

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).

Autores: Cabanes, P.; Catllà, M.; De Angel, E.; Mieza, E.

Tutores: Martí Boada; Alejandrina Herrera

Febrero, 2012

Resumen

Los carbonales son un tipo de bosque secundario originados por el abandono de un sistema de producción silvopastoril. Estos parches de bosque ocupan una superficie importante de la zona de amortiguamiento de la Reserva Natural del Tisey-La Estanzuela, área del bioma más amenazado del mundo, el Bosque Seco Tropical. La principal especie que compone esta comunidad vegetal es la *Acacia pennatula*, conocida comúnmente como carbón. Actualmente no hay muchos estudios sobre los carbonales, por lo que el presente proyecto pretende caracterizar la estructura y composición de la comunidad y describir algunos índices ecológicos básicos, en dos estadios diferentes. El análisis de los datos proporciona información de las principales diferencias en cuanto a estructura y composición que tienen lugar en los carbonales. La disminución natural de la densidad de individuos de *A. pennatula* con los años, parece tener un efecto positivo sobre la diversidad, composición y estructura de la comunidad. En base a estos datos, se ha diseñado un protocolo para realizar un estudio experimental de estas comunidades en el CIEA “El Limón”. En el protocolo, mediante diferentes

tratamientos de tala en estadios tempranos, se obtendrán áreas de estudio que presenten un gradiente en la variable densidad de individuos de *A. pennatula*. El objetivo principal es describir y comparar la estructura, composición y dinámica del carbonal a lo largo del tiempo, y determinar que efecto tiene sobre la comunidad modificar esta variable. Los resultados obtenidos en el protocolo pueden utilizarse como base para desarrollar un plan de manejo para los carbonales que facilite la restauración del Bosque Tropical Seco y el aprovechamiento forestal.

Palabras clave: Sistemas Silvopastoriles, bosques secundarios, Bosque Tropical Seco, carbonal, *Acacia pennatula*, densidad, estructura, composición.

Resum

Els carbonals són un tipus de bosc secundari originats per l'abandonament d'un sistema de producció silvopastoril. Aquestes fraccions de bosc ocupen una superfície important de la zona d'amortiguament de la Reserva Natural del Tisey-La Estanzuela, àrea del bioma més amenaçat del món, el Bosc Tropical Sec. La principal espècie que conforma aquesta comunitat vegetal es l' *Acacia pennatula*, coneguda popularment com a

carbó. Actualment no hi ha molts d'estudis sobre els carbonals, fet pel qual el present projecte pretén caracteritzar l'estructura i composició de la comunitat i descriure alguns índexs ecològics bàsics, en dos estadis diferents. L'anàlisi de les dades proporciona informació precisa de les principals diferències i processos que tenen lloc als carbonals. La disminució natural de la densitat d'individus d' *A. pennatula* amb els anys, sembla tenir un efecte positiu sobre la diversitat, composició i estructura de la comunitat. D'acord amb aquestes dades, s'ha dissenyat un protocol per a realitzar un estudi experimental d'aquestes comunitats al CIEA "El Limón". Al protocol, mitjançant diferents tractaments de tala en estadis joves, s'obtingran àrees d'estudi que presentin un gradient a la variable densitat d'individus d' *A. pennatula*. L'objectiu principal és descriure i comparar la estructura, composició i dinàmica del carbonal al llarg del temps, i determinar si existeix un efecte positiu al modificar aquesta variable. Els resultats obtinguts al protocol es poden utilitzar com a base per a desenvolupar un pla d'actuació per als carbonals que faciliti la restauració del Bosc Tropical Sec i l'aprofitament forestal.

Paraules clau: Sistemes silvopastorils, boscos secundaris, Bosc Tropical Sec, carbonal, *Acacia pennatula*, densitat, estructura, composició.

Abstract

The "carbonales" are a type of secondary forests developed due to the vacated of a silvopastoral system. Those forest fractions occupy an important surface of the Natural Reserve Tisey-La Estanzuela buffer's zone, where we find the world's

most threatened biome, the Tropical Dry Forest. The main species of this plant community is *Acacia pennatula*, commonly known as "carbón". Nowadays there are not many studies about "carbonales", so this project has the aims to characterize, in two different stages, the structure and the composition of the community and describe some basic ecological indices. The data analysis gives accurate information of the main differences and processes taking place in the "carbonales". The natural decrease of the *A. pennatula*'s density over the years seems to have a positive effect on the diversity, the composition and the structure of the community. Based on this, a protocol for an experimental study on those communities in the CIEA "El Limón" has been designed. In the protocol, we will obtain study areas with different density of *A. pennatula* by different logging treatments in early stages. The main objectives is to describe and compare the structure, the composition and the dynamics of the "carbonal" over time, and determine if there is a positive effect when density is modified. The results obtained from the protocol can be used as the basis to develop a management plan for "carbonales" in order to facilitate the Tropical Dry Forest's restoration and forestry.

