



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí

**Estructura, diversidad y valor de importancia para la conservación de los
remanentes de bosque de trópico seco en la zona Norcentral Nicaragüense**

Trabajo monográfico para optar

Al grado de

Ingeniero Ambiental

Autores

Delver Francisco Pérez Rugama

Hanier Roberto Herrera Landero

Jorge Arlington Palacios Centeno

Tutor

M.Sc. Kenny López Benavides

M.Sc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza

Estelí, Marzo 2019



Dedicatoria

Br. Delver Francisco Pérez Rugama.

A DIOS

Por otorgarme la vida y la sabiduría para desarrollar este trabajo que es el logro y culminación de mi carrera por haberme guiado siempre por el camino del bien, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a ti mi Dios infinitamente gracias te doy.

A MIS PADRES

Eva Clarisa Rugama Galeano.

Delver Antonio Pérez Gonzáles.

Por ser ellos mi inspiración durante todo este proceso y por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional, por siempre estar a mi lado en los buenos y malos momentos a ellos les dedico este trabajo como muestra del esfuerzo y dedicación que ellos me inculcaron desde pequeño.

A MIS TUTORES

Msc. Kenny López Benavides.

Msc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza.

Por ser nuestro apoyo en todo el proceso, por confiar en nosotros y por compartir un poco de sus conocimientos para el mejoramiento de los nuestros, ellos han sido el elemento básico para poder haber llegado a la culminación de este trabajo.

A MI EQUIPO DE TRABAJO.

Por haber logrado nuestro objetivo planteado y superar nuestras expectativas, porque en el proceso nos hicimos más unidos y nos dimos cuenta que trabajando en equipo podemos superar mucho, a ellos por haber llegado hasta el final en este proceso y ser los principales protagonistas de esta experiencia.

Br. Hanier Roberto Herrera Landero.

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir, guiarme en mi camino, llenarme de muchas bendiciones y de alegría, además por haberme permitido llegar hasta este momento de mucha importancia en mi vida para mi formación profesional.

A MIS PADRES

María Bertha Landero Pastrana

José Roberto Herrera Rivera

Por todo su inmenso amor, cariño y respeto; por enseñarme que los sueños se logran a base de esfuerzo y dedicación, además por ser ellos mi inspiración durante el proceso de mi formación profesional.

Por haberme educado desde muy niño para ser una persona de bien ante la sociedad, gracias a sus consejos, por el amor que siempre me han brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.

A mis hermanas y hermano por demostrarme todo su apoyo incondicional.

Es por Ellos que estoy aquí hasta ahora.

A MIS TUTORES

Msc. Kenny López Benavides.

Msc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza.

Por darnos siempre su apoyo en todo el proceso de nuestra formación profesional, por compartir con nosotros todos sus conocimientos a la vez por confiar en cada uno de los compañeros y mi persona para el mejoramiento de nuestra propia formación, ellos han sido el elemento básico para llegar a la culminación de la carrera.

Por encaminarme en mi trabajo, orientándome en cada paso que he realizado para la culminación del mismo.

A MI EQUIPO DE TRABAJO

Por haber culminado con éxito nuestro objetivo en nuestra monografía la cual se desarrolló con mucho esfuerzo y trabajo por parte del grupo.

Br. Jorge Arlington Palacios Centeno.

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir, guiarme en mi camino, llenarme de muchas bendiciones y de alegría, además por haberme permitido llegar hasta este momento de mucha importancia en mi vida para mi formación profesional.

A MIS PADRES

Maritza del Socorro Palacios Centeno.

Jorge Benito Tapia Lacayo.

Por todo su inmenso amor, cariño y respeto; por enseñarme que los sueños se logran a basa de esfuerzo y dedicación, además por ser ella mi inspiración durante el proceso de mi profesión. A mi abuela y hermanas por demostrarme todo su apoyo incondicional.

A MIS TUTORES

Msc. Kenny López Benavides.

Msc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza.

Por ser nuestro apoyo en todo el proceso, por confiar en nosotros y por compartir un poco de sus conocimientos para el mejoramiento de los nuestros, ellos han sido el elemento básico para poder haber llegado la culminación de este trabajo.

A MI EQUIPO DE TRABAJO.

Por haber logrado nuestro objetivo planteado y superar nuestras expectativas, porque en el proceso nos hicimos más unidos y nos dimos cuenta que trabajando en equipo podemos superar mucho, por trabajar en armonía y siempre organizados a ellos por haber llegado hasta el final en este proceso y ser los principales protagonistas de esta experiencia.

Agradecimiento

Primeramente, gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mis padres por apoyarme en cada decisión y proyecto que he realizado durante todo este proceso, gracias a la vida por demostrarme lo difícil, pero a la vez lo justa que puede ser si todo se hace con esfuerzo, gracias a mis maestros por dedicarme su tiempo conocimientos y esfuerzos, Gracias por creer en nosotros durante todo el desarrollo de esta tesis.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus valiosos aportes, a su apoyo incondicional, a su inmensa bondad, lo complicado de lograr esta meta se nos hizo un poco más fácil, gracias por todo lo aprendido durante este proceso.

A los propietarios de cada uno de los sitios en donde realizamos este estudio por su colaboración, sus aportes positivos y disposición para brindarnos ayuda requerida.

A las personas y entidades que permitieron el desarrollo de esta investigación.

DOCENTES

Msc. Kenny López Benavides, Msc. Oscar Rafael Lanuza Lanuza por habernos brindado sus conocimientos y la oportunidad de trabajar con ellos, compartiendo sus experiencias y conocimiento tanto en campo como en metodología, brindándonos sus consejos, su esfuerzo, paciencia, dedicación y por ser los principales guías para realización de este trabajo.

A la universidad UNAN-Managua FAREM-Estelí ya que nos permitió realizar nuestros estudios para convertirnos en Ing. Ambientales.

A los Docentes de la facultad regional multidisciplinaria Farem - Estelí por habernos brindado en estos últimos cinco Años los conocimientos para ponerlos en prácticas en nuestra vida profesional.

Carta aval del tutor

Estelí, 29 de mayo del 2019

CARTA AVAL

A través de la presente hago constar que el informe final de investigación, realizado en la modalidad de Seminario de Graduación, titulado ***“Estructura, diversidad y valor de importancia para la conservación de los remanentes de bosque de trópico seco en la zona Norcentral Nicaragüense”***. Elaborado por los bachilleres Delver Francisco Pérez Rugama, Hanier Roberto Herrera Landero y Jorge Arlington Palacios Centeno. Ya contiene las sugerencias de forma y fondo realizadas por el comité evaluador, al momento de su presentación y defensa. Por lo anterior, se autoriza a los estudiantes la entrega del documento en versión física (empastado) y digital al departamento docente de Ciencia, Tecnología y Salud.

Fraternalmente.

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

Resumen

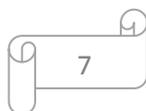
El bosque seco tropical es actualmente el ecosistema más degradado y fragmentado de todos los tipos de bosques tropicales debido a procesos antropogénicos. En este estudio se comparó la diversidad, composición, estructura y valor de importancia para la conservación en cuatro hábitats (Bosque Ripario, Bosque Secundario, Cercas Vivas y Potreros) en un paisaje fragmentado ubicado en la parte media y alta de la subcuenca del Río Estelí de Nicaragua. Se establecieron 32 parcelas temporales de muestreo (n=8 por hábitats), en la que se registraron árboles \geq a 2.5cm dap (dap, a 1.3m). En total se registraron 2479 árboles, de 90 especies arbóreas y 32 familias botánicas. El Bosque Ripario fue el hábitat con mayor número de individuos, especies y familias promedio, seguido del Bosque Secundario, Cercas Vivas y Potreros. Encontramos diferencias estadísticas marginales en los índices de equidad de Shannon-Wiener ($p=0.0511$) y Pielou ($p=0.0555$) entre hábitats, pero no en el índice de dominancia de Simpson. La clase diamétrica con el mayor número de individuos fueron arboles $\geq 10 \leq 19.9$ cm dap, a partir de acá se muestra una clara J invertida indicativo de un bosque en proceso de regeneración. *Vachelia pennatula* fue la especie que presentó el IVI más alto, y la familia fue la Fabaceae. De hecho, *Vachelia pennatula*, *Guazuma ulmifolia* están entre las cinco especies más abundantes en todos los hábitats, lo que se reflejó en una alta similitud y dominancia de especies. Concluimos que, a pesar de lo degradado y fragmentado del paisaje, tiene una riqueza similar a otros bosques secos Neotropicales, y por tanto un alto potencial para la conservación y restauración del bosque seco en Nicaragua.

PALABRAS CLAVE

Bosque seco tropical, regeneración, IVI, dominantes, rango abundancia.

Índice de Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	8
----------------------	---



II.	OBJETIVOS	11
2.1.	General.....	11
2.2.	Específicos	11
III.	MARCO TEÓRICO	12
3.1.	Bosques Tropicales Secos (BTS)	12
3.2.	Riqueza de bosques tropicales secos.....	13
3.3.	Diversidad Alfa, Beta Y Gamma	14
3.4.	Composición de los Bosques Tropicales Secos.....	15
3.5.	Estructura Vertical y Horizontal.....	15
3.6.	Estructura de los bosques	16
3.7.	Dinámica del Bosque Seco Tropical	16
3.8.	Área Basal.....	17
3.9.	Clases Dinámicas.....	17
IV.	HIPÓTESIS	17
V.	DISEÑO METODOLÓGICO	18
5.1.	Área de Estudio	18
5.2.	Tipo de Estudio.....	22
5.3.	Tipo de muestreo.....	22
5.4.	Toma de Datos de Campo.....	22
5.5.	Cálculos de diversidad de especies (diversidad alfa) e índice de valor de importancia ecológico.....	23
5.6.	Análisis estadístico	27
VI.	RESULTADOS	28
6.1.	Análisis y discusión de resultados	28
VII.	CONCLUSIONES	36
VIII.	RECOMENDACIONES	37
IX.	Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.
X.	ANEXOS	40

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos comprenden el 42% de todos los bosques tropicales, lo que los convierten en la mayor proporción de cualquier tipo de bosque (Van Bloem, Murphy, & Lugo, 2004). Sin embargo, en la región de Mesoamérica, estos bosques se han reducido a menos del 2% de su extensión original, y son considerados por algunos como el ecosistema más amenazado en los trópicos de las tierras bajas (Gillespie, Grijalva, & Farris, 2000; Janzen, 1988). Las amenazas reales o potenciales que enfrentar estos bosques incluyen: el cambio climático, la fragmentación del bosque, el fuego, la conversión a áreas agrícolas y las poblaciones humanas (Miles et al., 2006).

Los bosques naturales tropicales secos de Norcentral de la subcuenca del río Estelí son considerados como ecosistemas de importancia ambiental y ecológica, aunque estos no han sido profundamente estudiados de acuerdo a su estructura, composición y diversidad en razón de sus beneficios de las comunidades por ejemplo futuros manejos de productos maderables y no maderables. El conocimiento y evaluación de sus características estructurales y su dinámica son un factor fundamental para determinar las posibilidades de utilización bien sea en aspectos de producción, conservación o regulación.

