podría incidir en cambios de actitudes de la comunidad académica que redunden en acciones concretas para la conservación y recuperación de las especies forestales nativas de la zona. El contar con un arboretum en la estación experimental el Limón se justifica desde los puntos de vista ecológico, social y económico, como se indica a continuación:

El punto de vista ecológico

La pérdida de masas boscosas en la zona producida por graves problemas de tipo ambiental originados por múltiples causas, dentro de las cuales la más importante está relacionada con la intervención de la especie humana en la modificación de su entorno, se suma a la escasa formación en valores ecológicos y a la falta de una conciencia ambiental en las personas vinculadas a la institución, vislumbrando un horizonte poco favorable para la conservación de los seres vivos, y de los ecosistemas.

El punto de vista social

Al no existir en el municipio de Estelí un proyecto orientado al reconocimiento del capital natural de la región, ni un espacio a través del cual se le pueda enseñar a las generaciones actuales sobre las especies forestales nativas, se pone en consideración el diseño e implementación de un arboretum como escenario demostrativo y de aprendizaje, se espera con ello llevar un mensaje sobre la importancia de reconocer los recursos naturales de la zona y sus usos potenciales para la generación de servicios ecosistémicos.

El punto de vista económico

Es importante el hecho de proyectarse económicamente, por ello, mediante la creación de un escenario como el arboretum, se genera un nuevo espacio para conocer los diferentes usos y los beneficios económicos que las especies arbóreas nativas del municipio podrían aportarles a los habitantes de la región. De esta manera, se espera que los estudiantes transmitan lo aprendido a sus familias, creándose un intercambio de conocimientos para el manejo de las especies en las fincas de la zona, brindando la oportunidad de comparar los usos y beneficios de cada especie, y las ventajas de su empleo en los sistemas productivos locales.

1.2 Definición del problema

Nicaragua no contaba con un espacio establecido orientado al reconocimiento del capital natural y un espacio a través del cual se les pueda enseñar a las generaciones actuales cuales son las especies forestales propias de su región y cuáles son los beneficios ecológicos, sociales y económicos que estas brindan.

De ahí el hecho de realizar un arboretum en la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón” Estelí, en el año 2018 - 2019 se tomó la iniciativa por el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional mediante el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), el crear espacios socioambientales con el establecimiento de arboretum y de esta manera dar el manejo adecuado de este bosque, recuperando así parte de la biodiversidad, abundancia de especies, riqueza y volumen.

Se plantea la siguiente pregunta; con el arboretum ya establecido ¿Cómo caracterizar la composición florística de especies forestales encontradas en el ecosistema de bosque seco y galería, en la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, Estelí?

1.3 Antecedentes

El Inventario Forestal Nacional de Nicaragua (2007-2008), bajo la dirección de Wing León Lau Williams, se realizó con el objetivo de crear un inventario forestal nacional que contribuya al manejo y utilización de los recursos naturales de forma sustentable para mejorar la eficacia del uso, el costo de la actividad forestal y el nivel de vida de la población rural.

La base metodológica del Inventario Forestal Nacional proviene del Programa de Monitoreo y Evaluaciones Nacionales Forestales de la FAO, se realizó un proceso de consulta sobre las necesidades de información a nivel nacional y homogenización de clases de uso de la tierra y tipos de bosque, con actores claves del sector forestal se efectuaron consultas con profesionales del sector, entre otros de INAFOR, MAGFOR, MARENA, universidades y centros técnicos, agencias de cooperación y algunas ONG.

Finalmente, se elaboró el borrador del manual de campo, que fue validado durante el primer taller de capacitación para levantamiento de datos. Se encontró el volumen total estimado para todo el país de unos 665.16 millones de m³, dividiéndose en áreas de bosque con unos 481.74 millones de m³ y unos 183.42 millones de m³ para las áreas fuera de bosque. La relación de esta investigación con el presente trabajo concuerda con las variables planteadas en el presente estudio, al momento de realizar consultorías para la discusión de resultados y realización de polígono del área muestreada, teniendo presente el abordaje realizado por estos autores.

El Inventario Forestal Nacional de España (2005), describe los indicadores seleccionados para la estimulación y valoración de la biodiversidad, en el estudio utilizaron indicadores que han sido elegidos de acuerdo con los criterios de facilidad de medición, objetividad y aportación relevante a la evaluación de la biodiversidad y a través de ellos se evalúa la biodiversidad estructural y funcional, así como su composición.

Esta investigación proporciona las pautas para la realización de inventarios forestales nacionales también se recogen una serie de criterios de conservación que deben tenerse en cuenta con el objetivo de gestionar para conservar la biodiversidad. Se relaciona al presente

estudio debido a la similitud de facilidad de la medición de las especies y variables a través de la descripción de la composición florística.

En el municipio de Estelí (2017-2018) se realizó una investigación con el fin de llevar a cabo el establecimiento de un arboretum en la Estación Experimental El Limón, este fue un trabajo de seminario de graduación de las ingenieras Ethel Gissella Velásquez Cruz, Idalia Belén Ramos Mejía y Francis Massiell Cruz Salgado, para optar al título de Ingenieros Ambientales.

Para la continuidad de la investigación de las colegas mencionadas anteriormente, se proporcionó un trabajo previo, inicialmente en el censo forestal para el establecimiento de un arboretum en la Estación Experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, Estelí, permitió generar un acercamiento al objeto de estudio, posteriormente se elabora el tema y diferentes objetivos al trabajo inicial y finalmente un protocolo de investigación. La relación con esta investigación es que son procedentes del mismo objeto de estudio, con variables iguales a excepción de volumen en pie, se retomó el área sin inventariar los puntos georreferenciados en el mapa.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Caracterizar la composición florística de especies forestales encontradas en el ecosistema de bosque seco y galería, en la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, Estelí a fin de establecer un arboretum.

2.2 Específicos

2.2.1 Describir la taxonomía y composición de especies forestales en ecosistema de bosque seco y galería.

2.2.2 Determinar riqueza, abundancia y diversidad de especies forestales en ecosistema de bosque seco y galería.

2.2.3 Determinar el volumen en pie de las especies forestales encontradas en ecosistema de bosque seco y galería.

II. MARCO TEÓRICO

3.1 Aspectos generales de un arboretum

Las generalidades que un arboretum debe tener son: Que sirva como fuente de aprendizaje, es decir que un arboretum debe ser capaz de conectar a quien le visita con un mundo diferente donde estará expuesto a ver cara a cara más que una especie arbórea, su biografía, el cómo esa especie de ser preservada y bien empleada puede cambiar el mundo desde una óptica donde cada árbol representa de por sí no sólo oxígeno sino una infinidad de usos y que sirva para observación y estudios con fines científicos, por cuanto un arboretum bien estructurado permite ser fuente de ciencia (López, 2011).

Las múltiples funciones que cumplen los árboles, dentro del arboretum son factores que se deben tener en cuenta, ya que los árboles cumplen un rol fundamental, como la captura y fijación de carbono, estabilización de cuencas hidrográficas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierra degradadas y control de maleza, lo que contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción, atenuando los impactos medioambientales de la actividad antrópica (Morales, *et al*; 2002).

3.1.1 El arboretum como estrategia para la conservación de especies nativas

Puede afirmarse que, mediante la creación de un espacio protegido, se logra favorecer la conservación de especies forestales nativas (Palmberg, 2001) y en el caso concreto del municipio de Estelí, debido a que la cobertura forestal nativa ha sufrido un descenso de la biodiversidad y la reducción de algunos de los beneficios, regulador de los ciclos hídricos, fuente de productos naturales y lugar de esparcimiento, un arboretum se daría lugar como un nuevo chance para la conservación de la masa boscosa nativa del municipio además de presentarse como alternativa sostenible de optimización de uso de suelo y especies arbóreas (Ariza *et al.*, 2016).