Keywords: Silvopastoral Systems, Secondary forests, Tropical Dry Forest, carbonal, *Acacia pennatula*, density, structure, composition.

Introducción

La deforestación en Centroamérica ha aumentado drásticamente en las últimas

décadas. La mayor tasa de deforestación ocurrió entre los años 1950 y 1986 y los principales factores asociados a este cambio son: la ausencia de políticas apropiadas en la tenencia y el uso de la tierra, la facilidad de créditos a la ganadería y los altos precios de la carne. En los últimos 40 años, el área de las pasturas en Centroamérica ha aumentado de 3,5 a 9,5 millones de hectáreas y el inventario de ganado bovino ha experimentado un aumento de 4,2 a 9,6 millones de cabezas. Esta expansión es una de las principales causas de la pérdida y la fragmentación de los bosques, y la creación de paisajes con mosaicos de monocultivos de pastos, cultivos agrícolas y fragmentos de bosques (Kaimowitz, 2001).

En Nicaragua, el desarrollo económico ha conllevado una diversificación de las actividades económicas pero aun hoy el país tiene una fuerte dependencia del sector primario. Actualmente este supone un 20,6 % del PIB del país.

Se estima que la superficie actual de bosques, en Nicaragua, es de 3.254,145 ha (INF, 2008), que supone un 25% del territorio nacional. El déficit de superficie forestal oscila entre 3 y 5 millones de hectáreas, que han sido deforestadas principalmente para desarrollar actividades agropecuarias, destacando la ganadería. Considerando las diferentes categorías de explotación (ganadería extensiva con árboles, tacotales y ganadería extensiva sin árboles), esta actividad ocupa una superficie total de 5.591.623 ha (INF, 2008), lo que supone un 43% del territorio nacional; de aquí que, por su importancia relativa territorial y por el hecho de estar en su mayoría en tierras de vocación forestal, el sector

ganadero es estratégico, para el aumento o reducción significativa de la cobertura forestal, dependiendo de las políticas de incentivos y/o de las normas y leyes orientadas para tal fin.

Es en este contexto que en las últimas décadas se han venido desarrollando todo un conjunto de políticas y programas para fomentar los sistemas silvopastoriles como alternativas de explotación ecológica y económicamente más sostenibles que los sistemas tradicionales (Kirby, 1976; Payne, 1985). Los sistemas silvopastoriles (SSP) son un tipo de sistema agroforestal. Estos son sistemas diversificados y multi-estratificados de uso de la tierra, donde la explotación de cultivos arbóreos está asociada con cultivos agrícolas o pastos, de manera simultánea o secuencial (Montagnini, 1992).

El presente estudio tiene como finalidad analizar la estructura y composición de los bosques secundarios de carbón (*Acacia pennatula*), para, utilizando los datos que nos proporcione el estudio, elaborar un protocolo que permita evaluar la dinámica de estas comunidades y, a largo plazo, desarrollar un plan de manejo que contribuya a la restauración de la vegetación del Bosque tropical Seco y a un aprovechamiento sostenible de los bosques secundarios.

Los carbonales son bosques secundarios originados tras el abandono de sistemas silvopastoriles donde se utilizaba la *Acacia pennatula* como árbol forrajero para el ganado. Este tipo de bosques secundarios son comunidades de vegetación leñosa sucesional que surgen de la perturbación de ecosistemas primarios por el abandono de los

sistemas silvopastoriles.

Con el propósito de mejorar el estudio se propone un protocolo para estudiar los carbonales en el CIEA “El Limón”. En este protocolo se aplicará un tratamiento de clareo, con diferentes intensidades, con el fin de determinar si al modificar la densidad de individuos de *A. pennatula* se obtienen cambios significativos en la estructura y composición de la vegetación. Se obtendrán una serie de datos que podrán ser analizados, mediante muestreos repetidos anualmente. El objetivo de este protocolo es comprender y analizar de forma mas exhaustiva el desarrollo de estos bosques secundarios para poder elaborar un plan de manejo para facilitar la restauración a largo plazo de especies propias del BsT.