La falta de interés, desconocimiento local y de información sobre el potencial, e importancia que tienen los bosques secos tropicales para conservación de la biodiversidad, y la provisión de bienes y servicios eco sistémicos, son la principal causa de su deterioro.

Dicho trabajo es un aporte significativo no solo para los habitantes del sitio sino también para futuras investigaciones debido a que se tendrá un estudio claro y detallado sobre los aspectos importantes a estudiar, además de poseer dicha información importante se pretende mejorar la manera de evaluación de las especies, es decir mantener un mejor conocimiento de todas las especies arbóreas existentes y sus características según su tipo.

Sin embargo, en la parte Norcentral de Nicaragua a pesar de ser una de las más grandes de la región y más importantes carece de este tipo de información sobre la estructura y composición de las especies arbóreas del lugar. Por esta razón el objetivo de esta investigación es conocer toda la información que se pueda recopilar mientras se estudian las 10 parcelas en diferentes puntos de este sitio.

Los estudios sobre flora del bosque seco en Nicaragua se han centrado en la costa pacífica entre Costa Rica y Nicaragua (Gillespie et al., 2000). Actualmente no existen estudios sobre la diversidad y estructura de los remanentes de bosques seco en la zona Norcentral de Nicaragua. En un estudio realizado por (Gillespie et al., 2000) concluyeron que los bosques secos centroamericanos tienen una riqueza

de especies similar a la de otros bosques neotropicales, pero que las perturbaciones antropogénicas tienen una fuerte correlación sobre la riqueza y abundancia de especies de estos bosques. Por otra parte, (Sánchez Merlos et al., 2005). demostraron que el agro paisaje de Rivas (a pesar de lo degradado y fragmentado) aún conserva algunas especies arbóreas típicas del bosque original y tiene potencial la conservación y restauración del bosque seco en Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar la diversidad, composición, estructura y valor de importancia para la conservación de los remanentes de bosque seco en la parte alta de la subcuenca del río Estelí.

2.2. Específicos

Determinar la diversidad, composición y estructura de la vegetación en cuatro tipos de hábitat, Bosques secundarios, Bosques Riparios, Potreros y Cercas vivas, en los remanentes de bosque seco en la parte alta de la subcuenca del río Estelí.

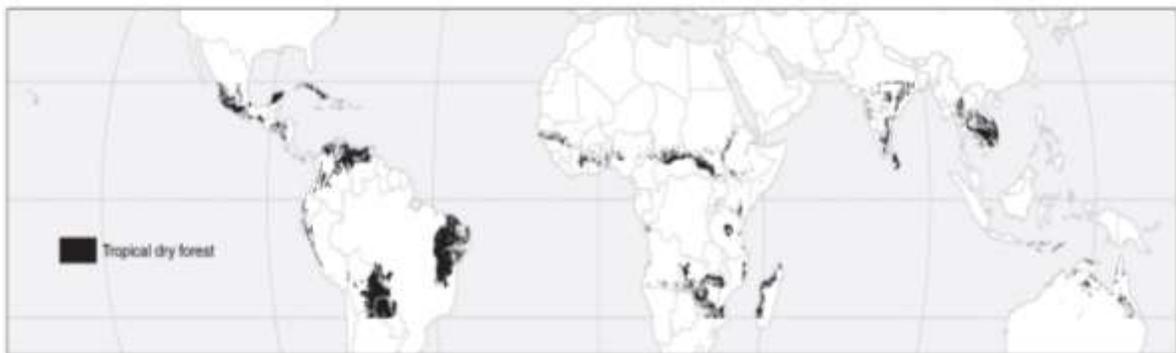
Comparar la diversidad, composición y estructura de la vegetación entre los diferentes hábitats, Bosques Secundarios, Bosques Riparios, Potreros y Cercas vivas, en los remanentes de bosque seco en la parte alta de la subcuenca del río Estelí.

Estimar el valor de importancia ecológico para la conservación de los remanentes de bosques secos en la parte alta de la subcuenca del río Estelí.

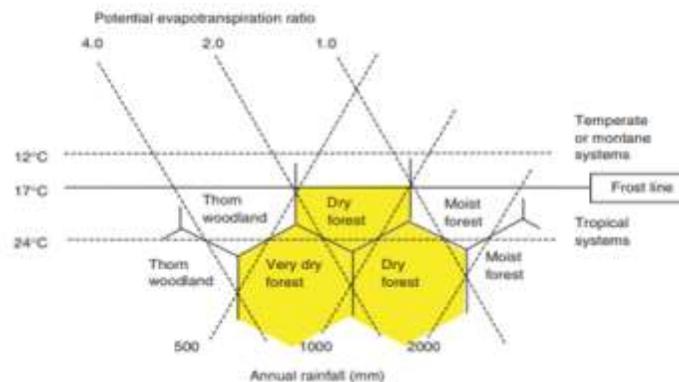
III. MARCO TEÓRICO

3.1. Bosques Tropicales Secos (BTS)

Los bosques secos comprenden el 42% de todos los bosques tropicales, siendo la mayor proporción de cualquier tipo de bosque (Van Bloem et al., 2004) (Grafica 1). Los bosques secos Neo tropicales ocurren en áreas libres de heladas donde la precipitación anual es de 250-2000mm año⁻¹, la biotemperatura es $\geq 17^{\circ}\text{C}$ y la evapotranspiración potencial excede la precipitación (Holdridge, 1978), (Grafica 2). Estos bosques experimentan 3-10 secos meses (o 50mm de lluvia) cada año, con una alta variabilidad en la distribución y cantidad de lluvia (Van Bloem et al., 2004).



Gráfica 1. Distribución global de los bosques tropicales seco. Tomado de Miles 2006.



Gráfica 2. Bosque seco tropical según zona de vida. Tomado de Holdridge 1967

Los bosques secos Neotropicales son reconocidos como uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. La acelerada pérdida de cobertura vegetal de estos bosques ha ocasionado que en la actualidad se encuentren restringidos a una

pequeña fracción de su área de su distribución histórica. Conocer su diversidad biológica, así como sus factores que controlan el funcionamiento y estructura y cocimiento.

En América Central los bosques secos Neotropicales representan casi el 50% de la cobertura boscosa (Brown & Lugo, 1980). En 1988, Janzen (1988) indicó que los bosques secos tropicales en la región de Mesoamérica se han reducido a menos del 2% de su extensión original. Mientras que para el caso de Nicaragua se estima que menos de un 1% de ese tipo de vegetación persiste y de esto, prácticamente nada se encuentra en estado natural. Esto lo constituye en uno del ecosistema más amenazados del mundo (Gillespie et al., 2000).

La vegetación es principalmente caducifolia durante la estación seca, y el grado de caducidad aumenta con la disminución de la lluvia, aunque los bosques más secos tienen más hojas perennes y especies suculentas **Fuente especificada no válida..**

3.2. Riqueza de bosques tropicales secos

La riqueza de los bosques secos es considerada en la actualidad como uno de los sistemas más amenazado en el trópico (Janzen, 1988). En cuanto al estudio del bosque seco tropical en la región del caribe de Colombia. Sin la diversidad de plantas para hábitat, refugio y alimentos, no habría alimento, no habría variedad de especies animales, no existiría un control de plaga y de igual manera no perduraría la variedad de especies vegetales (Canales Colindres, 1997).

La alta riqueza del indica las condiciones del mismo. Los bosques tropicales acogen el 50% de los recursos mundiales de plantas y animales, el 50% de los vertebrados conocidos, el 60% de especies vegetales y el 90% de las especies conocidas. A pesar de la gran diversidad de especies hay pocos individuos de cada una de ellas, como estos bosques presentan una estructura muy compleja crea un gran número de hábitat distintos. Si la diversidad de plantas para hábitat, refugio y alimento, no habría variedad de animales; sin animales que faciliten la polinización, controlen las plagas y que dispersen las semillas, no perduraría la variedad de especies vegetales (Canales Colindres, 1997).

3.3. Diversidad Alfa, Beta y Gamma

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma según Whittaker, 1972 citado por (Moreno, 2001). Puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas según Halffter 1998 citado por (Moreno, 2001). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta según Whittaker, 1972 citado por (Moreno, 2001).

El mantenimiento de la diversidad es fundamental para asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales. Altos niveles de diversidad permiten un buen funcionamiento en el ecosistema, una elevada capacidad de reacción a presiones externas (incendios, enfermedades y plagas), y una óptima adaptación a un medio ambiente cambiante (cambio climático, uso de suelos por parte del hombre). Cuando nos enfrentamos a la labor de gestionar los recursos naturales, conocer que zona posee más biodiversidad, que especies integran esta biodiversidad y en qué medida, es fundamental para plantear políticas de conservación exitosas (Moreno, 2001).

La diversidad alfa es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta de paisajes en cuestión entre dos comunidades vegetales distintas geográficamente continuas en el territorio, existirán especies diferentes y muy probablemente especies comunes.

Diversidad beta es la tasa de cambio de especie en dos comunidades vegetales adyacentes; refleja por lo tanto la diferencia de composición de las dos comunidades y en última instancia la heterogeneidad.

La diversidad gamma es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra los componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada incluyendo todas las comunidades.

La alfa y beta diversidad son independientes. Un paisaje puede tener una alfa diversidad media (promedio de valores de alfa diversidad. De cada una de las comunidades que lo componen) elevada y una beta diversidad media baja o, al contrario (Moreno, 2001).

3.4. Composición de los Bosques Tropicales Secos

Los bosques tropicales se desarrollan mediante el proceso de sucesión natural y pasan por diferentes etapas que puedan distinguirse por el predominio de un grupo determinado de plantas, una vez se habré el dosel en estos bosques otras especies que requieren luz ya establecidas en el área aprovechan las mejores condiciones de crecimiento y gradualmente empiezan a dominar. Por otro lado, la acumulación de carbono orgánico en el ecosistema promueve el funcionamiento del carbono en la vegetación y en los suelos (Moreno, 2001).

La riqueza de especies de plantas en el bosque seco tropical de América Central es comparable con otras Bosques secos neo tropicales (Gillespie et al., 2000).

3.5. Estructura Vertical y Horizontal

En la estructura de análisis estructurales definen a la Regeneración Natural como las especies arbóreas entre 0.1 y 0.999m de diámetro a la altura del pecho.