Es un lugar dedicado al cultivo de árboles y arbustos con propósito científico, educacional y productivo, que comprende una colección de plantas leñosas, usualmente con especies no nativas a su propia área (Estrada, 2002).

Según el concepto presentado en 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales UICIN, la conservación se define como la utilización humana de la biósfera para que rinda al máximo beneficio sostenible, a la vez que mantiene el potencial necesario para las aspiraciones de futuras generaciones.

Pero ¿qué es una especie arbórea? Antes de dar respuesta es necesario tener claro que las especies de plantas presentes en un área determinada conforman las comunidades vegetales (herbáceas, arbustivas o arbóreas) de acuerdo con las características climáticas o edáficas del territorio ocupado. Pueden ser muy diversas en su composición de especies o estar conformadas por pocas especies y una marcada preponderancia de alguna de estas.

Las plantas arbóreas o arborescentes entonces se definen en un sentido amplio como plantas perennes que se pueden sostener por sí solas, con una altura de adulto de al menos 5 m (sin considerar hojas o inflorescencias ascendentes) y con una o varios tallos erectos de un diámetro de al menos 10 cm.

Para el proyecto como tal se tiene en cuenta a las especies arbóreas nativas ¿cuál es la diferencia entre especies nativas, endémicas, exóticas e invasoras?

La diferencia radica en que una especie nativa es una especie, sub especie o taxón inferior que se manifiesta dentro de su área de repartición natural (pasada o presente) o área de dispersión; es decir dentro del área que naturalmente ocupa o podría ocupar sin una introducción o intervención directa o indirecta del hombre.

Una especie endémica, se define porque vive exclusivamente dentro de un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas.

Por otra parte, una especie exótica, es una especie introducida fuera de su área de distribución original. Por ejemplo: algunas especies de plantas ornamentales, las especies exóticas no tienen relaciones evolutivas con las que se encuentran en su nuevo territorio y pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas.

Mientras que una especie invasora es aquella que ha sido introducida en áreas fuera de su rango de distribución original y que puede causar, o ha producido daños en su área nueva (Castro, 2017).

3.2. El bosque

Es un ecosistema en el cual los árboles predominan hasta el punto de modificar la condición de vida que reina en el suelo y crea un microclima especial. El bosque no solo está compuesto de árboles también arbustos, matas y plantas herbáceas (FAO, 1990).

Es importante destacar que los bosques tienen distintas funciones y utilidades, en las que se destacan, la construcción, protección contra la erosión de los suelos e inundaciones y la regulación del ciclo hidrológico, reduce el calentamiento del suelo por la radiación solar, contribuye a la formación de nubes, modera el clima regional, limita las concentraciones de dióxido de carbono que inciden en el efecto invernadero y sirve como reservorio de la biodiversidad.

3.3 Importancia del bosque

Los bosques tropicales tienen una gran importancia biológica por la gran diversidad de especies vegetales y animales que ofrecen. Los bosques secos tropicales de América Central y de algunas zonas de África se destacan por su elevada riqueza de especies en áreas relativamente pequeñas, la principal función de los bosques es la conservación de este tipo de suelos, la retención y el almacenamiento de nutrientes por parte de las especies vegetales. Además, la cobertura forestal evita la erosión por las lluvias.

En cuanto a los valores genéticos intrínsecos, la diversidad de los bosques, constituyen un bien, ya que es uno de los mayores patrimonios que disponen las naciones tropicales.

Las especies que representan estos hábitats constituyen un recurso genético enorme que puede ser la base a futuros productos farmacéuticos y forestales no maderables; por otro lado, los bosques tropicales brindan protección a las cuencas, dando estabilidad al terreno en las laderas, disminuyendo la posibilidad de avalanchas en la época de lluvias (Marcano, 2009).

Existen diferentes tipos de bosque cada uno de ellos ejerce una función diferente en los ecosistemas, entre ellos encontramos los bosques de galería y bosque seco que desempeña un papel importante en el medio ambiente (Ruiz, 2011).

Los bosques naturales aportan, como tales, a la economía; millones son gastados en actividades recreativas en los bosques. La gente disfruta y aprecia el aire fresco, agua clara, paisajes hermosos y la vida silvestre. Así que los lugares que presentan esas características son puntos turísticos ideales (Marcano,2009).

3.4 Perspectivas del desarrollo forestal

Mediante la modernización del estado nicaragüense, se ha tomado muy en cuenta al sector forestal, a través de una ley denominada Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del poder ejecutivo, se crea el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) con autonomía propia y adscrito al Ministerio Agropecuario y Forestal. Se considera que con esta estructura se busque darle relevancia al ordenamiento y manejo de los bosques y fortalecer al sector forestal. En la actualidad, la nueva institución cuenta con un personal especializado muy reducido; sin embargo, se espera podrá desarrollar alguna capacidad para ponerse al día con la demanda de información y facilitar la promoción y la producción forestal (Duarte, 1997).

3.5 Uso y manejo del bosque

La situación de los bosques de Nicaragua presenta condiciones similares que los bosques de los demás países centroamericanos en cuanto a la presión que ejerce la población sobre estos debido a las necesidades de cubrir innumerables necesidades económicas y materiales. En este contexto, de acuerdo con la CCAD (1997) en los últimos años la deforestación en Nicaragua ha alcanzado hasta 100 ha anuales. Si se comparan estas cifras con la que indica De Camino (1997) la tasa de deforestación ha venido en aumento.

3.6 Bosque de galería

Los bosques de galería, riparios o ciliares son formaciones forestales encontradas a lo largo de cursos de agua, cuya función es proteger a los ríos, lo que influye en la calidad del agua, en el mantenimiento del ciclo hidrológico en las cuencas hidrográficas y evita el proceso de erosión de las márgenes y el azolvamiento del lecho de los ríos (Sosa, 2017).

Estos son considerados muy importantes ya que juegan muchos roles esenciales en el funcionamiento de los ecosistemas del río, como regulación de la corriente, regulación de la calidad de agua, provisión de hábitat para las plantas y animales, e incluso sirve como un corredor entre distintos tipos de hábitat.

En los bosques de galería podemos encontrar diversas especies pertenecientes a la familia moraceae, es una familia diversa, con gran cantidad de género y especie. Uno de los grupos más comunes y abundantes, dentro de ella es el género *Ficus*, en el que se conocen cerca de 750 especies en las áreas tropicales de nuevo y el viejo mundo. A este grupo pertenece los conocidos higuerones o chilamates. A si mismo algunas de sus especies son llamadas comúnmente como matapalos, debido a su capacidad de estrangular a otros árboles sobre los que crecen.

Todas estas especies poseen hoja simple, alterna, de tamaño variable y con presencia de sabia blanca a cremosa en todas sus partes. Los frutos son drupáceos o aquenios, formando

un fruto múltiple más conocido como sicono o higo de distintos tamaños al igual que sus colores, pasando de verde hasta amarillento, morados y rojizos, dependiendo de su estado de madurez.

La mayoría de las especies dentro de este grupo son árboles, incluso algunos alcanzando alturas de hasta 40 metros como el conocido chilamate (*Ficus insípida*), aunque unos pocos crecen como arbusto (Ruiz, 2011).