Objetivos

Como objetivo principal se pretende analizar y caracterizar los principales factores que condicionan la estructura y composición de los carbonales y obtener datos orientativos que permitan diseñar un protocolo de seguimiento de estas comunidades.

Por otra parte, los objetivos específicos son: definir las principales fases y características de los bosques secundarios, evaluar las causas que los generan y analizar su importancia ecológica y económica; definir las principales características de los sistemas de producción agrosilvopastoriles; definir las características biológicas y los usos socioeconómicos de la especie *A. pennatula*; determinar la importancia de la especie *A. pennatula* en la comunidad

y evaluar las consecuencias positivas y negativas que comporta; determinar la diversidad y riqueza de especies de la comunidad, y evaluar si tiende a restaurarse la vegetación potencial (Bosque Tropical Seco); diseñar un protocolo para evaluar la dinámica de la vegetación en los carbonales, que permita a largo plazo, obtener datos suficientes para elaborar un plan de manejo de estas comunidades.

Metodología

Se pretende analizar la evolución en cuanto a estructura y composición en función de la edad de las comunidades de carbón. Debido a la imposibilidad de efectuar un estudio de seguimiento en el tiempo mediante censos repetidos, se opta por establecer dos intervalos de edad para analizar las diferencias en las comunidades vegetales: carbonales entre 5 y 10 años, y carbonales entre 15 y 20 años. El diseño experimental que se propone es obtener dos conjuntos de datos para validar si existen diferencias significativas entre ellos.

Zona de estudio. El estudio se realiza en el departamento de Estelí, situado en el norte de Nicaragua. En concreto, en la zona de El Limón y en la zona de El Quebracho, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Natural del Tisey-La Estanzuela.

La elevación respecto al nivel del mar varia muy poco entre las zonas de estudio, estando la zona de El Limón a 865 m y la zona de El Quebracho a 910 m. Las dos zonas están en el límite de la cuenca hidrológica la Estanzuela.

Las condiciones climáticas son similares

para toda la sub-zona agrosilvopastoril, con una precipitación media anual de 700 a 900 mm; una humedad relativa entre el 70 y el 75%; y una temperatura media de 22'4°C.

Los suelos presentan una topografía y unas características similares (Plan de Manejo del Tisey-la Estanzuela, hecho por el MARENA, 2003).

Obtención de datos. Para la obtención de datos se delimitaron 12 parcelas circulares de 10 metros de radio, obteniendo una superficie muestreada de 314 m² por parcela, 942m² por área de estudio y 1884 m² para cada una de las dos categorías de estudio.

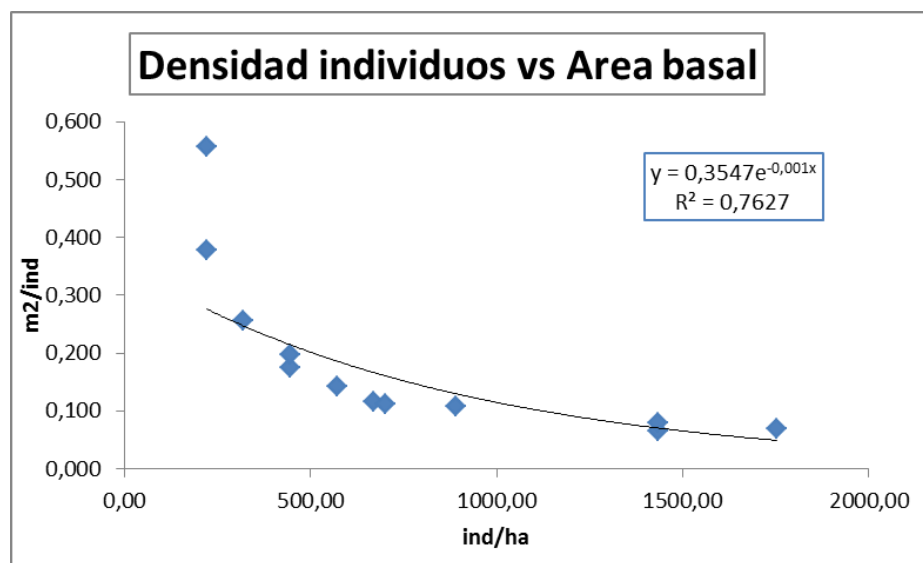
En cada parcela se midió el DBH de todos los pies de cada individuo, mediante una cinta diamétrica, se anotaron todos los individuos con DBH igual o superior a 10 cm y se procedió a su identificación. Se estimó, utilizando un clinómetro, la altura de todos estos árboles. En cada cuadrante de la parcela se estableció, un área de 4x4 metros de costado, 16m² de superficie, y se identificaron todas las plántulas de altura

comprendida entre los 50 cm y 70 cm.