Se entiende por Regeneración Natural todas aquellas especies arbóreas menores de 0.40 m de dap que pueden reemplazar a los árboles maduros después de su aprovechamiento (Gillepse et al., 2000)

Estructura vertical: Un ejemplo claro e importante es el de estratificación lacustre, donde distinguimos esencialmente epelimnion, mesolinion (o termoclina) e ipolinion. El perfil del suelo con su subdivisión en horizontales, es otro ejemplo de estratificación, con una dimensión ecológica. Las estructuras verticales más complejas se dan en los ecosistemas forestales, donde inicialmente distinguimos un estrato herbáceo, un estrato arbustivo y un estrato arbóreo (Gillepse et al., 2000)

Estructura Horizontal: En algunos casos puede reconocerse una estructura horizontal, abecés de carácter periódico. en los ecosistemas rivereños, por ejemplo, producen estructuras regulares en sustratos que afectan también a la biocenosis algunos ecosistemas desarrollan estructuras horizontales en Mosaico, como ocurre en extensas zonas bajo clima tropical de dos estaciones, donde se combina la llanura herbosa y el bosque o de matorral espinoso, formando un paisaje característico conocido como la sabana arbolada (Gillepse et al., 2000)

3.6. Estructura de los bosques

El bosque natural es el último eslabón de una larga cadena que generalmente se inicia en zonas rocosas. A lo largo de los miles de años la roca desnuda se descompone por acción del clima y del tiempo, formando partículas de suelo. Cuando se forma suficiente suelo, las primeras plantas pueden prender al morir y descomponerse, estas plantas pasan a formar parte del suelo y lo enriquecen con su materia orgánica. Gracias a ellas, otras plantas más complicadas y grandes pueden desarrollarse. Así se entra a una etapa de arbusto y, por último, crecen grandes árboles que forman el bosque otros se forman a partir de las aguas (Canales Colindres, 1997).

Dinámica del Bosque Seco Tropical

Se refiere a los cambios que existe en la vegetación, tanto en la estructura y composición, en el transcurso del tiempo; la ausencia de estudios sobre dinámica de los bosques secos, su potencial de aprovechamiento y consecuencias de su alteración ha puesto en riesgo especies que se aprovechan como madera y productos forestales no maderables.

La dinámica de bosques trata de determinar el impacto que ocasionan los disturbios sobre los bosques para ver de qué manera estos afectan su dinámica (ocurrencia de fuego, eventos del viento, sequías ataques de insectos, actividad ganadera, tala de árboles.

A pesar de su gran importancia, el bosque seco es uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. Sus principales precisiones incluyen extracción de madera e incendios forestales esto pondría en peligro las especies de aprovechamiento (Moreno, 2001).

Un indicador de la importancia de la dinámica de los bosques es la proporción de los espacios evidentes, que dependen de claros para conseguir su regeneración exitosa. explican que el éxito de la Regeneración natural depende de muchos factores los que (Moreno, 2001). con frecuencia pueden ser muy diferentes. Dependiendo del grupo de especies que se desee generar ya, esciófitas o intermedias. Sin embargo, son imprescindibles los siguientes factores:

- Cantidad suficiente d semillas viables
- Condiciones climáticas y edáficas adecuadas para la Regeneración
- Intensidad y calidad de luz
- Nivel de competencia
- Agentes dispersantes y depredadores
- Distancia de árboles padre

3.7. Área Basal

La medición de áreas es importante en la isometría para calcular muchos de los parámetros tales como área basal (AB) y volumen para la confección de tablas de volúmenes y de rendimientos, para el cálculo de incrementos etc.

Se entiende como el área de cualquier sección transversal de fuste de un árbol mientras no se especifique otra cosa el área basal conocida como (AB) es el área horizontal de un árbol que se encuentra a 1.3m del suelo.

3.8. Clases Diamétricas

El análisis de distribución de especies diamétrica de diferentes especies arbóreas de una masa forestal permite evaluar el estado ecológico y de conservación, así como también detectar la falta de regeneración o bien el envejecimiento de las masas. Los estudios que relacionan el tamaño y las edades de un árbol deben tomar en cuenta que las tasas de crecimiento no están afectadas por las condiciones ambientales. El análisis de la distribución diamétrica nos permite inferir el estado demográfico de los bosques y sus posibles problemas de conservación. En general la distribución de las especies parece confirmar que existe un problema de falta de regeneración, la germinación de semilla natural parece escasa, cuando unas germinan y producen brizales estos parecen que tener tasas de supervivencias muy bajas (aunque no conocemos estudios demográficos que los hayan documentado). Pero si podemos encontrar numerosas evidencias como el aspecto de algunos árboles con cicatrices o la presencia frecuente de un mismo individuo (Godínez IBARRA & López MATA, 2002).

Para ubicar la parcela se utilizará un GPS y en cada esquinero de la parcela se ubican estacas permanentes para su localización. Además, se abrirá una trocha para el distanciamiento de las subparcelas con sus respectivas balizas. Además, cada árbol llevara su número con laminilla de aluminio y pintura spray de color rojo (Gómez, 2010).

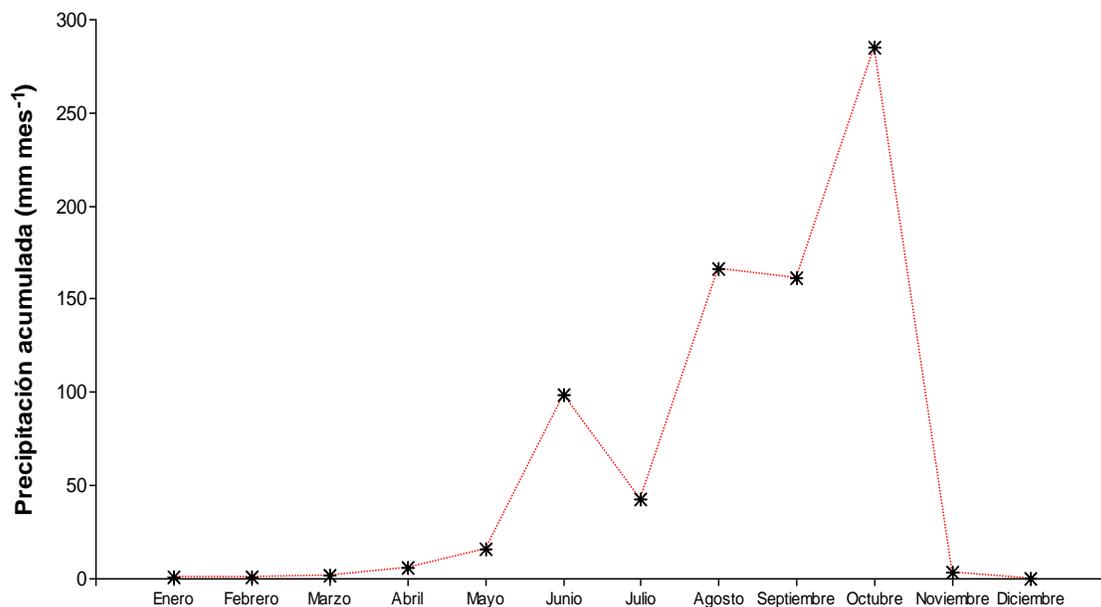
HIPÓTESIS

La diversidad arbórea será mayor en los bosques secundarios y Riparios debido a su poca intervención por actividades antropogénicas. Teniendo una mayor afectación las estructuras de bosques de potreros y cercas vivas debido a su composición.

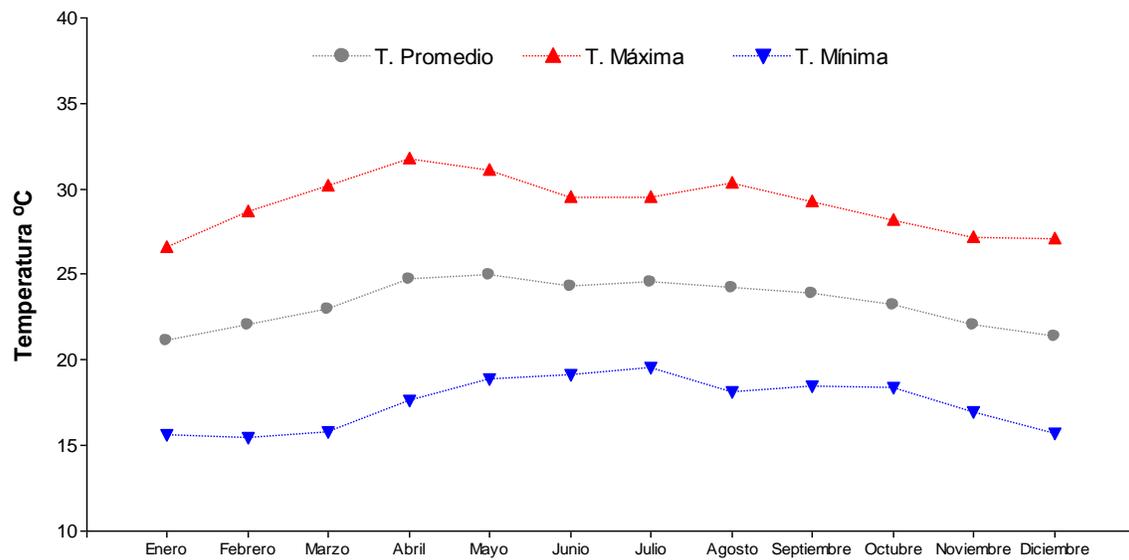
IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Área de Estudio

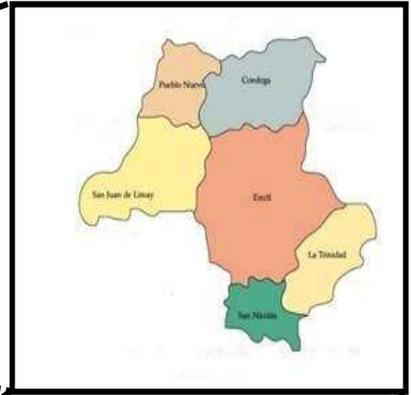
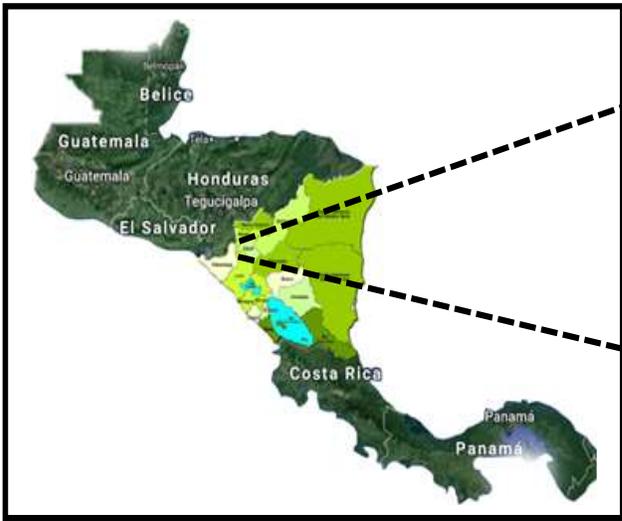
El estudio se llevó a cabo en la parte alta de la subcuenta del río Estelí, situada entre el punto de la reserva el Tomabú con las coordenadas 12° 59' 54" N 86°16' 10" O, en la, comunidad El Limón en las coordenadas 13° 06' 22" y la reserva el Quiabúc Las Brisas en las coordenadas 13° 07' N, 86° 27' O, con elevaciones que oscilan entre los 620 a 1,470 m.s.n.m. Se sitúa con una temperatura promedio de 23.3°C (Grafica 3). Según datos de la Estación Experimental El Limón La precipitación acumulada es de 781.7mm (Grafica 4).



Gráfica 3. precipitación acumulada en la Estación Experimental El Limón para el año 2014.