Los servicios ecológicos que prestan estas comunidades, son considerados de gran importancia, pues una comunidad conservada sirve de filtro entre el río y los ambientes adyacentes, impide el flujo al torrente del río de agroquímicos y productos orgánicos utilizados como insumos agrícolas y desechos agropecuarios, además de amortiguar algunos de los procesos de sedimentación de los lechos de los ríos. Estos servicios ecológicos mantienen la calidad del agua y proveen protección contra las inundaciones y la erosión.

Los bosques de ribera juegan un papel importante, retienen parte del nitrógeno y el fósforo transportado por las escorrentías, desde los cultivos hasta los cursos de agua. Una franja de vegetación de ribera de 16 mts de largo retiene un 50 % del nitrógeno y 95% del fósforo. La creación de corredores vegetales a lo largo de los ríos, es uno de los medios que permiten restaurar la calidad de las aguas superficiales.

Los bosques ribereños tienen otro rasgo que los hacen importantes, con frecuencia son excepcionalmente fértiles y productivos. Las áreas ribereñas que yacen en las planicies de inundación, demuestran ser ricas en nutrientes, debido a que siempre que una corriente de agua escapa de sus bancos, deja un depósito de sedimentos tras de sí y, con el tiempo, se crea un rico suelo aluvial, la clase de suelo que hace populares a los valles de los ríos entre los campesinos. El agua que fluye a través de una zona ribereña también facilita el reciclamiento de nutrientes y, así, el desarrollo de las plantas mediante el movimiento del oxígeno a través del suelo y la remoción del dióxido de carbono, así como los productos metabólicos residuales (Granados Sánchez 2006).

3.7 Bosque seco Tropical

El bosque seco tropical se localiza en la región ecológica uno, con época seca de 5 a 7 meses de duración. La precipitación anual es entre 800 a 1600 mm. Durante la época de lluvia, ocurre con frecuencia un periodo seco corto que puede ser desde unas semanas hasta más un mes de duración. La precipitación presenta gran variación de un año a otro (con rango de hasta 30%), tanto en intensidad como en distribución.

El factor ecológico determinante es la precipitación ya que el crecimiento y reproducción, está determinado por la disponibilidad de agua.

Los suelos son generalmente ferralíticos relativamente ricos en nutrientes, como consecuencia de un lavado o lixiviación moderada. Los suelos son en general livianos y arenosos favoreciendo la infiltración y la humificación. Las escorrentías superficiales son bajas en este tipo de suelo. La porosidad gruesa implica una baja capacidad de retención hídrica, pero el retardo del ascenso capilar hace disminuir la evaporación. Los suelos livianos son menos propensos a la compactación. Las características del suelo tienen gran influencia en la composición florística del bosque (MARENA, 2002).

Los suelos livianos y arenosos son más favorables para la infiltración y la humificación, en relación a los suelos pesados y arcillosos, la escorrentía superficial es menor en los suelos del bosque seco tropical, la porosidad gruesa, implica una baja capacidad de retención hídrica, pero el retardo del ascenso capilar hace disminuir la evaporación (INTECFOR, 1993).

En la parte oeste de Nicaragua el BST presenta, en general, una imagen pobre, debido a condiciones áridas y a la sobre explotación por el hombre. Las especies dominantes muchas veces no son comerciables.

El bosque tropical seco de la región del norte de Nicaragua ha sufrido gran deterioro ambiental debido a la tala, para el establecimiento de áreas para el cultivo de granos básicos y pasto, quedando pequeños reductos o árboles dispersos propios de este tipo de vegetación (Blandón, 2002).

Debido al corto periodo de crecimiento, el desarrollo diamétrico en el bosque seco tropical (BST) es menor comparado con el Bosque Húmedo Tropical (BHT). En general, la caída y

rebrote de las hojas están relacionadas con la temperatura y el grado de humedad. La producción de madera en los bosques secos tropicales, es de 2 a 3 m³/Ha. /año. Su baja producción volumétrica, junto a la gran demanda de productos de madera, es una de las causas de escases de estas formaciones forestales (MARENA, 2002).

3.7.1. Generalidades del bosque seco tropical

Según Machado (2007) el trópico seco se define por tres factores climáticos:

1. Las temperaturas altas y relativamente estables, con promedios entre 24 y 30°C.
2. Precipitaciones anuales entre 800 a 1500 mm al año.
3. Estaciones secas prolongadas, que duran de 5 a 8 meses.

Esta combinación de temperatura y precipitación produce un déficit hídrico en términos técnicos, es decir que la evaporación potencial es mayor que la precipitación. Sin embargo, este déficit teórico no impide que la vegetación arbórea pueda subsistir, ya que tanto las mismas plantas como el suelo, tienen propiedades que impiden la evaporación desmesurada.

3.7.2 Factores limitantes para el bosque seco

Según Machado (2007) existen elementos que se consideran limitantes para las plantas, cuyo acceso puede ser de importancia en la competencia de las especies ya que se trata de ecosistemas poco estudiados.

Los factores que se pueden enfocar son los que se pueden estudiar a simple vista, mientras que los que requieren de equipos especiales y laboratorios son pocos estudiados. En el trópico estos factores limitan el desarrollo del bosque, estos recursos son importantes en la dinámica de crecimiento de los árboles y se pueden clasificar de la siguiente manera.

3.7.2.1 Falta de agua

Las especies presentan la dificultad de encontrar agua durante seis meses del año, y de alguna u otra forma tienen que manejar esta situación. Una dinámica similar se presenta bajo el suelo, donde es costoso para el árbol mantener una red amplia de raíces finas que no trabajan mientras no hay agua, la batalla directa por el agua se efectúa bajo el suelo entre las raíces. La competencia por agua también existe entre los individuos de la misma especie, y muchas veces no es una cuestión de vida o muerte sino de un desarrollo más o menos exitoso.

3.7.2.2 El fuego

Entre más seca sea la zona, mayor probabilidad tienen las quemadas. Todas las especies de trópico seco tienen que saber vivir con el fuego y a lo mejor sacar ventaja de él, una quema puede ser comparada en cierta medida con una limpieza. Una parte de la vegetación será aniquilada la otra parte quedará con más espacio para desarrollarse. En esta situación las semillas que germinen más rápido y con más vitalidad son las que podrían tomar ventaja del nuevo espacio y la cantidad de nutrientes liberados de las plantas quemadas, por tanto, las estrategias de las especies arbóreas frente al fuego no solamente tienen que ver con su capacidad de sobrevivir y germinar o rebrotar entre las cenizas, sino que también influye su forma de controlar la maleza.

3.7.2.3 El suelo

A parte del suministro de agua, las propiedades mecánicas del suelo influyen en las plantas. Tierras de texturas muy gruesas o tierras muy arcillosas, pueden presentar obstáculos para la penetración de las raíces.

Otro problema se produce cuando la profundidad del suelo es limitada por rocas o una capa dura como el talpetate. Entre los problemas de las tierras superficiales está el que se seca rápidamente por lo que se acentúan los requisitos de resistencia contra la sequía.

3.7.2.4 La luz

Se podría considerar un recurso abundante en el trópico seco y generalmente lo es cuando hay falta de luz se puede considerar como resultado de una movida táctica de otra planta en el bosque que no quiere compartir los escasos recursos de agua con otras plantas y en consecuencia establece una agresión de sombra, ya que los árboles se caracterizan por dominar el espacio encima de terreno, el manejo de sombra juega un papel muy importante en la dinámica de los bosques al punto de que es el arma más poderosa de los árboles.

3.7.2.5 Nutrientes

Donde existe escasez de nutrientes específicos, hay una competencia por ellos. Si se trata de minerales, muchas especies son capaces de economizar, por ejemplo: retirando toda la presencia de este mineral de una hoja antes de botarla.