Resultados y análisis de Datos

En primer lugar, se obtuvo el valor medio y la desviación estándar de la densidad de individuos de *A. pennatula* para cada edad mediante los valores concretos de cada unidad de muestreo. La densidad media obtenida para el carbonal de 5-10 años es de 1146,5 y para el carbonal de 15-20 años es de 371,55, con una desviación típica de 186,4 y 57,4 respectivamente. Se realizó, mediante el software SPSS 19, un test de comparación de medias con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$), para validar que ambos conjuntos eran estadísticamente diferentes. Obtenemos que el intervalo para la diferencia de medias con una significación ($\alpha=0,05$), toma valores entre (344,22 – 1205,67). El p-valor = 0,002 obtenido en la prueba, nos indica que la diferencia es significativa siempre que el nivel de confianza sea menor de 99,8%.

El siguiente gráfico muestra la relación entre la densidad y el área basal:



Se analizó si existía variación en las características morfológicas de los individuos de *A. pennatula* en relación a la densidad de individuos de esta especie. Se procedió a la realización de un análisis de regresión utilizando las variables densidad de individuos de *A. pennatula* para cada parcela y Área basal media de los individuos de cada parcela. Existe una relación exponencial entre la densidad de individuos de *A. pennatula* y la superficie media de cada individuo. La recta que expresa esta relación se muestra en el grafico y presenta un coeficiente de correlación ($R^2 = 0,7627$). Considerando el tamaño reducido de la muestra ($n=12$),

podemos determinar que el coeficiente de correlación es suficientemente elevado y por tanto considerar que esta relación es significativa. Así pues una disminución de la densidad de individuos implica un aumento de la superficie basal ocupada por cada individuo.

En segundo lugar se procedió a presentar de forma descriptiva las características de composición y estructura de la vegetación.

Se calcularon los índices ecológicos Riqueza especies (S) Índice de diversidad de Shannon (H) y Equitatividad (J) y el intervalo de confianza (I.C.) para la riqueza de especies:

Índices Ecológicos estrato arbóreo				
Índices ecológicos	R	I.C.	H	J
Carbonal 5-10	6,735	5 – 9	1,009	0,304
Carbonal 15-20	11,588	9 – 13	2,580	0,697

Se aprecia que la riqueza de especies presenta valores distintos para cada comunidad, pero si se considera el intervalo de confianza para la estimación de este parámetro, no se puede afirmar que sea significativamente diferente. El Índice de Shannon presenta valores diferentes. La equitatividad, que permite comparar ambos conjuntos, muestra como en el Carbonal de 15-

20 años la distribución de los individuos entre especies es más equilibrada. El estudio de la composición y estructura de los carbonales se analizó en base a la densidad de individuos, el área basal de cada especie y la frecuencia en qué aparecen las especies. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Especies	Nº Ind		DEN		AB		Fr		Dr		DENr		IVI	
	C 5-10	C 15-20	C 5-10	C 15-20	C 5-10	C 15-20	C 5-10	C 15-20	C 5-10	C 15-20	C 5-10	C 15-20	C 5-10	C 15-20
Carbón	216	70	1146,5	371,55	83,15	103,44	23,08	16,67	89,07	75,06	84,05	46,05	65,40	55,37
Cornizuelo	6	19	31,85	100,85	0,75	1,92	15,38	13,89	0,80	1,39	2,33	12,50	6,17	7,47
Guácimo	18	13	95,54	69,00	3,83	15,85	19,23	13,89	4,10	11,50	7,00	8,55	10,11	10,33
Jiñocuabo	2	1	10,62	5,31	0,50	0,11	7,69	2,78	0,54	0,08	0,78	0,66	3,00	2,19
Espino negro	1	4	5,31	21,23	0,11	0,81	3,85	5,56	0,12	0,58	0,39	2,63	1,45	2,47
Miliguiste	2	7	10,62	37,15	0,99	1,36	3,85	8,33	1,06	0,99	0,78	4,61	1,89	3,67
Guanacaste	9	2	47,77	10,62	3,42	6,01	15,38	5,56	3,66	4,36	3,50	1,32	7,52	5,52
Comida de culebra	0	18	0,00	95,54	0,00	1,56	0,00	13,89	0,00	1,13	0,00	11,84	0,00	5,25
Mora espino	0	12	0,00	63,69	0,00	2,95	0,00	5,56	0,00	2,14	0,00	7,89	0,00	2,50
Chilincoco	0	1	0,00	5,31	0,00	0,04	0,00	2,78	0,00	0,03	0,00	0,66	0,00	1,53
Chinche	0	1	0,00	5,31	0,00	0,11	0,00	2,78	0,00	0,08	0,00	0,66	0,00	0,93
Laurel	0	2	0,00	10,62	0,00	0,11	0,00	5,56	0,00	0,08	0,00	1,32	0,00	1,85
Lechoso	0	2	0,00	10,62	0,00	3,56	0,00	2,78	0,00	2,58	0,00	1,32	0,00	0,93
Madero negro	1	0	5,31	0,00	0,15	0,00	3,85	0,00	0,16	0,00	0,39	0,00	1,47	0,00
Jagua	1	0	5,31	0,00	0,44	0,00	3,85	0,00	0,47	0,00	0,39	0,00	1,57	0,00
Piojillo	1	0	5,31	0,00	0,01	0,00	3,85	0,00	0,01	0,00	0,39	0,00	1,42	0,00
Total	257	152	1364	807	93	138	100	100	100	100	100	100	100	100

