

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

Delver Francisco Pérez Rugama, Hanier Roberto Herrera Landero, Jorge Arlington Palacios Centeno.

Entregado: 16-05-19

Corregido: 16-05-19

Aceptado:

Resumen.

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 árboles $\geq 10 \leq 19.9$ 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.

PALABRAS CLAVE

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

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 Bloodem, 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 (Janzen M, 1988) (Roman Gillette & Brad Milles, 2006) Las amenazas reales o potenciales que enfrentan estos bosques incluyen: el cambio climático, la fragmentación del bosque, el fuego, la conversión a áreas agrícolas y las poblaciones humanas **Fuente especificada no válida..**

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 ecosistémicos, 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 (Roman Gillette , 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 (Roman Gillette & Brad Milles, 2006) 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 (Sanchez , 2005) Demuestra 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.

Materiales y Métodos.

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 (Gentry , 1995) 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 , 1995) y se establecerán parcelas de 100 x 10m (0,1ha) para medir todos los árboles con dap \geq a 2.5cm (Sanchez , 2005); (Murphy, 1990).

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 (Sanchez , 2005).

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 et al, 2010) para generar las curvas de acumulación de especies y

estimar los índices de equidad Shannon-Weiner (H') y Piellou (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 **Fuente especificada no válida.** 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 ($p < 0,05$).

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 (Gentry , 1995). 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 **Fuente especificada no válida.** y se establecerán parcelas de 100 x 10m (0,1ha) para medir todos los árboles con dap \geq a 2.5cm (Murphy, 1990).

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 (Sanchez , 2005)

Resultados 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. 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 0.87 ± 0.02	0.8	0.81 ± 0.07	1.3	0.2762
Pielou	0.90 ± 0.02 B	AB	0.8	0.82 ± 0.02 A	3.3	0.0555

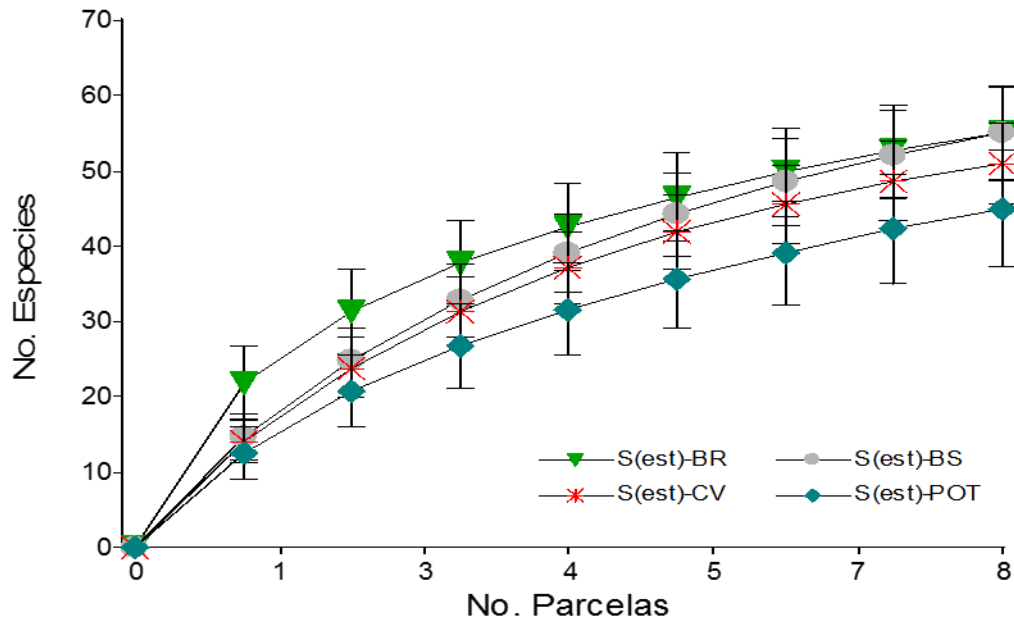
Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Los datos de N° de especies totales para BS, CV y POT son mayores a las reportados por (Sanchez , 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 (Cuadro1) 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 (Gillepse & Grijalva, 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 (Gillepse & Grijalva, 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

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 (Sanchez , 2005) cuyos datos reflejan que el bosque secundario (BS) es el que obtuvo mayor predominancia sobre los demás sitios estudiados.