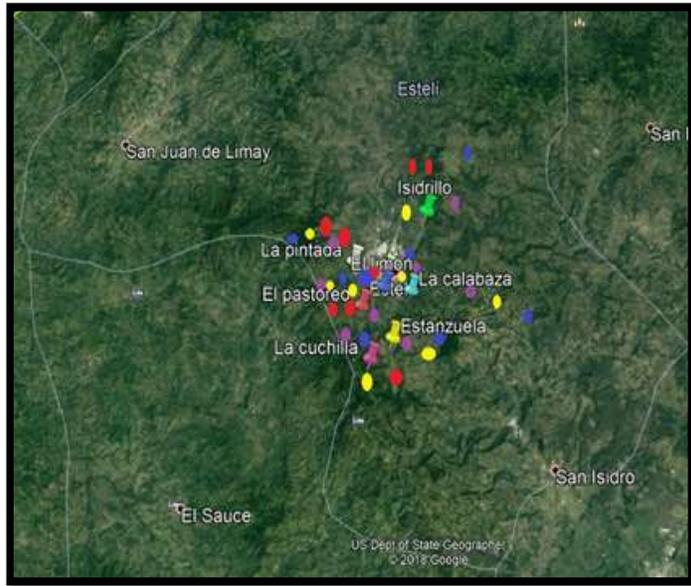


Gráfica 4. Temperatura promedio, máxima y mínima de la Estación Experimental El Limón para el año 2014. Elaboración propia



Leyenda

- BR
- POT
- CV
- BS



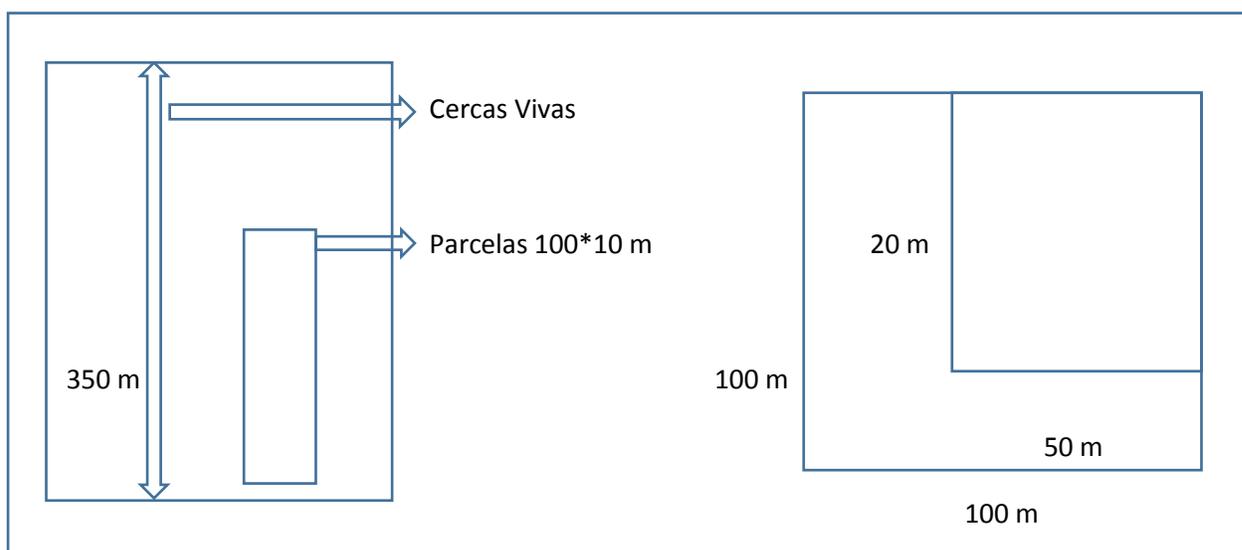
Gráfica 4. Ubicación del área de estudio en la zona Norcentral de Nicaragua.

Estructura de las parcelas.

En el área, se seleccionaron los remanentes de bosques tropicales secos usando el software libre Qgis versión 3.0 <https://www.qgis.org/es/site/>. De cada hábitat (Bosque secundario, Bosque Riparios, Cerca Viva y Potrero) se seleccionaron 8 parcelas temporales de muestreo (PTM) distribuidas en la parte alta y media de la subcuenca del río Estelí.

Se establecieron parcelas de 0.1ha para medir la diversidad del Bosque Secundario siguiendo la metodología propuesta por (Alwyn H Gentry, 1982, 1988). En cada parcela de 1000 m² se establecerán 8 transeptos de 20 x 50m, con una separación de 20m entre transeptos. Para el caso de los bosques Riparios se adaptaron el método de parcelas de Gentry mencionados anteriormente y se establecerán parcelas de 100 x 10m (0,1ha) para medir todos los árboles con dap \geq a 2.5cm (Sánchez Merlos et al., 2005).

En cercas vivas se hizo un censo de los árboles con dap \geq a 2.5cm en 350m lineales, en los potreros se establecieron parcelas adicionales de 100 x100m (1ha) para medir todos los árboles con dap \geq a 2.5cm dap y tener una caracterización detallada del sistema. Para caracterizar cada hábitat se seleccionaron cinco puntos por conveniencia cada parcela donde se medirá la altura del dosel con un clinómetro Sunnto y se calculó un promedio para cada sitio (Sánchez Merlos et al., 2005) (Gráfica 6 y Anexo 1).



Gráfica 5. Diseño de las parcelas de muestro por hábitat

4.2. Tipo de Estudio

Según su enfoque filosófico es de tipo cuantitativo, debido a que se basa en la recopilación y el análisis de datos porque y el objeto de estudio se cuantificara a través de conteos y mediciones como el de las variables de interés de las especies arbóreas. También se utilizó el método observacional el cual consiste en la nula la manipulación de las variables independientes.

Según el nivel de profundidad el estudio es de tipo descriptivo, porque se estudiarán los diferentes componentes como la diversidad, composición y estructura de los cinco tipos de hábitat.

El proyecto corresponde a la línea de investigación de ecología forestal de la normativa aplicada la por la UNAN-Managua Farem-Estelí para el estudio de trópico seco debido a que el estudio se enfocó en los bosques secos remanentes de la parte alta de la subcuenca del rio Estelí.

Población o Universo: La población la conforman todos los remanentes de bosque seco de la parte alta de la subcuenca del rio Estelí.

Muestra: La conforman las 32 parcelas temporales de muestreo ubicadas en los remanentes del bosque seco ubicados en la parte alta de la subcuenca del rio Estelí.

4.3. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico ya que las parcelas fueron tomadas por conveniencia de esta manera se identificaron las diferentes especies de árboles en la que se realizó el estudio.

4.4. Toma de Datos de Campo

En cada parcela y hábitat se inventariaron todos los árboles $\geq 2.5\text{cm}$ de dap con una cinta diamétrica a 1.3m a partir del suelo. En el caso de árboles a típicos, con deformidades, con dos o más troncos, o en pendiente las mediciones del DAP se hará según las recomendaciones de (Aranda et al., 2005; Camacho, 2000). Para el cálculo del área basal se utilizarían los cálculos de altura al pecho, cuando un árbol tenga más de 2 ejes se utilizará la formulas del diámetro cuadrático medio.

$$DCM = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} DAP^2}$$

Todos los árboles dentro de cada parcela serán identificados a nivel de especie o familia. La identificación se hará con la ayuda del guía conocedor de las especies y se constatará su veracidad en la base de datos de Flora de Nicaragua

<http://www.tropicos.org/Project/FN>. Para las especies que no se pudieron identificar se procederá a nombrarlas como desconocida y con una codificación, se enviará una muestra al profesor Alfredo Grijalva, taxónomo vegetal del Herbario Nacional de Nicaragua (Herbario de la Universidad Centroamericana) para que las identifique.

4.5. Cálculos de diversidad de especies (diversidad alfa) e índice de valor de importancia ecológico.

Para evaluar la diversidad de especies o riqueza específica dentro de las comunidades (diversidad alfa), se estimarán los siguientes índices: riqueza de específica de Margalef; índice de dominancia de Simpson (D'), el índice de equidad de Shannon-Weiner (H') y Piellou (J'), y la abundancia relativa con base en frecuencias y dominancia en cuanto a área basal denominado Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie.

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies vegetales. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969).

Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S = número de especies.

N = número total de individuos.

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) se basa en la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie (A.E. Magurran, 2013). Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. Este índice está fuertemente enfocado hacia las especies más abundantes de la muestra y es menos sensible a la riqueza de especies (Martella et al., 2012).

Su expresión es:

$$D_{Si} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$$

Donde:

p_i : igual a la proporción entre n_i y N

n_i : número de individuos de la especie i .

El índice de equidad de Shannon- Wiener (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia para medir la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Se basa en el grado de promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar en una muestra (Somarriba, 1999). Considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies que componen la comunidad o hábitat están representadas en la muestra (Martella et al., 2012). El valor del índice suele hallarse entre 1,5-3,5 y solo raramente sobrepasa 4,5 (A.E. Magurran, 2013).

Su fórmula es:

S = Número de especies

p_i = Proporción de individuos de la especie i

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

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad o equidad en la distribución de individuos entre especies. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$J = H/\ln(S)$$

Donde

H = índice de diversidad de Shannon y; S = número de especies (o riqueza).

El índice de valor de importancia (IVI) define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema **Fuente especificada no válida**. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la abundancia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa. Se expresa de la siguiente manera:

$$IVI \text{ de la especie } i = A\%_i + D\%_i + F\%_i$$

Donde:

$A\%_i$ = abundancia relativa de especie i

$D\%_i$ = dominancia relativa de la especie i

$F\%_i$ = frecuencia relativa de especie i

Para lo cual se hace necesario hacer los siguientes cálculos:

La abundancia relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las ocurrencias de una especie en particular, respecto a la sumatoria de ocurrencia de todas las especies en la misma comunidad.

$$A\%_i = (\sum A_i / \sum A) * 100$$

Donde:

A% i = abundancia relativa de la especie i

Ai = número de ocurrencias de la especie i

ΣA = número total de individuos

La dominancia relativa se expresa como porcentaje de la sumatoria de las áreas basales de cada especie, expresa el aporte de una especie al área basal de una comunidad y se determina de la siguiente manera:

$$D\% = (\Sigma AB_i / \Sigma AB) \times 100$$

Donde:

D % = dominancia relativa de la especie i

ΣAB_i = sumatoria de las áreas basales de la especie i

El área basal (AB) se calculó implementando la ecuación siguiente:

$$AB = \pi / 4 * DAP^2$$

La frecuencia relativa mide su dispersión de las especies dentro la comunidad vegetal y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F\% i = (F_{ai} / \Sigma F_a) \times 100$$

$$F_{ai} = F_i / \Sigma F$$

Donde:

F% i = frecuencia relativa

F_i = número de sistemas donde ocurre la especie i

ΣF = número total de sistemas

F_{ai} = frecuencia absoluta de la especie i

ΣF_a = sumatoria de frecuencias absolutas de todas las especies de la muestra

Índice de valor de importancia familiar 100%

$$IVF = ArF + DrF + DivrF$$

Donde:

IVIF: Índice de Valor de Importancia Familiar

ArF = Abundancia relativa Familiar

DrF = Dominancia relativa Familiar

DivrF = Diversidad relativa por Familia

$$DivF \text{ Rel} = (N_e \text{ sp} / \Sigma Sp) * 100$$

Donde:

DivF Rel: Diversidad relativa por Familia

N_{esp}= Número de especies por Familia

ΣSp= Sumatoria total de especies

Coefficiente de similitud de Jaccard (I_J) mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elementos. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

4.6. Análisis estadístico

Para realizar los distintos análisis en cuanto a los datos obtenidos se utilizaron distintos programas. Las clases diamétricas, las curvas de rango de abundancia y el IVI (Índice de valor de importancia) se elaboraron y se representaron por medio de gráficos en el Microsoft Excel. Se utilizó el software de ecología cuantitativa Qeco (Di Rienzo, Casanoves, Pla, Vilchez, & Di Rienzo, 2010) para generar las curvas de acumulación de especies y estimar los índices de equidad Shannon-Weiner (H') y Pielou (J') e índice de la dominancia de Simpson (D)

Los análisis estadísticos para determinar las diferencias en los índices de diversidad entre hábitats se realizaron en Infostat versión 2015 (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Tablada, & Robledo, 2015) and R® versión 3.2.1 (R Core Development Team). El supuesto de normalidad de los datos fue evaluado usando QQ-plot y la prueba de Shapiro-Wilks. Posteriormente se realizó un análisis de varianza usando Modelos Lineales Generales y Mixtos. En todos los casos se reportan las medidas ± 1 desviación estándar y las medidas se compararon usando la prueba LSD Fisher ($p < 0,05$).

V. RESULTADOS

5.1. Análisis y discusión

Dentro del estudio de los hábitats se registraron 2479 árboles en total ≥ 2.5 cm DAP, siendo el BR el hábitat con el mayor número de individuos 862, mayor número de árboles promedio (107.75 ± 46.10) mayor número de especies promedio (21.88 ± 7.57) y mayor número de familias (13.75 ± 3.85) es decir es el hábitat con la mayor riqueza de especies y familias (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diversidad de árboles ≥ 2.5 cm en 4 hábitats remanentes de bosque seco tropical en la zona Norcentral de Nicaragua. N=8 por hábitat.

Hábitats	BR	BS	CV	POT	F	P valor
No. Individuos	862	624	531	462	-	-
No. Especies	55	55	51	45	-	-
No. Árboles (mean \pm SD)	107.75 ± 46.10	78.00 ± 39.92	66.38 ± 11.08	57.75 ± 22.06	-	-
No. Especies (mean \pm SD)	21.88 ± 7.57	14.63 ± 8.6	14.13 ± 5.49	12.50 ± 4.34	-	-
No. Familia (mean \pm SD)	13.75 ± 3.85	9.63 ± 5.01	10.00 ± 2.45	8.25 ± 2.05	-	-
Shanon-Wiener (H')	2.70 ± 0.20^B	2.09 ± 0.20^A	2.07	2.01 ± 0.20^A	3.4	0.0511
Simpson	0.91 ± 0.07	0.77 ± 0.07	0.8	0.81 ± 0.07	1.3	0.2762
Pielou	0.90 ± 0.02^B	0.87 ± 0.02^{AB}	0.8	0.82 ± 0.02^A	3.3	0.0555

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Los datos de N° de especies totales para BS, CV y POT son mayores a las reportados por (Sánchez Merlos et al., 2005) para arboles ≥ 10 cm de dap, pero encontramos valores inferiores en BR. Nuestros datos también indican que el N° de especies promedio y el N° de individuos totales es mayor en nuestros sitios en comparación a los reportados por estos mismos autores. Una posible explicación a esta comparación es que ellos reportaron individuos ≥ 10 cm de dap y como se nota en la (Cuadro 1) gran parte de nuestros arboles corresponden a la clase diamétrica ≤ 9.9 cm de dap.

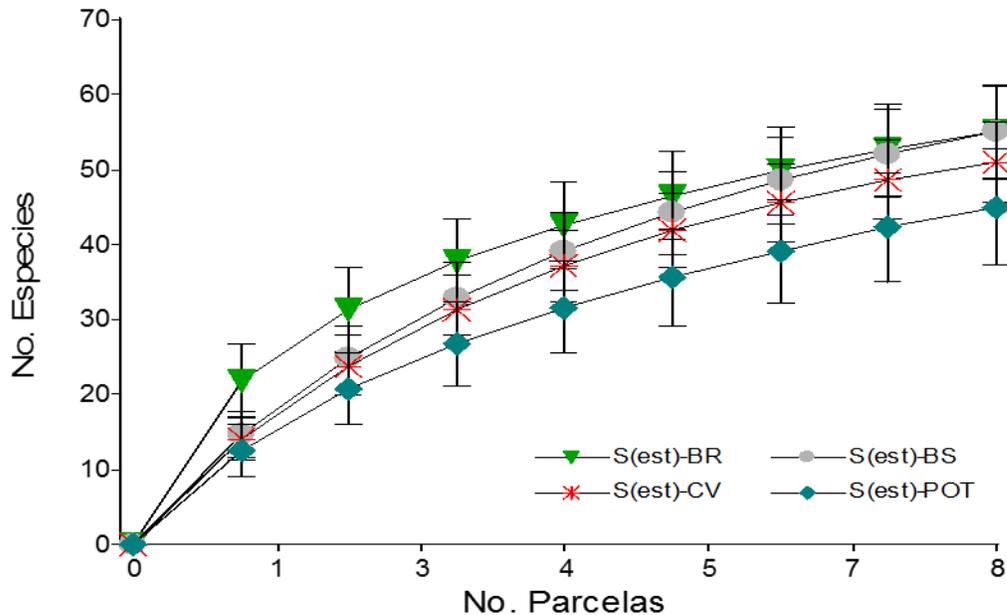
Nuestros datos de número de especies totales para BS son similares al rango de datos (42-69 especies) mostrados por (Gillespie et al., 2000) para seis remanentes del bosque seco tropical ubicados en el pacífico de Nicaragua y Costa Rica. El N° de familias promedio para BS son inferiores a los datos presentados por (Gillespie et al., 2000) y a los 28 sitios de bosques secos Neotropicales de tierras bajas revisados por estos autores.

El índice de equidad de Shannon-weiner muestra que el BR es el hábitat con la mayor diversidad de especies, en comparación al BS y POT. Dado que las diferencias en equidad de Shannon-weiner son apenas marginales ($F=3.4$; $P=0.0511$), el índice de Simpson (inverso de la equidad) no detecta diferencias en

la diversidad de especies entre los hábitats comparados (Cuadro 1). El índice de Pielou muestra que la diversidad del BR es diferente marginalmente de la del POT ($F=3.3$; $P=0.0555$), pero no es diferente de la del BS, es decir que las especies del BR y BS son igualmente de abundantes. Nuestro índice de diversidad de Shannon para BR y BS es similar a los reportados por (Sánchez Merlos et al., 2005).

Normalmente la riqueza de las especies se ha comparado a lo largo de los gradientes de altitud latitud, precipitación y la fertilidad de suelos. Estas comparaciones han demostrado que tanto la diversidad en bosques tropicales como en bosques Neotropicales son muchas veces más predecibles en dependencia de un largo y amplio espectro de gradientes ambientales (Alwyn H. Gentry, 1995; Grubb & Whitmore, 1966; Weaver & Murphy, 1990).

Se han realizado diferentes estudios en los cuales nos indica las diferencias en los estudios en diferentes tipos de parcelas(He & Legendre, 1996) dice que la riqueza de especies por parcelas se define simplemente como el número de especies que se detectan durante un muestreo sin embargo la conclusión para muchos biólogos de campo como (Ugland, Gray, & Ellingsen, 2003). Afirman que no existe una sola estimación asintótica universal si no que depende de la escala del muestreo que se realiza para cada sitio.

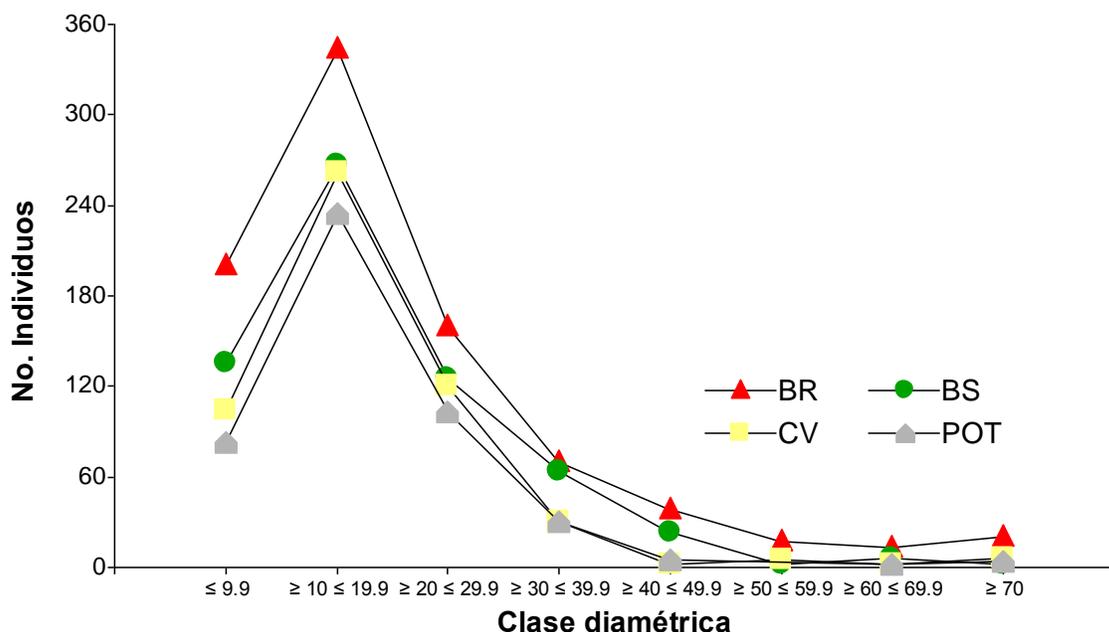


Gráfica 6. Curva de rarefacción para 4 hábitats del bosque seco tropical en la zona norcentral de Nicaragua, n=8 por hábitats.

En cuanto al resultado obtenido podemos decir que las curvas entre los puntos estudiados y las especies no muestran una diferencia cuantitativa entre un sitio y otro lo que hace ver que se encuentra una similitud en cuanto al número de especies a diferencia que en cada hábitat existe una mayor predominancia de individuos dependiendo de cada hábitat estudiado (Grafica7).

En un estudio realizado por (Sánchez Merlos et al., 2005) en el departamento de Rivas, asegura que la distribución de bosques en esta zona presenta un mayor índice en cuanto a la dominancia entre especies, tanto bosques Riparios como bosques secundarios son los que poseen mayor riqueza y presentan una mayor predominancia en comparación a potreros y cercas vivas (CV), presentando de esta manera una similitud en cuanto al estudio realizado en la parte alta de la subcuenca del río Estelí.