En algunas zonas de Nicaragua se presentan suelos pobres en nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, de modo que los árboles se ven obligados a desarrollar mecanismos especiales para poder conseguir estos elementos, asociando sus raíces finas con microorganismos del suelo que le ayuden a fijar el nitrógeno del aire o a interceptar otros nutrientes presentes en el suelo en cantidades mínimas (Machado, *et al*; 2007).

3.8 Abundancia

Es el número de árboles por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema (Machado, *et al*; 2007).

3.9 Diversidad arbórea

Es la variedad de formas y adaptaciones de los organismos al ambiente que encontramos en la biósfera, que estudia las relaciones entre los seres vivos, su ambiente, la distribución, la abundancia y cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y el ambiente en el que viven (hábitat), así como la influencia que cada uno de los seres vivos tiene sobre el medio ambiente.

La diversidad de especies es un indicador de las condiciones ecológicas, ambientales y del tipo de explotación de su hábitat a través del tiempo, la diversidad de especies es definida con base en dos factores; por un lado, el número de especies en la comunidad, lo que muchos ecológicos llaman abundancia o riqueza de especies (Machado, *et al*; 2007).

3.10 Riqueza de especies

Es el número de especies que se encuentra en un hábitat, ecosistemas, paisajes, área o región determinada. Es un tipo de medida de la diversidad alfa, aunque únicamente tiene en consideración el número de especies (Machado, *et al*; 2007).

IV. HIPÓTESIS

H_i: La diversidad, riqueza y abundancia de especies forestales es mayor en el ecosistema de bosque de galería, en comparación al ecosistema de bosque seco.

H_i: El volumen en pie de las especies forestales inventariadas, es mayor en el ecosistema de bosque de galería en relación al bosque seco.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables e indicadores.

Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Indicadores
<p>Caracterizar la composición florística de especies forestales encontradas en ecosistema de bosque seco y galería, en la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, Estelí, a fin de aportar información para el establecimiento de un arboretum con fines educativos y científicos.</p>	<p>Describir la taxonomía y usos de la composición de especies forestales en ecosistema de bosque seco y galería.</p>	<p>Familias, géneros y especies.</p>	<p>Número de familias, géneros y especies.</p>
	<p>Determinar riqueza, abundancia y diversidad de especies forestales en ecosistema de bosque seco y galería.</p>	<p>Riqueza, abundancia y diversidad.</p>	<p>Clasificar las especies forestales según su composición.</p>
	<p>Determinar el volumen en pie de las especies forestales encontradas en ecosistema de bosque seco y galería.</p>	<p>Volumen.</p>	<p>Cantidad en m³ de madera.</p>

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el primer cuatrimestre del 2019. En la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, adscrita a la UNAN-Managua/ FAREM- Estelí, Nicaragua. Situada entre las coordenadas (UTM 0568720x y 1443707y), a 890 m.s.n.m. Con rangos mensuales de temperatura desde 16 y 33°C y la precipitación media anual es de 804 mm. El suelo, es franco- arcilloso de color café amarillento con abundantes rocas blandas (Velásquez *et al*; 2018).

5.2. Tipo de estudio

Según su enfoque filosófico es de tipo cuantitativo, porque el fenómeno objeto de estudio se cuantificó a través de conteo y mediciones de las variables de interés. Se utilizó el método observacional, el cual consiste en el escaso o nula manipulación de la variable independiente, esto implica que el comportamiento del fenómeno se observó en sus condiciones naturales (Jarquin, 2017).

La investigación responde a la estrategia de la Protección de la Madre Tierra, Adaptación ante el Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo ante Desastre, contenida en el Plan Nacional de Desarrollo Humano de Nicaragua (PNDH, 2012- 2016). Además, se responderá a la línea de investigación de “Ecología Forestal” de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) / Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM-Estelí) / Estación Experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”.

Según su nivel de profundidad es de tipo descriptivo, porque se hace una caracterización del volumen en pie, riqueza relativa, abundancia y diversidad de las especies forestales.

En función del tiempo en que se realizó la investigación, se clasifica de corte transversal porque las variables objeto de estudio se midieron en un período de tiempo: inicios de la época lluviosa.

5.3. Población y muestra

La población corresponde a todas las especies forestales existentes en la superficie total de la Estación Experimental para el estudio del Trópico Seco “El Limón”. La cual corresponde a 16 hectáreas e incluye dos ecosistemas: bosque seco y de galería.

5.4. Tipo de muestreo

Se tomó una muestra de 3.311 hectáreas equivalente al 25% del área total de la Estación Experimental para el estudio del Trópico Seco “El Limón”.

Es de tipo no probabilístico e intencionado, porque no se utilizó ninguna técnica aleatoria (tabla random o tómbola) para la selección de la muestra. Para ello se hicieron mediciones de diámetro a la altura del pecho, con la condición de abarcar especies forestales \geq de 10 cm, existentes en el área donde se estableció el arboretum Felipe Urrutia.

5.5. Etapas generales del proceso de investigación

El proyecto de investigación se desarrolló en colaboración interinstitucional entre la Facultad Regional Multidisciplinaria (UNAN – Managua / FAREM-Estelí) y el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), con el fin de establecer un arboretum en la Estación Experimental del Trópico Seco “El Limón”, con el propósito de investigar científicamente estas especies para poder crear un jardín botánico (Velásquez *et al.*, 2018).

5.5.1. Etapa de gabinete inicial

El presente proyecto es de carácter nacional en conjunto de la Facultad Regional Multidisciplinaria (UNAN – Managua / FAREM-Estelí) y el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), por lo tanto, se derivó la necesidad de realizar un inventario de especies forestales encontradas en el área restante para el establecimiento de un arboretum en la Estación Experimental del Trópico Seco “El Limón”. Por ende, se proporcionó información previa respecto al tema especialmente con el trabajo de seminario de graduación de las

colegas: Ethel Gissella Velásquez Cruz, Idalia Belén Ramos Mejía y Francis Massiell Cruz Salgado.

Para la recolección de información inicialmente se consultaron fuentes relacionadas al fenómeno objeto de estudio tales como trabajo monográfico, libros, documentos web, biblioteca virtual, consultoría con técnico especializado en el área forestal.

5.5.2. Etapa de Campo

Esta etapa permitió cotejar el protocolo con el contexto real de la investigación (campo) y por lo tanto, realzar los ajustes pertinentes al mismo. Posteriormente, se procedió al levantamiento de los datos en campo según las variables de interés del investigador: taxonomía, composición, volumen en pie, abundancia, riqueza y diversidad de cada especie arbórea.

Debido a que la mayoría de los individuos del estrato arbóreo presentaron diámetros en categorías menores de 10 cm y los demás con diámetros grande, se establecieron intervalos de clases diamétricas mayores de 10 cm, en tanto para las alturas se aplicaron a 15 metros de distancia usando el instrumento llamado SUUNTO (Palma, 2009). Esta etapa se llevó a cabo en el período de mayo del año 2019 a febrero del año 2020.

Se identificaron las especies más conocidas a través de sus nombres comunes y de las desconocidas se tomaban muestras fértiles (con presencia de hojas, flores y frutos) y se codificaban con un valor numérico para su posterior identificación con personal especializado a nivel de familia, género y especie.

5.5.3. Etapa de gabinete final

Se procedió al diseño, llenado de la base de datos, a fin de realizar los análisis pertinentes. Donde se creó una base de datos en Excel, para realizar representaciones graficas conforme a resultados (Castillo, 2014).