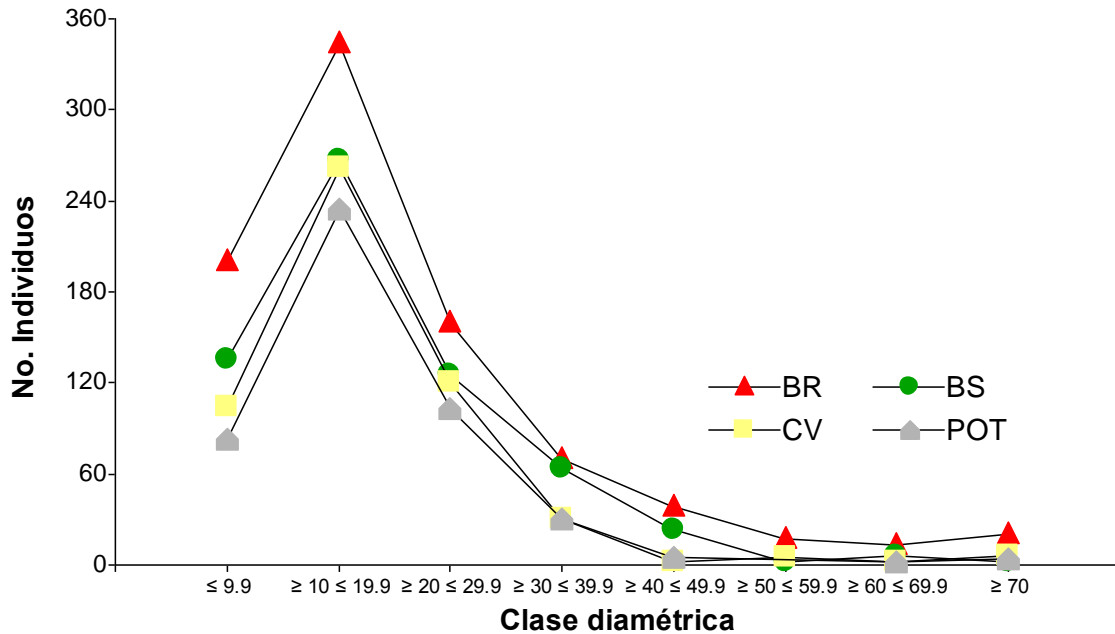


Gráfica 1. Curva de rarefacción para 4 hábitats del bosque seco tropical en la zona norcentral de Nicaragua, n=8 por hábitats.

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 (Gráfica 7).

En un estudio realizado por (Sanchez , 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 (POT) 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.

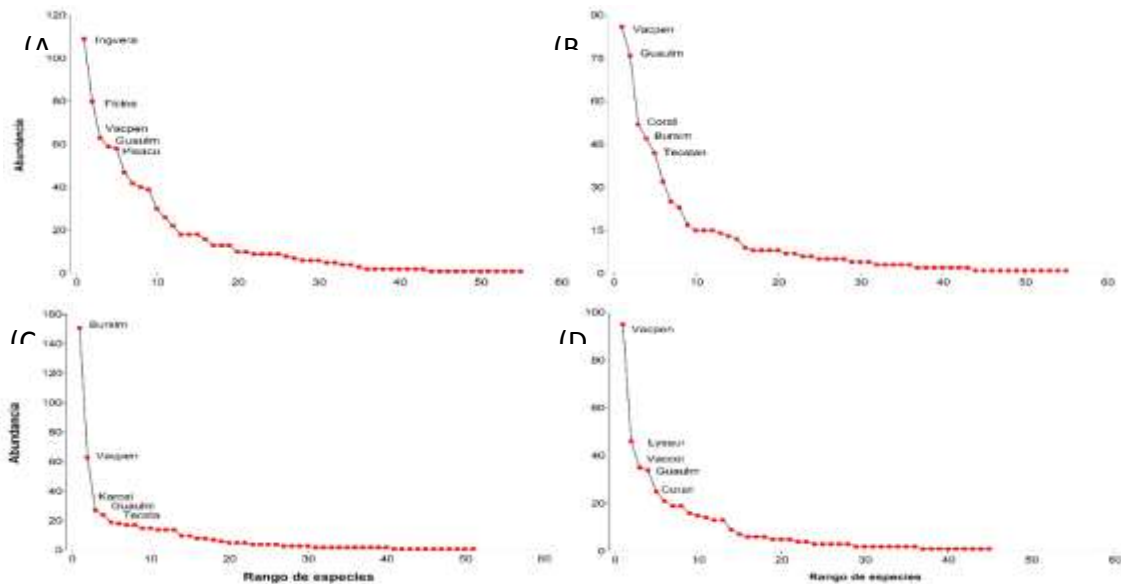
La clase diamétrica nos indica las medidas en las cuales predominan más los árboles según cada sistema. En todos los sistemas la clase diamétrica $\geq 10 \leq 19.9$ fue donde se concentra la mayor cantidad de árboles, a partir de acá se nota una clara J invertida, lo que indica que son bosques en procesos 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 (Gráfica 8).