En el Carbonal 5-10 años la densidad total de esta comunidad es de 1364,14 ind/ha, de esta un 84,05 % corresponde a individuos de *A. pennatula*. La área basal total calculada para esta comunidad es de 93,37 m², siguiendo el patrón anterior el 89,07% de la área basal corresponde a la especie *A. pennatula*. En relación a la frecuencia la *A. pennatula* se encuentra presente en todas las unidades de muestreo, y otras especies como guácimo, guanacaste y cornizuelo aparecen en más del 50% de las parcelas. El cálculo del IVI muestra como la *A. pennatula* (65,40%) tiene un papel dominante en el primer estadio de los carbonales. Esto es consecuencia de su gran capacidad colonizadora en áreas de pasto abandonadas, que viene determinada por el gran banco de semillas que se genera por la suplementación o alimentación del ganado con vainas de esta especie

y su dispersión vía endozoica. En el carbonal de 15-20 años la densidad es de 806,79 ind/ha y de estos el 46,05% pertenecen a la especie *A. pennatula*. La Área basal es de 25,96 m² y la *A. pennatula* representa el 75,06% del total. La *A. pennatula* aparece en todas las unidades de muestreo, y cornizuelo, guácimo y comida de culebra son reportadas en más del 50% de las parcelas. La especie *A. pennatula* (45,93%) presenta el valor más alto del IVI y es consecuencia principalmente de su elevada dominancia relativa (75,06%). Los individuos de esta especie tienden a disminuir en abundancia pero aumenta la superficie basal que ocupan. La especie guácimo ocupa el cuarto lugar en cuanto a densidad relativa (69,00), y en cambio es la segunda en importancia en la comunidad si tomamos como indicador el IVI (11,31). Esto se debe a que los individuos de esta especie presentan, con menor

número de individuos, una mayor superficie de tronco.

Se destaca la disminución del parámetro IVI para la especie dominante, *A. pennatula*, de un 65,40% (Carbonal 5-10) a un 45,93% (Carbonal 15-20). Esta reducción es consecuencia principalmente del declive en la densidad absoluta y relativa de esta especie que varía del 84,05% (C5-10) al 46,05% (C15-20). Por otra parte la dominancia relativa no varía tanto entre comunidades y se reduce aproximadamente un 14% en el segundo estadio. Esto nos indica que los individuos de la especie que sobreviven se desarrollan rápidamente, haciendo aumentar en valor absoluto el Área basal de la especie. La alta densidad de individuos de *A. pennatula* en los primeros estadios del bosque secundario, genera una fuerte competencia interespecifica que tiene como resultado la disminución de la densidad de esta especie, y el aumento del desarrollo en los individuos que sobreviven. Comparando los IVI de ambas

comunidades se observa que hay otras dos especies, guácimo y cornizuelo, que tienen una importancia significativa en los dos estadios de desarrollo. Los resultados del presente estudio indican que estas dos especies están asociadas al bosque secundario de *A. pennatula*.