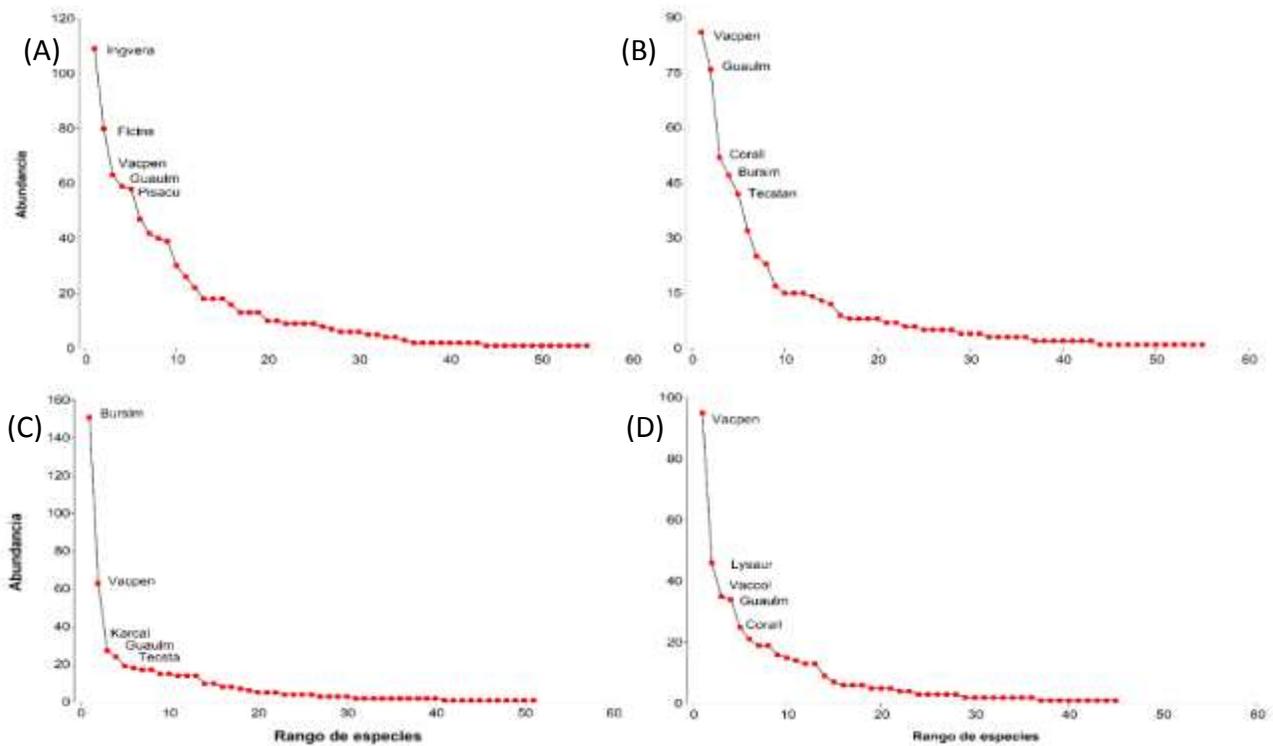
La clase diamétrica nos indica las medidas en las cuales predominan más los árboles según cada sistema. En todos los sistemas la clase diamétrica $\geq 10 \leq 19.9$ fue donde se concentra la mayor cantidad de árboles, a partir de acá se nota una clara J invertida, lo que indica que son bosques en procesos de recuperación temprana. El Bosque Ripario posee la mayor cantidad de individuos en casi todas las clases diamétricas, y el potrero fue el sistema con el menor número de árboles (Grafica 8).



Grafica 7. Número de individuos por clase diamétrica en 4 hábitats del bosque seco tropical en la zona Norcentral de Nicaragua, n=8 por hábitats.

Según nuestro estudio el Bosque Riparios (BR) fue el que presentó la mayor predominancia dentro los sistemas estudiados debido a que refleja la mayor cantidad de individuos; a diferencia (Sánchez Merlos et al., 2005) cuyos datos reflejan que el bosque secundario (BS) es el que obtuvo mayor predominancia sobre los demás sitios estudiados.

Las curvas de rango abundancia muestran las 5 especies más abundantes o con muchos individuos y las especies con muy pocos individuos, es decir las especies raras. *Inga vera* fue la especie más abundante en el BR, mientras que *V. pennatula* fue la más abundante en el bosque secundario y el potrero, mientras que en la cerca viva fue *B. simaruba*. Un dato interesante es que *V. pennatula* y *G. ulmifolia* estuvieron entre las cinco especies más abundantes en todos los sistemas, lo que refleja una alta dominancia de unas cuantas especies (Gráfica 9).

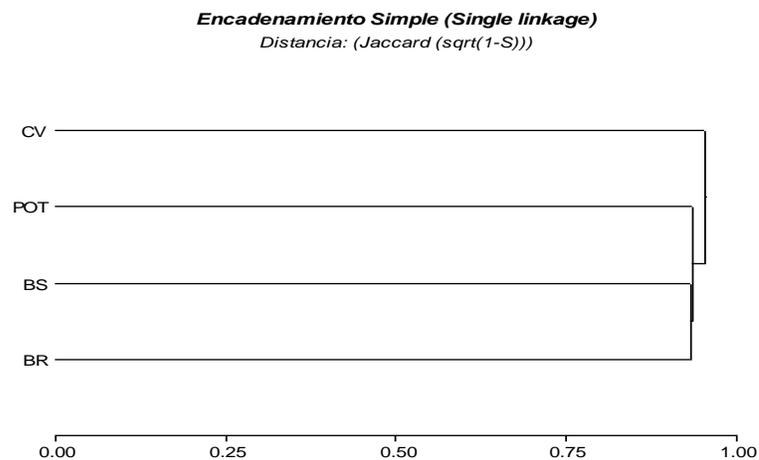


Gráfica 8. Curvas de rango abundancia por hábitat estudiado, n=8 por hábitat; A) Bosque ripario, B) Bosque secundario, C) Cercas vivas, D) Potreros. En cada gráfica se indican las cinco especies más abundantes.

Según (Anne E Magurran & McGill, 2011) este patrón en cual el rango de abundancia de especies es muy común en muchas de las comunidades bióticas, en otras palabras, las comunidades típicas están compuestas de muchas especies con

pocos individuos y muy pocas especies con gran abundancia. Una variante para estas curvas se encuentra en (A.E. Magurran, 2013) quien expresa que el eje que contiene la abundancia se expresa en términos de la proporción a las que las especies contribuyen a la abundancia total es decir que en comunidades más equitativas el rango de abundancia será más suave pues existe poca diferencia entre la especies más abundantes y las que le siguen.

En este caso se llevó a cabo el estudio en cuatro tipos de sistemas diferentes en el cual obtuvimos que en tres sistemas como son POT, BS y BR tienen una similitud en cuanto a las especies y cercas vivas es el grupo que más difiere del resto de sistemas, esto concuerda con los índices anterior como: índices de Shannon y Pielou los cuales hacen referencia a la similitud existente entre un sistema y otro (Grafica 10).



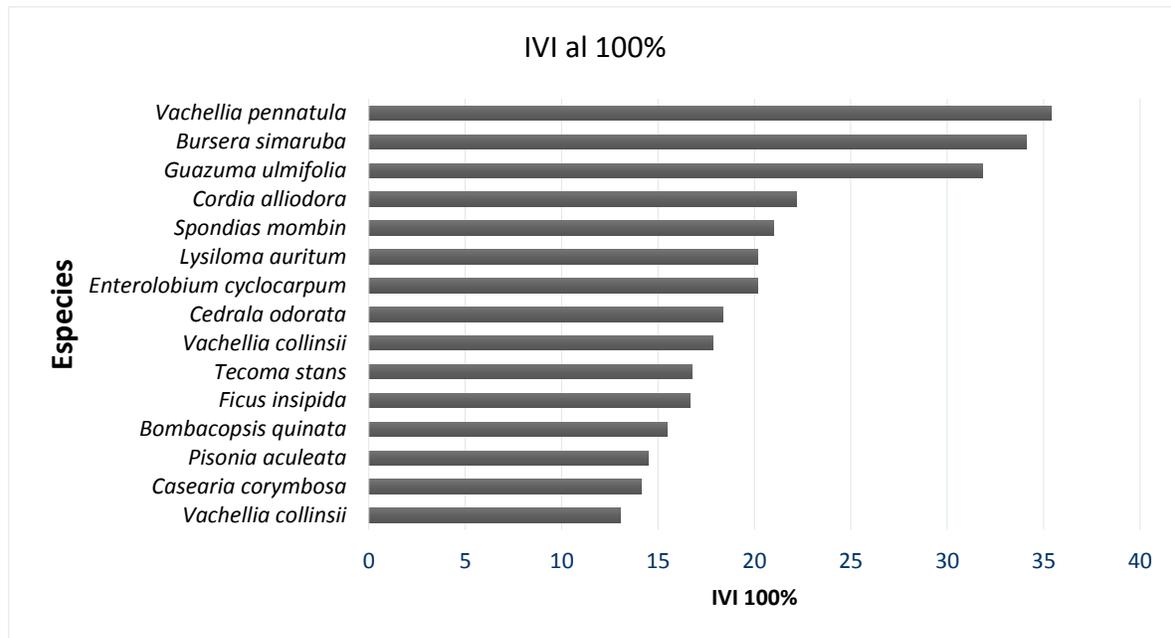
Gráfica 9. Cluster de Similitud para árboles \geq a 2.5cm dap, en cuatro hábitats remanentes del bosque seco tropical en la zona Norcentral de Nicaragua, utilizando el Índice de Jaccard, n= 8

En un estudio realizado en cinco hábitats de Nicaragua según (Sánchez Merlos et al., 2005). Se aplicó el índice de Jaccard obteniendo que la composición de especies tuvo una variación entre los hábitats y hubo poca diferencia en cuanto a las especies teniendo una similitud inferior los bosques Ripario (BR) y potreros. Al contrario, en nuestro estudio encontramos una similitud en todos los sitios, debido a que pudimos observar que no existe una varianza entre las especies.