Gráfica 2. 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 (Sanchez , 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.

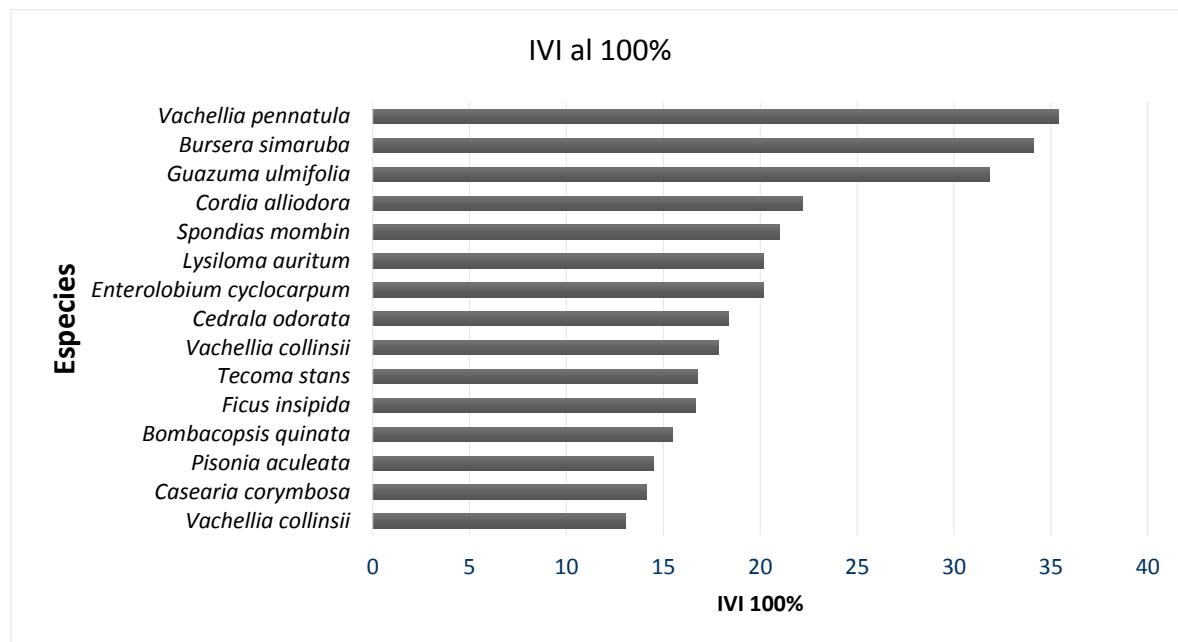


Gráfica 3. Curvas de rango abundancia por hábitat estudiado, n=8 por hábitat; A) Bosque ripario, B) Bosque secundario, C) Cercas vivas, D) Potreros. En cada gráfica se indican las cinco especies más abundantes.

Según (McGill, 2011) dice que 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 (Anne E Magurran, 2004). la cual expresa 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.