Para realizar el mapa se tomaron los puntos en campo con la aplicación del GPS del celular, se introdujeron a Excel para la elaboración del mapa en el programa ArcView.

Obtenida la información, se procedió a elaborar los resultados de acuerdo a los objetivos específicos y la discusión de los mismos. Lo cual permitió la elaboración de las conclusiones, recomendaciones y de esta manera concluir el informe final de investigación.

5.5.3.1 Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se utilizaron tablas de distribución de frecuencias para la riqueza y abundancia de especies. Además, se determinó el índice de diversidad Shannon – Wiener por ecosistema.

El índice de Shannon-Wiener permite conocer el grado de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo, tomando al azar en cada una de las áreas de muestreo, conociendo su diversidad.

Se realizó la prueba estadística de t-Student con la variable ecosistemas dados casos y volumen m³. A fin de determinar diferencias estadísticas.

Se utilizó el programa de Excel versión 2013 y SPSS versión 20.

Fórmula Shannon – Wiener para el cálculo del índice de diversidad:

Donde:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Donde:

H' = Diversidad de especies.

S = Número de especies.

P_i = Proporción de individuos en el total de la muestra que pertenece a la especie.

El procedimiento realizado en esta investigación para convertir volúmenes brutos en útiles está por lo tanto muy subordinado a las condiciones locales y a los recursos disponibles (Cailliez, 1980). La obtención de datos durante el inventario (observaciones en árboles en pie); la estimación de un volumen ha sido efectuada con un propósito muy bien definido, los datos fueron obtenidos de modo que sea posible estimar otros tipos de volumen, ya que el destino final de la madera y/o los requerimientos del mercado pueden cambiar en el futuro.

En el ecosistema de bosque seco y ecosistema bosque de galería, se midió el grosor de los árboles, se describe tradicionalmente por los siguientes valores: diámetro de referencia, circunferencia de referencia, área basal. Se midió el diámetro o la circunferencia y el área basal se deduce de la fórmula correspondiente (Cailliez, 1980):

$V = \pi/4 \times (\text{DAP} \times \text{DAP}) \times H_c \times \text{FF}$; donde:

V = Volumen en m^3

DAP = Diámetro a la altura del pecho en *metros* ($= \text{CAP}/\pi$)

π = 3.1416

$\pi/4$ = 0,7854

H_c = Altura comercial en *metros*

FF = Factor de forma (varía según la especie); bosque latifoliado: 0.70

La medición se realizó en ambos ecosistemas bosque seco y bosque de galería tomando una circunferencia de referencia en árboles en pie a 1.30 m del suelo para árboles sin aletones o con aletones o raíces aéreas de menos de 1 m de altura. A 30 cm sobre el final de los aletones o de las raíces aéreas, si son mayores de 1 m. Cuando la altura del suelo no es igual a 1.3 m debe indicarse (Díaz, 2019).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Descripción taxonómica de la composición de especies arbóreas en ecosistema de bosque seco y galería para el establecimiento de un arboretum.

En el ecosistema de bosque seco se contabilizó un total de 304 individuos de especies leñosas, distribuidas en 14 familias, representadas por 21 géneros y agrupadas en 22 especies. Las familias de leñosas con mayor número de especies fueron: *Fabaceae* (Tabla 2). Mientras, que en el ecosistema de bosque de galería se contabilizó un total de 132 individuos de especies leñosas, distribuidas en 14 familias, representadas por 23 géneros, agrupadas en 20 especies. Las familias de leñosas más ricas en especies fueron: *Malvaceae*, *Fabaceae* (Tabla 3).

Las especies más representativas del bosque seco fueron, *Guazuma ulmifolia*, *Caesalpinia velutina* (Britton & amp; Rose) Standl, *Acacia pennatula* (Schltdl. & amp; Cham.) Benth y *Gliricidiasepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. Mientras que en el bosque de galería fueron *Guazuma ulmifolia*, *Coordia alliodora*, *Vachellia pennatula* y *Karwinskia calderonii* Zucc. La familia más especiada en nuestro estudio fueron *Fabaceae*, *Burseraceae*, *Rhamnaseae*,^l las familias más dominantes del bosque seco en el neotrópico. Respectivamente, la familia *Leguminosae* es dominante en especies arbóreas.

Este resultado concuerda con lo reportado por Mora *et al* (2012) quienes encontraron mayor riqueza en la familia *Fabaceae*, con siete especies en ecosistema de bosque seco, principalmente la especie *Acacia*. Se relaciona con lo descrito por las estudiantes (Velásquez *et al*; 2018) quienes dieron inicio a esta investigación, encontraron mayor diversidad de especies en bosque seco en estas mismas familias antes mencionadas. Las especies *Guazuma ulmifolia*, fueron más abundante en ambos ecosistemas, coinciden con las especies más frecuentes que ellas encontraron.

Según el estudio país para Nicaragua 1999, se describe en ecosistemas de bosques muy seco del Pacífico hay un predominio de especies espinosas. Estas plantas botan sus hojas en

el período más seco y modifican sus hojas y ramas en espinas con el fin de evitar la deshidratación y la depredación. Los árboles por lo general no alcanzan alturas mayores a los siete metros, se encuentran bastantes dispersos, sobresalen algunos individuos gigantes (Pineda, 2006).

Según estudios realizados en siete bosques secos a lo largo de Centroamérica (Siles, 2013) (Velásquez, *et al*;2018), similarmente en cercas vivas estudiadas en cuatro paisajes ganaderos (dos en Costa Rica y dos en Nicaragua), esta especie resultó ser la más abundante en las localidades de Cañas en Costa Rica y Matiguás en Nicaragua. En general *Bursera simaruba* es apreciada por su rápido crecimiento y adaptación, a pesar de su mala calidad para ser empleada para leña por considerarse muy porosa, lo que produce humo y cenizas negras. No obstante, sus rebrotes jóvenes son consumidos por el ganado y sus frutos son consumidos por las urracas (*Calocittaformosa*) y los chocoyos (*Aratingasp*) según conocimiento local de la zona (Siles, 2013) (Velásquez, *et al*; 2018).

6.1.1 Identificación taxonómica de las especies arbóreas presentes en ecosistema de bosque seco.

En el ecosistema de bosque seco (Tabla 2) se contabilizó un total de 304 individuos de especies leñosas, distribuidas en 14 familias, representadas por 21 géneros y agrupadas en 22 especies. Las familias de leñosas con mayor número de especies fueron: *Fabaceae*.

En base al resultado en el ecosistema bosque seco tropical, se encontró que la mayor cantidad de especies se da por regeneración natural y algunos árboles establecidos por el personal o estudiantes en la Estación Experimental FAREM Estelí, podemos caracterizarlo como un bosque en etapa de desarrollo.

Es importante recalcar la función que realizan los bosques en el ciclo global del carbono porque en ellos confluyen una variedad de procesos ecológicos que regulan el intercambio de carbono con la atmósfera y entre los diferentes reservorios de CO₂ que existen en cada planta (FAO, 2003). La composición florística de estas zonas presenta comportamientos de adaptación a condiciones que podrían considerarse extremas en las que se da un desarrollo

importante de la vegetación en condiciones de muy poca disponibilidad de agua, lo que produce la presencia de gran cantidad de especies endémicas.