En la gráfica 11 se muestran las 15 especies más predominantes de manera descendiente es decir la familia con mayor cantidad de individuos hasta llegar a las que tiene menor cantidad de individuos sin embargo en este caso la predominancia de *la V. pennatula* (Gráfica 11). Esto se debe a que el carbón por ser una especie invasora capaz de adaptarse a cualquier tipo de suelo ha venido a sustituir a muchas

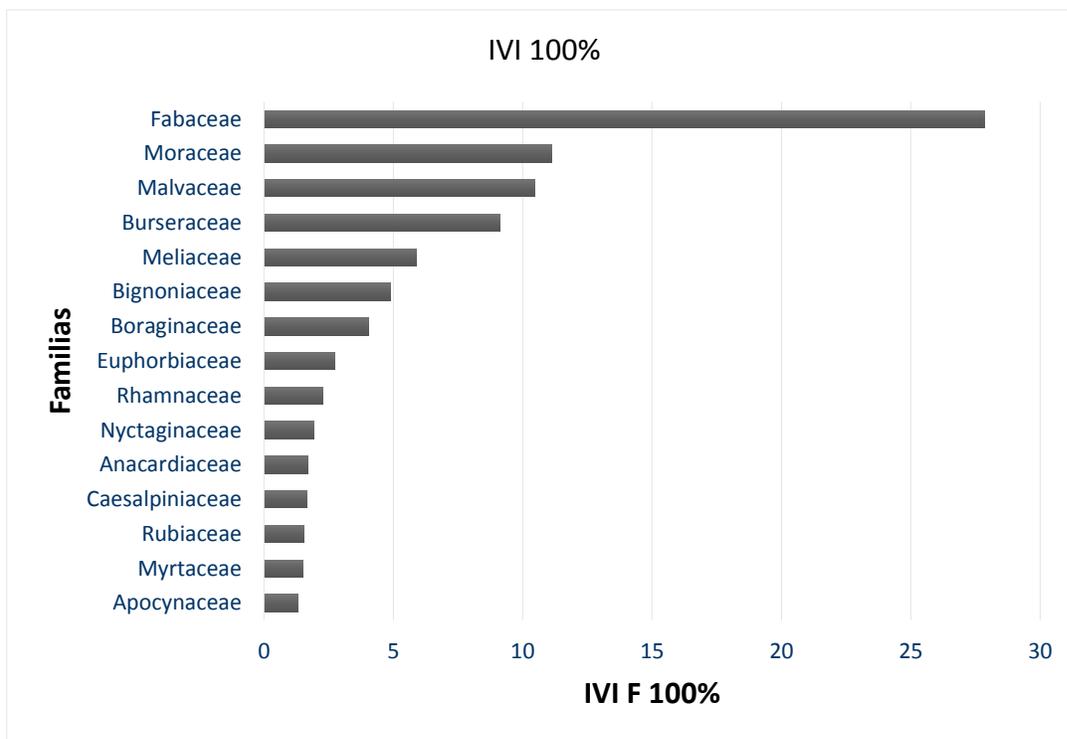
especies aportando también gran cantidad de nutrientes al suelo de manera directa por ser un árbol forrajero y por su uso preponderante en los sistemas de ganadería extensiva y sus características biológicas. La familia de las *Fabaceae* es sin duda una de las familias más abundantes y *V. pennatula* especie más importante en todos los sistemas silvopastoriles de la zona norcentral (Boada, 2012).

Según (Sabogal, 1992) en su estudio encontró que en Los Tablones Chinandega la especie más predominante *G. ulmifolia* la cual posee un índice de IVI de 28,5 esta especie en nuestro estudio el IVI para esta especie asciende a los 31,8 la cual nos indica que esta familia también se encuentra entre las primeras especies más predominantes en todos los tipos de bosques sin embargo no posee mayor predominancia que el carbón lo cual para los bosques secos de Nicaragua representa la familia con mayor cantidad de individuos debido a que este se encuentra en cualquier sistema y el *G. ulmifolia* tiene su predominancia especialmente en latizales.



Gráfica 10. Índice de valor de Importancia por especie (IVI al 100%) para los 4 hábitats remanentes del bosque seco tropical ubicados en la zona Norcentral de Nicaragua.

El IVI familiar 100% se refiere a la clasificación de la familia más importante en cada sistema, esto va en dependencia de la cantidad de individuos encontrado en cada uno de los sitios, en este caso la familia más predominante corresponde a la *Fabaceae*, debido a que en los sistemas se encontró un índice mayor con respecto a otra familia.



Gráfica 11. Índice de Valor de Importancia Familiar (IVI 100%) para los 4 hábitats remanentes del bosque seco tropical ubicados en la zona Norcentral de Nicaragua.

Según (Vargas & Hidalgo-Mora, 2013) en su estudio el índice familiar con mayor importancia resultó ser la *sapindácea* la cual posee un valor más elevado de individuos los cuales presentaron un índice similar a nuestro estudio con la única diferencia que en nuestro caso la familia más importante corresponde a la *Fabaceae* teniendo un alto índice de individuos con respecto a otras familias las cuales siguen siendo importantes, lo cual nos indica que los resultados varían en dependencia de cada sitio y referente a lo que se desea estimar ya sea valor de importancia por especie o por familia en general.

El Índice de Valor de Importancia (IVI 100%) de las 15 especies más comunes se refiere a las que tienen más predominancia y valor de importancia en los remanentes de bosque seco en la parte Norcentral de Nicaragua, en este caso ha sido la *V. pennantula*, la cual ha sido la más existente en todos los sistemas estudiados los cuales corresponden a potreros, Cercas Vivas (CV), Bosques Secundarios (BS), Bosques Riparios (BR), seguido de esta tenemos otras especies las cuales presentaron una dominancia alta.

Tal es el caso como *B. simaruba*, podemos decir que no presenta un porcentaje muy bajo en comparación con la primera, esto nos da a entender que tenemos un alto índice de valor de importancia. Sin embargo, existen otras especies que tienen

una predominancia en los bosques con la diferencia de poseer menor índice de importancia ejemplo *V. collinsii* y *T. stans* (Cuadro 1).

Según el estudio de los índices en los sistemas estudiados nos indica que encontramos diferencias muy significativas en cuanto a la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies. Dentro del estudio de los sistemas se encontró una gran variedad de especies, dentro de la cual se destaca la *V. pennantula* la cual pertenece a la familia *Fabaceae* la cual fue la especie con más existencia en los 4 sistemas estudiados con una abundancia relativa de 12.38%, la frecuencia relativa 84.38% y una dominancia relativa de 9.43% dando esto un promedio de valor de importancia de 35.40%. Algunos autores como (Arriaga & León, 1989; Murphy & Lugo, 1986; Vargas & Hidalgo-Mora, 2013) coinciden que la familia más predominante en sus estudios y consistente en los sitios estudiados fue la familia *Fabaceae* (Anexo 2).

VI. CONCLUSIONES

En cuanto a la determinación de diversidad, composición y estructura de los 4 hábitat estudiados en la parte alta de la subcuenca del río Estelí se llegó a la conclusión que el bosque Ripario es el que posee un mayor porcentaje en cuando a índices de especies teniendo de esta manera un porcentaje superior y a su vez un valor de importancia mayor, seguido de este se encuentra el bosque secundario el, cual posee una gran similitud en cuanto a especies y familias por cada hábitat.

Al comparar la diversidad, de la vegetación entre los diferentes hábitats se llegó a la conclusión que el bosque Ripario es el sitio con mayor diversidad de especies en comparación al BS y POT ya que la equidad del índice de Shannon Weiner es apenas marginal. En el caso de estructura y composición de la vegetación se llevó a conclusión que los sitios de BR, BS poseen una riqueza más abundante en cantidad de individuos que CV y POT. El índice de Jaccard nos indicó que en nuestro estudio encontramos una similitud en todos los sitios debido a que pudimos apreciar que no existe una varianza en las especies.

Según nuestro estudio la familia que más predominó fue la *Fabaceae* la cual obtuvo una mayor dominancia de acuerdo a su nivel de importancia ecológico en cada uno de los sitios, así mismo la especie que más predominó en los cuatro sistemas fue la *Vachellia Pennatula* esto correspondiente al número de individuos existentes.

VII. RECOMENDACIONES

A dueños de propiedades: Que se encuentren los ecosistemas abordados, se recomienda restringir el acceso de ganado a los sitios forestales esto para evitar la degradación continua de los mismos, como solución crear sistemas silvopastoriles para un buen aprovechamiento de estos sistemas en donde haya un aporte mutuo de los mismos para la poca intervención en sistemas arbóreos. Así mismo controlar el uso de quemas en la región. Realizar un monitoreo continuo en los remantes de bosques para controlar el acceso a individuos que buscan materia leñosa.

A futuros investigadores: Especializarse en la idea de reestructurar los remanentes de bosques secos en la parte alta de la subcuenta del rio Estelí, para ayudar a la conservación de árboles en esta región, dar a conocer el papel ecológico en la protección de fuentes de agua conservación de suelo y mantenimiento de la fauna silvestre.

A Instituciones forestales: se recomienda promover proyectos de plantación de especies nativas maderables, frutales y leñosas para así disminuir la presión sobre los parches de bosques y facilitar la regeneración natural en la zona. Ofrecer talleres de educación ambiental para crear conciencia en la población local sobre la importancia de la conservación del bosque y de sus especies arbóreas.

Literatura consultada

- Aranda, U. D., Dorado, F. C., Anta, M. B., González, J. G. Á., Alboreca, A. R., & González, A. D. R. (2005). Prácticas de Dasometría.
- Arriaga, L., & León, J. L. (1989). The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: a floristic and structural approach. *Vegetatio*, 84(1), 45-52.
- Boada, M. (2012). Estudio de la estructura y composición de carbonales (*Acacia pennatula*) en dos estadios de desarrollo. Diseño de protocolo para el seguimiento de la dinámica de la vegetación en el CIEA "El Limón", Estelí (Nicaragua).
- Brown, S., & Lugo, A. E. (1980). *Preliminary estimate of the storage of organic carbon in tropical forest ecosystems*. Paper presented at the Carbon dioxide effects research and development program. The role of tropical forests on the world carbon cycle. A symposium held at the Institute of Tropical Forestry in Rio Piedras, Puerto Rico on March 19, 1980.
- Camacho, M. (2000). *Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical; guía para el establecimiento y medición*. Turrialba, C.R: CATIE.
- Canales Colindres, J. (1997). *Composición y estructura de un bosque tropical post aprovechamiento forestal, en la zona de Awás Tigni, Puerto Cabezas*. Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Tablada, E., & Robledo, C. (2015). Grupo InfoStaf FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Pla, L., Vilchez, S., & Di Rienzo, M. (2010). Qeco-Quantitative ecology software: A collaborative approach, Nota Informativa *Revista Latinoamericana de Conservación* (pp. 73-75).
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity *Evolutionary biology* (pp. 1-84): Springer.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1-34.
- Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In E. Medina, H. A. Mooney, & S. H. Bullock (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests* (pp. 146-194). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gillespie, T. W., Grijalva, A., & Farris, C. N. (2000). Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology*, 147(1), 37-47.
- Godínez IBARRA, O., & López MATA, L. (2002). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 73(2).
- Gómez, C. (2010). Instalación de parcelas permanentes de muestreo, PPM, en los bosques tropicales del Darién en Panamá. *Guía. Panamá: COMARCA EMBERA-WOUNAAN*.
- Grubb, P. J., & Whitmore, T. C. (1966). A Comparison of Montane and Lowland Rain Forest in Ecuador: II. The Climate and its Effects on the Distribution and Physiognomy of the Forests. *Journal of Ecology*, 54(2), 303-333. doi: 10.2307/2257951
- He, F., & Legendre, P. (1996). On species-area relations. *The American Naturalist*, 148(4), 719-737.
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida* (H. Jimenez Ed.). San José, Costa Rica: IICA.
- Janzen, D. H. (Ed.). (1988). *Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem*. Washintong, D.C: Biodiversity, Wilson, E.O. (ed.), Biodiversity. National Academic Press.
- Magurran, A. E. (2013). *Measuring Biological Diversity*: John Wiley & Sons.