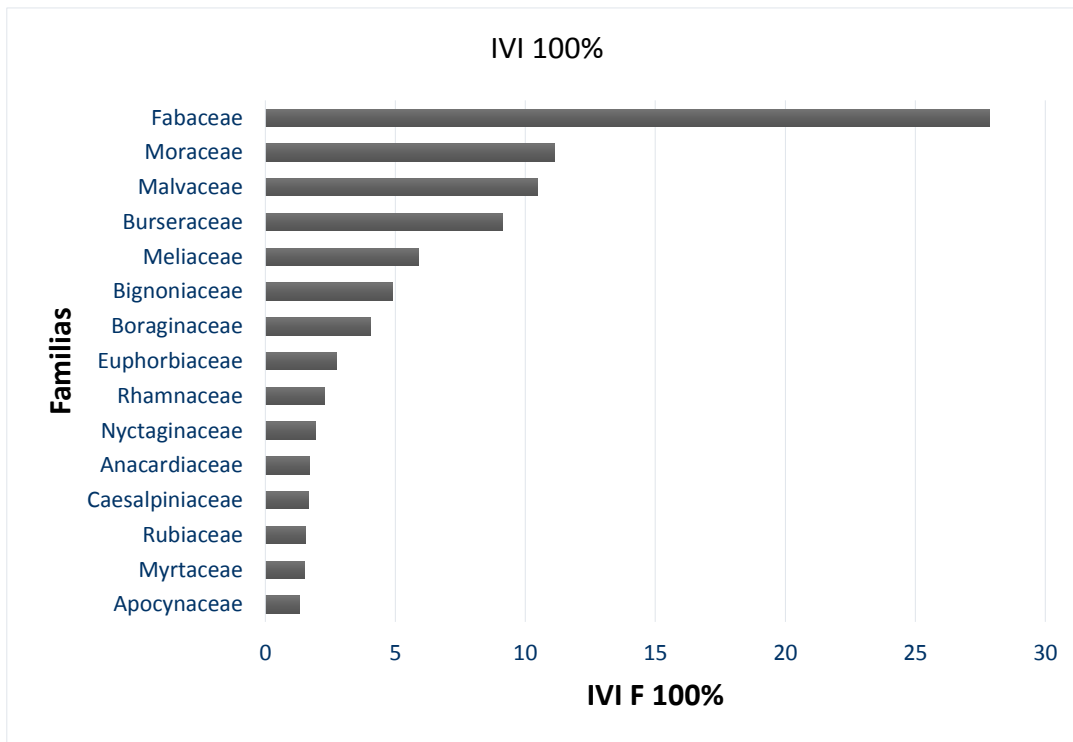
En este caso se llevó a cabo el estudio en cuatro tipos de sistemas diferentes en el cual obtuvimos que en tres sistemas como son POT, BS y BR tienen una similitud en cuanto a las especies y cercas vivas es el grupo que más difiere del resto de sistemas, esto concuerda con los índices anterior como: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

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 (Lugo, 1986); (Arriaga & Leon , 1989); (Gentry , 1995) coinciden que la familia más predominante en sus estudios y consistente en los sitios estudiados fue la familia *Fabaceae*.



Gráfica 4. 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 5. 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 **Fuente especificada no válida**, 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 (POT), 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*

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 habitad.

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 predomino fue la *Fabacea* 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 predomino en los cuatros sistemas fue la *Vachellia Pennatula* esto correspondiente al número de individuos existentes.

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 río 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.

Referencias bibliográficas

Bibliografía

- Anne E Magurran. (2004). Diversidad biológica. *Diversidad biológica*, 70.
- Arriaga & Leon . (1989). Indices de biodiversidad continuos. *Especies y familias mas dominantes en bosques tropicales secos*, 34.
- Di Rienzo et al. (2010). R corent Development. *Infosfat*, 21.
- Gentry . (1995). Especies de arboles en bosques tropicales secos. *Frecuencia relativa y dominancia de especies dentro de ecosistemas boscosos*, 28.
- Gillepse & Grijalva. (2000). Clse diametrica de bosques secos. *clase diametrica* , 21.
- Janzen M. (1988). Ecosistemas y sus tropicos . *Ecosistemas*, 23.
- Lugo, M. &. (1986). Indice de sistemas de bosques neotropicales. *Indices de biodiversidad*, 23.
- McGill. (2011). Evaluacion de diversidad y riqueza de especies . *Evaluacion y diversidad de especies*, 23.
- Murphy, W. &. (1990). Riquezas y diversidad de especies Arboreas . *Estructura y composicion de bosques neotropicales*, 34.
- Roman Gillepse . (2000). Estructuras en bosques tropicales. *Bosques tropicales del tropico seco*, 34.
- Roman Gillepse & Brad Milles. (2006). Estructura y composición de bosques secos en mesoamerica . *Bosques tropicales secos* , 12.
- Sanchez . (2005). Establecimiento de parcelas y monitoreo en bosques neotropicales. *Establecimiento de parcelas en bosques neotropicales*, 23.
- Van Bloodem. (2004). *Bosques tropicales de Neoamerica* . Colombia: Fast Editorial.

Agradecimientos.

Primeramente, gracias a Dios por permitirnos 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.