Tabla 2. Especies forestales encontradas en ecosistema bosque seco

N°	Nombre común	Nombre Científico	Familia	Abundancia
1	Guacimo ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	60
2	Miliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Zucc.	Rhamnaseae	35
3	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	32
4	Carbón	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Fabaceae	30
5	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Fabaceae	21
6	Sardinillo	<i>Tecoma stans</i>	Apocinaceae	20
7	Mandagual	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standl.	Fabaceae	19
8	Madero Negro	<i>Gliricidiasepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae	16
9	Pita	<i>Agave americana</i>	Agavaceae	12
10	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> Aubl.,	Simaroubaceae	9
11	Pochote	<i>Pachira quinata</i> jacq <i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae	7
12	Quebracho	<i>Lysiloma auritum</i> BENTH	Mimosaceae	5
13	Coralillo	<i>Erythrinasp</i> L.	Fabaceae	4
14	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	3
15	Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i> Saff.	Mimosaceae	3
16	Guácimo	<i>Luehea candida</i>	Malvaceae	3

	molenillo			
17	Laurel	<i>Coordia alliodora</i>	Lauraceae	3
18	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Anacardiaceae	2
19	Jocote	<i>Spondias purpurea L.</i>	Anacardiaceae	2
20	Cedro	<i>Cedrela odorata L.</i>	Meliaceae	1
21	Jagua	<i>Genipa americana L.</i>	Rubiaceae	1
22	Quita Calzón	<i>Guarea glabra</i>	Guareae	1

6.1.2 Identificación taxonómica de las especies arbóreas presentes en ecosistema de bosque de galería.

En el ecosistema de bosque de galería (Tabla 3) se contabilizó un total de 132 individuos de especies leñosas, distribuidas en 14 familias, representadas por 23 géneros, agrupadas en 20 especies. Las familias de leñosas más ricas en especies fueron: *Malvaceae*, *Fabaceae*.

En el ecosistema bosque de galería se encontró menor cantidad de individuos, debido a que se tomó una distancia de tan solo 50 m después del río, debido a que era la parte restante del are total del perímetro para realizar el establecimiento del aboretum. Del punto de vista ecológico podemos derivar la importancia de la conservación del recurso suelo; esto es fundamental en la orilla del río para evitar deslizamientos y la manera de actuar de los árboles mediante sus raíces es por la retención del suelo; ya que la rivera del río sirve como barreras vivas.

Se observó que dentro de los individuos de este bosque de galería su mayoría es por regeneración natural, se encontró más de cuatro árboles con un grosor bastante extenso y una altura relativamente grande.

Tabla 3. Especies forestales encontradas en ecosistema bosque de galería

Nº	Nombre común	Nombre Científico	Familia	Abundancia
1	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	34
2	Carbón	<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae	11
3	Laurel	<i>Coordia alliodora</i>	Lauraceae	10
4	Guaba	<i>Igna vera Mart</i>	Mimosaceae	10
5	Jocote	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	8
6	Guanacaste	<i>Enterolobium</i>	Fabaceae	7
7	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	6
8	Miliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Zucc.	Rhamnaseae	6
9	Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i> Saff.	Mimosaceae	6
10	Quiebra muela	<i>Albizia adinocephala</i>	Asclepiadaceae	5
11	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	5
12	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	5
13	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i> L.	Myrtaceae	4
14	Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	Malvaceae	3
15	Guacimo molenillo	<i>Luehea candida</i>	Malvaceae	2
16	Jagua	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	2
17	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	2
18	Mandagual	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose Standl.	Fabaceae	1
19	Cortes	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	1
20	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	1
21	Naranjillo	<i>Adelia triloba</i>	Icacináceas	1
22	Cacho novillo	<i>Guettarda macrosperma</i>	Fabaceae	1

23	Sardinillo	<i>Tecoma stans</i> L. Juss. <i>ex Kunth</i>	Bignoniaceae	1
----	------------	---	--------------	---

6.1.3 Diversidad en ecosistema de bosque seco y galería

Para contabilizar la diversidad de especies arbóreas establecidas en el arboretum de la Estación Experimental El Limón los valores promedios están en el rango de 2 a 3 a medida que se acerca a 0 significa que son ecosistemas donde la diversidad es baja, caso contrario cuando se acerca a 5 significa que son ecosistemas muy diversos. En el caso del presente estudio para dicho arboretum los valores indican que el ecosistema bosque seco presenta mayor diversidad para especies leñosas con un índice de ($H' = 2.62$; Figura 1) en relación al ecosistema de bosque de galería ($H' = 2.6$).

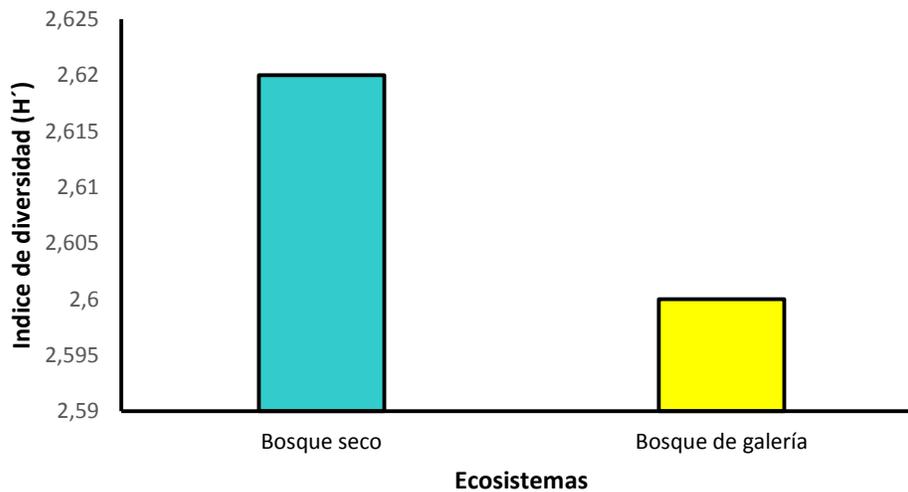


Figura 1. Índice de diversidad arbórea según los tipos de ecosistema.

6.1.4 Volumen en pie de las especies forestales encontradas en ecosistema de bosque seco y galería.

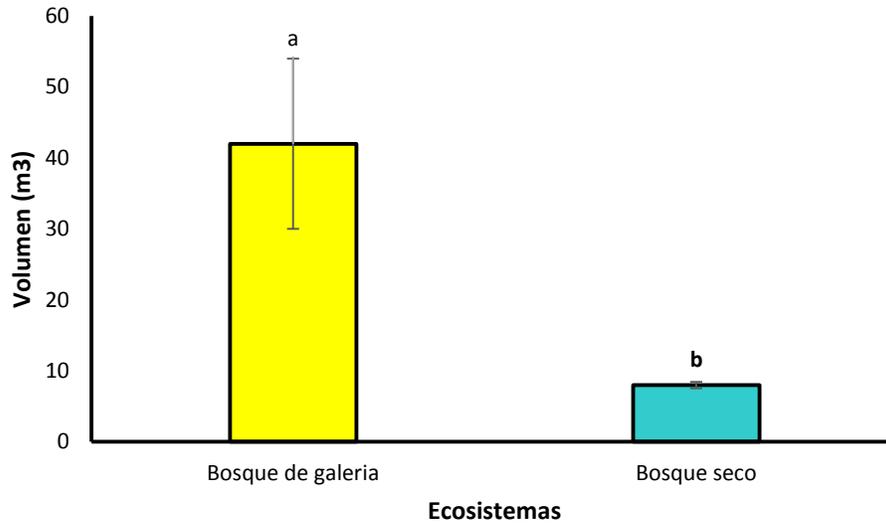


Figura 2: Las barras representan el valor promedio del volumen en ambos ecosistemas. Las líneas sobre las barras simbolizan los errores estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0001$), $n = 436$.