- Magurran, A. E., & McGill, B. J. (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*: Oxford University Press.
- Margalef, R. (1969). El ecosistema pelágico del Mar Caribe. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 29, 32-36.
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., . . . Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33(3), 491-505.
- Moreno, C. E. (2001). ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA).
- Murphy, P., & Lugo, A. (1986). Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 17, 67-88.
- Sabogal, C. (1992). Regeneration of tropical dry forests in Central America, with examples from Nicaragua. *Journal of Vegetation Science*, 3(3), 407-416.
- Sánchez Merlos, D., Harvey, C. A., Grijalva, A., Medina, A., Vílchez, S., & Hernández, B. (2005). Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. *Revista de Biología Tropical*, 53(3-4), 387-414.
- Somarriba, E. (1999). Diversidad Shannon. *Agroforestería en las Américas*, 6(23), 72-74.
- Ugland, K. I., Gray, J. S., & Ellingsen, K. E. (2003). The species–accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal Ecology*, 72(5), 888-897.
- Van Bloem, S., Murphy, P., & Lugo, A. (2004). TROPICAL FORESTS| Tropical Dry Forests.
- Vargas, G., & Hidalgo-Mora, J. E. (2013). Sucesión de un bosque tropical seco en la Isla San Lucas, Puntarenas, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 5(2), 261-269.
- Weaver, P. L., & Murphy, P. G. (1990). Forest structure and productivity in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Biotropica*, 69-82.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Cuadro 2. Especies de árboles \geq a 2.5cm dap en 4 tipos de hábitats del bosque seco en la zona norcentral de Nicaragua. Elaboración propia.						
Especie	Familia	BR	BS	CV	POT	Total
<i>Adelia barbinervis</i>	Euphorbiaceae	1	0	0	0	1
<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	13	0	2	3	18
<i>Apoplanesia paniculata</i>	Fabaceae	9	0	0	0	9
<i>Ardisia bracteolata</i>	Primulaceae	0	2	0	0	2
<i>Asteraceae sp</i>	Asteraceae	1	2	0	0	3
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	9	0	0	0	9
<i>Bombacopsis quinata</i>	Malvaceae	13	32	3	21	69
<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	9	0	14	4	27
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	42	47	151	19	259
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	2	4	0	2	8
<i>Caesalpinia velutina</i>	Fabaceae	0	0	1	0	1
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Fabaceae	2	1	0	0	3
<i>Carapa nicaraguensis</i>	Meliaceae	2	1	0	0	3
<i>Cascabela ovata</i>	Apocynaceae	0	0	2	0	2
<i>Casearia corymbosa</i>	Salicaceae	16	8	6	5	35
<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae	0	0	2	0	2
<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae	0	0	1	0	1
<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	0	3	0	0	3
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	26	17	3	6	52
<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	0	8	0	0	8
<i>Cordia curassavica</i>	Boraginaceae	1	0	0	0	1
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	39	52	5	25	121
<i>Cordia dentata</i>	Boraginaceae	2	7	14	3	26
<i>Cornutia pyramidata</i>	Lamiaceae	0	2	0	0	2
<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	0	0	8	1	9
<i>Croton panamensis</i>	Euphorbiaceae	3	0	0	0	3
<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	0	0	3	1	4
<i>Diospyros salicifolia</i>	Ebanaceae	9	5	1	0	15
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	6	25	4	16	51
<i>Erythrina berteroana</i>	Fabaceae	0	0	4	0	4
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	0	0	15	2	17
<i>Euphorbia tirucalli</i>	Euphorbiaceae	0	0	0	6	6
<i>Exostema mexicanum</i>	Rubiaceae	1	0	0	0	1
<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae	1	0	0	0	1
<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	80	5	0	0	85
<i>Ficus maximun</i>	Moraceae	0	1	0	1	2
<i>Ficus SPP</i>	Moraceae	1	0	1	0	2

<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	0	1	0	4	5
<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	4	23	10	5	42
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	59	76	24	34	193
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	Hernandiaceae	0	7	0	0	7
<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae	0	0	2	9	11
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	0	6	0	0	6
<i>Inga vera</i>	Fabaceae	109	1	0	0	110
<i>Karwinskia calderonii</i>	Rhamnaceae	14	5	35	21	75
<i>Lasiantha fruticosa</i>	Asteraceae	6	0	0	0	6
<i>Luehea candida</i>	Malvaceae	0	15	0	0	15
<i>Lysiloma auritum</i>	Fabaceae	40	14	2	46	102
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	23	9	6	4	42
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	0	13	0	1	14
<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	0	0	7	0	7
<i>Piscidia grandifolia</i>	Fabaceae	1	1	0	0	2
<i>Pisonia aculeata</i>	Nyctaginaceae	58	5	4	6	73
<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	0	0	1	5	6
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	Fabaceae	1	0	2	0	3
<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	6	3	0	0	9
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	2	6	2	2	12
<i>Quercus segoviensis</i>	Fagaceae	7	0	0	2	9
<i>Randia armata</i>	Rubiaceae	5	1	0	1	7
<i>Robinsonella lindeniana</i>	Malvaceae	0	3	0	0	3
<i>Ruprechtia costata</i>	Polygonaceae	0	3	0	0	3
<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	0	3	0	1	4
<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	1	0	1	0	2
<i>Sapium macrocarpum</i>	Euphorbiaceae	2	0	14	2	18
<i>Senna atomaria</i>	Caesalpiniaceae	0	2	1	0	3
<i>Senna siamea</i>	Caesalpiniaceae	0	9	10	3	22
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	18	15	17	13	63
<i>Stemmadenia pubescens</i>	Apocynaceae	0	1	0	0	1
<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	2	1	0	1	4
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	0	4	2	0	6
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	50	54	36	32	172
<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae	8	3	1	2	14
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	0	2	0	1	3
<i>Trichilia martiana</i>	Meliaceae	13	0	0	0	13
<i>Trichilia hirta</i>	Meliaceae	1	4	2	3	10
<i>Urera baccifera</i>	Urticaceae	0	2	1	0	3
<i>Vachellia collinsii</i>	Fabaceae	47	8	18	15	88
<i>Vachellia farnesiana</i>	Fabaceae	0	0	3	1	4
<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae	63	86	63	95	307
<i>Vachellia collinsii</i>	Fabaceae	30	15	15	35	95
<i>Vachellia farnesiana</i>	Fabaceae	2	0	5	3	10

<i>Vernonia patens</i>	Asteraceae	1	0	1	0	2
<i>Vitex gaumeri</i>	Lamiaceae	1	0	0	0	1
<i>Vochysia hondurensis</i>	Vochysaceae	10	0	0	0	10
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Rutaceae	0	1	4	0	5
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	0	0	2	0	2
Total de individuos		862	624	531	462	2479

BS: Bosque secundario; BR: Bosque Ripario; CV: Cerca Viva; POT: Potrero

Anexo 2

Cuadro 3. Índice de Valor de Importancia por especie (IVI 100%) para los 4 hábitats remanentes del bosque seco tropical ubicados en la zona norcentral de Nicaragua.

Especies	Abundancia relativa 100%	Frecuencia relativa 100%	Dominancia relativa 100%	IVI al 100%
<i>Vachellia pennatula</i>	12.38	84.38	9.43	35.40
<i>Bursera simaruba</i>	10.45	81.25	10.68	34.13
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7.79	78.13	9.59	31.83
<i>Cordia alliodora</i>	4.88	59.38	2.29	22.18
<i>Spondias mombin</i>	2.54	59.38	1.09	21.00
<i>Lysiloma auritum</i>	4.11	53.13	3.31	20.18
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.06	53.13	5.37	20.18
<i>Cedrales odorata</i>	2.10	50.00	3.02	18.37
<i>Vachellia collinsii</i>	3.55	46.88	3.19	17.87
<i>Tecoma stans</i>	4.11	43.75	2.37	16.75
<i>Ficus insípida</i>	3.43	28.13	18.44	16.66
<i>Bombacopsis quinata</i>	2.78	40.63	3.07	15.49
<i>Pisonia aculeata</i>	2.94	37.50	3.08	14.51
<i>Casearia corymbosa</i>	1.41	40.63	0.41	14.15
<i>Vachellia collinsii</i>	3.83	34.38	0.95	13.05
<i>Tecoma stans</i>	2.42	34.38	1.09	12.63

Anexo 3

Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia Familiar (IVI 100%) para los 4 hábitats remanentes del bosque seco tropical ubicados en la zona norcentral de Nicaragua.

Familias	Abundancia relativa 100%	Dominancia relativa 100%	Diversidad relativa 100%	IVI 100%
Fabaceae	34.33	28.10	21.11	27.85
Moraceae	5.32	21.40	6.67	11.13
Malvaceae	11.62	13.16	6.67	10.48
Burseraceae	11.54	13.57	2.22	9.11
Meliaceae	4.24	5.60	7.78	5.87
Bignoniaceae	7.14	3.12	4.44	4.90
Boraginaceae	5.97	2.82	3.33	4.04
Euphorbiaceae	1.57	1.06	5.56	2.73
Rhamnaceae	3.03	1.60	2.22	2.28
Nyctaginaceae	2.94	1.76	1.11	1.94
Anacardiaceae	2.54	1.45	1.11	1.70
Caesalpiniaceae	1.05	0.60	3.33	1.66
Rubiaceae	0.52	0.80	3.33	1.55
Myrtaceae	1.17	1.13	2.22	1.51
Apocynaceae	0.48	0.14	3.33	1.32

Anexo 4
 Tabla de Campo

sito:

Anotador:

Coordenadas:

Fecha:

Altitud:

Responsable:

NO	Hábitat	Nombre común	DAP	Altura	NO	Hábitat	Nombre común	DAP	Altura
1					31				
2					32				
3					33				
4					34				
5					35				
6					36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				

Anexo 5

Cronograma de Actividades

Actividades	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
fase preparatoria								
revisión de literatura	■	■	■	■	■	■	■	
Plantamiento de problema	■							
Elaboración del protocolo	■	■						
Entrega de primer borrador	■	■						
Mejoras al primer borrador	■	■						
Verificación de revisión	■	■						
Entrega del segundo borrador	■	■						
Aprobación de protocolo		■						
Defensa del protocolo			■					
fase de campo								
Instalación de las parcelas			■					
recopilación de datos			■	■				
introducción de datos				■				
Análisis estadístico de datos				■	■			
Elaboración de la monografía					■			
Revisión de monografía					■			
Aprobación de tesis						■	■	
Defensa						■	■	■

Anexo 6



Parcela de estudio Cerca Vivas

Anexo 7



Parcela de estudio Bosque Ripario

Anexo 8



Parcela de estudio Bosque Secundario

Anexo 9



Parcela de estudio Bosque Potrero

Anexo 10



Medición de Parcelas

Anexo 11



Toma de Coordenadas