En el bosque seco se encontró un volumen de madera mínimo en pie de 0.42 m^3 , un máximo de 82.40 m^3 y un volumen promedio de 8.49 ± 0.44 . Sin embargo, en el bosque galería se encontró un volumen de madera mínimo en pie de 3.51 m^3 , un máximo de 1360.71 m^3 y un volumen promedio de $42.08 \text{ m}^3 \pm 11.90$.

Los valores presentados anteriormente indican que el ecosistema con mayor riqueza en volumen de madera fue en el bosque de galería, debido al recurso agua que proporciona humedad al suelo y nutrientes a través de las raíces de los árboles, aportando de manera positiva a su crecimiento y desarrollo; en cambio en el bosque seco se determinó que su volumen de madera es de menor grosor producto a la escasa humedad en el suelo.

VII. CONCLUSIONES

Mediante este estudio se logró caracterizar las especies forestales en ambos ecosistemas, a partir de la toma de datos en campo de todas las variables lo que sirvió para para realizar todos los análisis estadísticos.

La riqueza, abundancia y diversidad de especies arbóreas de los ecosistemas estudiados, mostró que el ecosistema seco es más diverso que el de galería por lo tanto nuestra hipótesis se rechaza; las especies que predominan en ambos ecosistemas fueron *Guazuma ulmifolia* y *Caesalpinia velutina*.

El análisis de este estudio muestra que el índice en pie de las especies forestales tiene un mayor volumen de madera (m³) en el ecosistema bosque de galería, esto quiere decir que nuestra segunda hipótesis se acepta.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al tutor encargado de la Estación Experimental, orientar a los trabajadores dar un buen manejo al bosque para tener un mejor control del mismo.
- Estimular la regeneración natural de nuevas especies para obtener mayor crecimiento de las mismas en los ecosistemas tanto seco como el de galería.
- Fomentar acciones de conservación para proteger el área boscosa, y evitar de esta manera incendios ya sea con rondas corta fuego, podas, en otras.
- Se recomienda proveer el sostenimiento al mismo, para así apreciar la belleza natural del bosque con mayor complacencia, ya que este es de interés, turístico y académico.
- Dentro de este proyecto, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo, por lo cual se recomienda a futuros estudiantes que tenga interés en este proyecto, la complementación del estudio del arboretum para la Estación Experimental El Limón-Estelí, ya que es de suma importancia para nuestras nuevas y futuras generaciones.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (1999). *Biodiversistas*. Recuperado el 26 de junio de 2019, de Biodiversistas:
<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7056.pdf>
- Andrew P. Vovides1, 3. C. (6 de marzo de 2013). *Scielo*. Recuperado el 24 de junio de 2019, de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982013000300001
- Blandón. (2002). *Bosques tropicales*.
- Botanic Garden*. (s.f.). Obtenido de Botanic Garden: <https://www.bgci.org/>
- Cailliez. (1980). *ESTUDIO ESTUMO FAO: MONTES*. (O. d. unidas, Ed.) Recuperado el 10 de 01 de 2020, de ESTUDIO ESTUMO FAO: MONTES: http://www.fao.org/3/a-a_p353s.pdf
- Castro, A. (2017). *Diseño de un arboretum en la institucion educativa departamental Cerezos Grandes del municipio de Chipaque-Cundinamarca*.
- Dialnet*. (2009). Recuperado el 26 de junio de 2019, de Dialnet:
<file:///C:/Users/Wendy%20Maria/Downloads/Dialnet-ArboretumMaczul-4008286.pdf>
- Díaz, L. P. (30 de 12 de 2019). Volumen en pie. (W. González, & W. Valdivia, Entrevistadores)
- Duarte, E. (1997).
- Duarte, E. (s.f.). *BREVE DESCRIPCION DE LOS RECURSOS FORESTALES*. Recuperado el 28 de JUNIO de 2019, de BREVE DESCRIPCION DE LOS RECURSOS FORESTALES:
<http://www.fao.org/3/ad102s/AD102S13.htm#TopOfPage>
- Estrada, J. B. (2002). *Biogeografía de Nicaragua*.
- FAO. (1990). *FAO*. Recuperado el 03 de 02 de 2020, de FAO:
<http://www.fao.org/3/W7445S/w7445s04.htm>
- FAO. (2003). Recuperado el 5 de 2 de 2020, de FAO: <http://www.fao.org/3/XII/MS14-S.htm>
- FAO. (2010). Recuperado el 24 de junio de 2019, de FAO:
<http://www.fao.org/3/i2080s/i2080s01.pdf>
- Granados Sánchez 2006, D. &.-G.-R. (s.f.). *Redalyc, Ecología de las zonas ribereñas Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*,. Recuperado el 9 de 12 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- INTECFOR, I. (1993). *Manual técnico forestal*.
- López, U. (2011). *funciones de arboretum*.

- Machado, H., & Meneces Espinales, e. (2007). Composición, diversidad, estructura e importancia de las especies arbóreas y palmas del bosque seco de la fina Rosita, Reserva Natural Estero Padre Ramos. Chinandega, Nicaragua.
- Marcano. (2009). *Importancia de los bosques*.
- Marcano, J. E. (2009). *importancia del bosque*. Recuperado el 28 de junio de 2019, de importancia del bosque: <https://jmarcano.com/bosques/important/index.html>
- MARENA. (2002). guía de especies forestales de Nicaragua. En M. d. naturales.
- Mendoza, I. d. (2008). *UNANLeon*. Recuperado el 26 de junio de 2019, de UNANLeon: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/retrieve/3102>
- Morales, J., Marx Carneiro, C., & Serrano, O. (2002). *Estado de la informacion forestal en Nicaragua*. Santiago Chile.
- Palma, P. G. (2009). "Estructura y composición de la selva mediana subcaducifolia de Kabah y San Juan Bautista Tabí y anexa Sanicté, Yucatán". En *Tesis de licenciatura*. (pág. 64). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Mé, Yucatán. Mérida, México.
- Pineda, A. G. (2006). Etnobotánica de Nicaragua. En *Flora útil* (Primera edición, 2006 ed.). Embajada de España en Nicaragua, Managua, Nicaragua: © MARENA – ARAUCARIA – AECl.
- Ruiz. (2011). *guía de bosques*.
- Sosa, J. L. (30 de abril de 2017). *Caracterización estructural del bosque de galería de la*. Recuperado el 08 de 01 de 2020, de Caracterización estructural del bosque de galería de la: <file:///C:/Users/ObandoCruz/Downloads/Dialnet-CharacterizacionEstructuralDelBosqueDeGaleriaDeLaEs-6288189.pdf>
- Velásquez, e. g., ramos, i. b., & cruz, f. M. (2018). *Censo forestal para el establecimiento de un arboretum en la Estación Experimental para el estudio del Trópico seco "El Limón", Estelí*. Nicaragua. Recuperado el 24 de junio de 2019

X. ANEXOS

10.1 Cronograma de actividades

Actividad	Mayo 2019				Junio 2019				Julio 2019				Agosto 2019			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Elección y consolidación del tema																
Objetivos, justificación, definición del problema																
Antecedentes e hipótesis																
Revisión de avances																
Matriz de operacionalización de variables																
Diseño metodológico																
Revisión de avances																
Elaboración de hoja de campo																
Aplicación de la hoja de campo																
Primer pre defensa de protocolo																
Aplicación de la hoja de campo																
Aplicación de la hoja de campo																
Revisión de avances y digitalización de datos																

Actividad	Octubre 2019				Noviembre 2019				Diciembre 2019				Enero 2020			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Aplicación de la hoja de campo																
Consultoría Dr. Kenny López Benavides																
Aplicación de la hoja de campo																
Afianzamiento grupal																
Consultoría Dr. Kenny López Benavides																
Aplicación de la hoja de campo																
Afianzamiento grupal																
Afianzamiento grupal																
Pre-defensa																
	Febrero 2020 S3															
Defensa final																

10.2 Fotografías



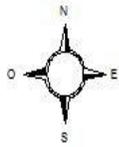
Identificación de especie.

Georreferenciación.

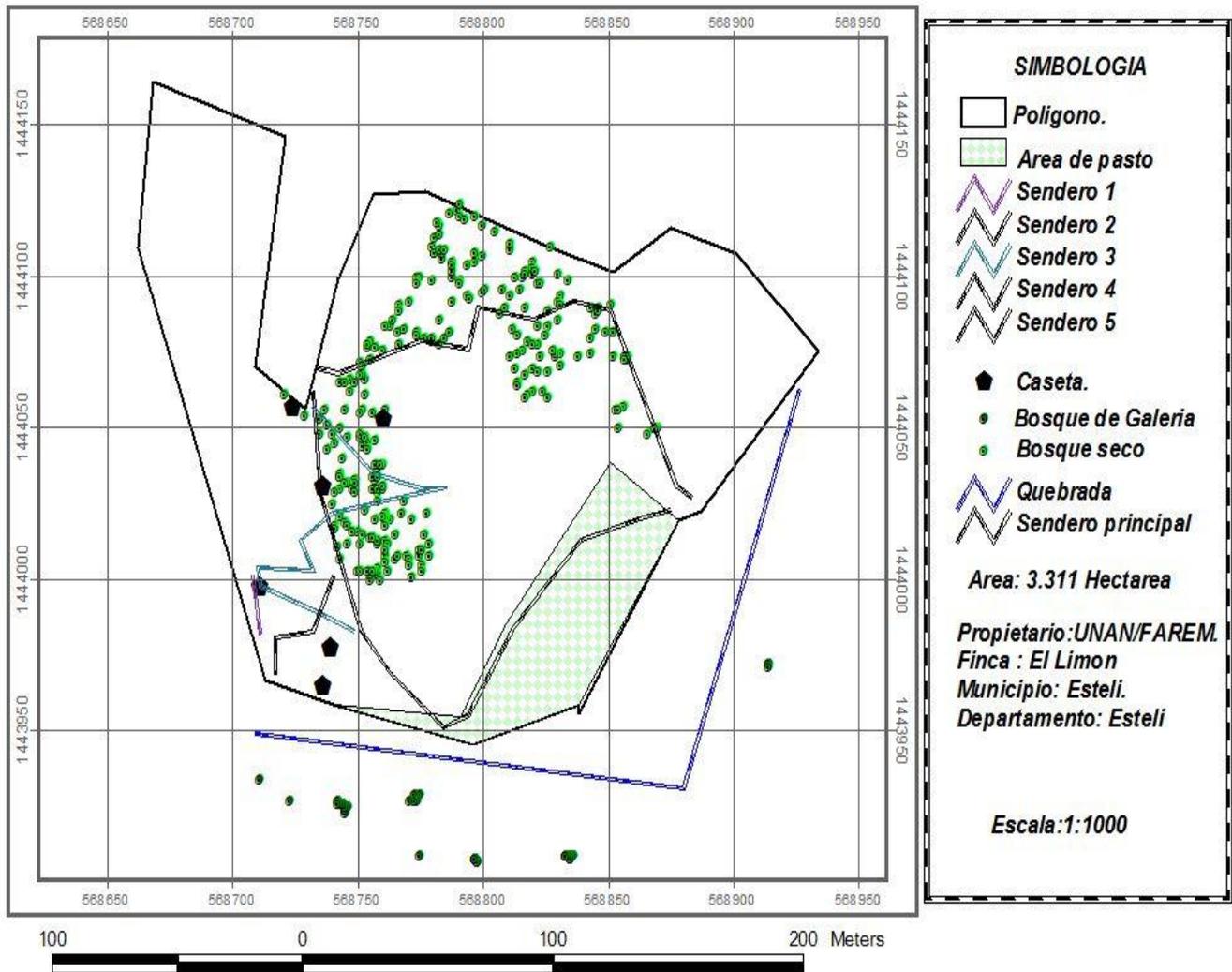


Utilización de SUUNTO (para determinar la altura de árboles).

Mapa del área inventariada



Mapa General del Arboretum Forestal



10.4. Glosario de palabras desconocidas

Inventario: El inventario representa la existencia de bienes almacenados destinados a realizar una operación, sea de compra, alquiler, venta, uso o transformación. Debe aparecer, contablemente, dentro del activo como un activo circulante.

Dasometría: La dasometría es la parte de la dasonomía que se ocupa de la aplicación de métodos estadísticos para la búsqueda de soluciones a problemas asociados con la existencia, crecimiento y el manejo de bosques.

Desertificación: La desertificación es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil y productivo pierde total o parcialmente el potencial de producción.

Silvicultura: La silvicultura es una ciencia hermana de la agricultura, aunque es algo menos conocida, y se encarga del cultivo y mantenimiento de los bosques.

Taxonomía: ciencia en la que se clasifican los organismos y se

Establecen parámetros de diferencia, creando familias, ramas y conjuntos de razas, la taxonomía es estudiada bajo el sistema taxonómico de Linneo, en honor al biólogo.

Arbustos: Se le llama arbusto a la planta leñosa de cierto porte cuando, a diferencia de los árboles, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base. Los arbustos pueden tener varios metros de altura.

Dominancia: La noción de dominancia mantiene una relación inversa con la de diversidad: a mismo número de especies, cuanto mayor sea la dominancia de una o varias especies, menor será la diversidad.

Especies: se denomina especie a la unidad básica de clasificación biológica. Una especie es un conjunto de organismos o poblaciones naturales capaces de entrecruzarse y producir descendencia.

Familia: Es el grupo que surge de la división de la categoría anterior (orden), y los seres vivos que la conforman

comparten un origen y características comunes.

Perennes: Perenne alude a todo aquello que dura todo un año, o perdura por años, es para siempre.

In situ: expresión latina que significa 'en el sitio' o 'en el lugar', y que suele utilizarse para designar un fenómeno observado en el lugar, o una manipulación realizada en el lugar.

Ex situ: La conservación *ex situ* consiste en el mantenimiento de algunos componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.

Herbáceas: Planta pequeña que presenta un tallo tierno y suele perecer no más de dos años después de generar la semilla. Esto quiere decir que lo herbáceo alude a plantas que no producen órganos duros o leñosos.

Intrínseco: Es un término utilizado frecuentemente en Filosofía para designar lo que corresponde a un objeto por razón

de su naturaleza y no por su relación con otro.

Hábitat: Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

Transversal: Que se halla o se extiende atravesado de un lado a otro.

Riqueza de especies: es el número de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada.

Individuo: El individuo es, así, la unidad más pequeña y simple de los complejos sistemas sociales y también la fuente a partir de la cual los mismos se establecen y organizan.

10.5 Glosario de abreviatura

GPS: Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

Arc view: nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica.

UICIN: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

DAP: Diámetro a la altura de pecho

M³: metro cúbico

INAFOR: Instituto Nacional Forestal

CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo

CO₂: dióxido de carbono

BHT: Bosque húmedo tropical

Ha: La hectárea o hectómetro cuadrado.

°C: grado Celsius

PNDH: Plan Nacional de Desarrollo Humano