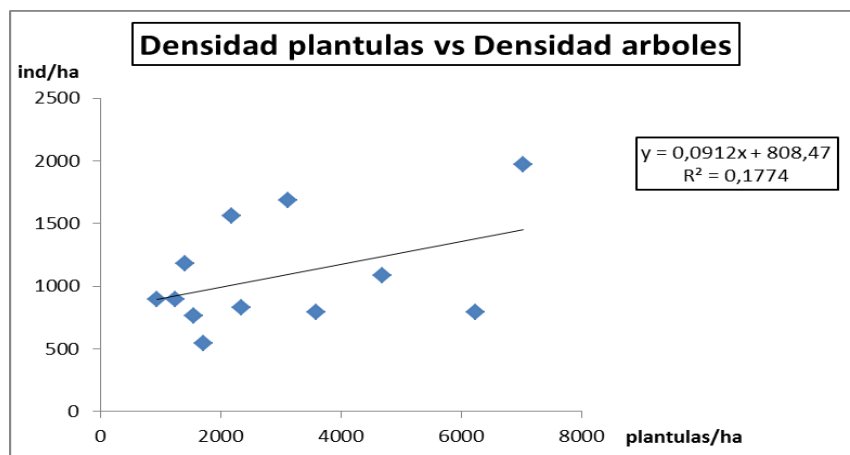
Es destacable la relevancia en cuanto a dominancia relativa de la especie guácimo, en ambos estadios supone casi el 50% de este parámetro si se consideran todas las especies presentes menos la *A. pennatula*. Esto vuelve a poner de manifiesto que esta especie se desarrolla tempranamente en estas comunidades y está presente, junto con a *A. pennatula*, desde los primeros instantes en que cesa la perturbación.

Por último se realizó el estudio para el análisis de plántulas, dónde se analizaron los índices ecológicos de las plántulas y el análisis de la relación entre densidad de plántulas y densidad arbórea. Los índices ecológicos se muestran en la siguiente tabla:

Índices Ecológicos plántulas				
	Riqueza Especies (S promedio)	Intervalo confianza (S) (95%)	Índice Shannon (H)	Equitatividad
Carbonal 5-10 años	8,73	7-10	2,812	0,847
Carbonal 15-20 años	10,588	8-13	2,835	0,745

Los resultados de la riqueza de especies son 10,588 especies para el Carbonal 15-20 y 8,73 para el Carbonal 5-10, aunque el valor es diferente no podemos considerar, teniendo en cuenta el intervalo de confianza para la estimación, que ambas comunidades presenten diferencias significativas. Por lo tanto no se puede afirmar que haya una mayor riqueza de plántulas en los carbonales de más edad. La equitatividad toma un valor mayor para el carbonal 5-10 ($J=0,847$), que para el carbonal adulto ($J=0,745$). En el siguiente gráfico se presenta

la relación lineal entre la variable densidad de plántulas y la variable densidad de árboles. El índice de correlación de Pearson ($R^2 = 0,1774$) nos indica que no existe correlación entre las variables, y por tanto no se puede determinar que la densidad de plántulas guarde relación con la densidad arbórea. Es probable que otros factores no contemplados en este estudio, como puede ser la frecuentación de personas en la zona, tengan un mayor efecto sobre la densidad de plántulas que la densidad arbórea.



Conclusiones

- El uso de la *A. pennatula* como árbol forrajero para la suplementación alimenticia del ganado provoca la dispersión endozoica y genera un gran banco de semillas en la zona, que aumenta la germinación, determinando claramente la composición de la comunidad. La *A. pennatula* es la especie pionera y dominante en la comunidad.
- La *A. pennatula*, debido a sus características, permite una rápida reforestación de áreas de potreros degradadas, contribuyendo a un rápido desarrollo de la cobertura vegetal del suelo y mejorando sus propiedades; se trata de una especie leguminosa capaz de fijar

- nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con bacterias en su sistema radicular.
- La densidad de individuos de *A. pennatula* decrece de manera natural, sin intervención antrópica, a medida que transcurren los años y madura la comunidad. Este proceso es resultado de la elevada competencia interespecifica por los recursos que tiene lugar en los primeros estadios donde esta especie presenta densidades elevadas.
 - La disminución en la abundancia de *A. pennatula* tiene dos consecuencias asociadas: 1- En primer lugar los individuos que superan la selección natural, provocada por la elevada competencia, disponen de mayor cantidad de nutrientes y se desarrollan (aumento área basal). Esto genera una mayor acumulación de biomasa por individuo que repercute positivamente en la cantidad de madera extraíble y en el secuestro de carbono, ya que estos dos parámetros son función del área basal y la altura. 2- Aumenta la abundancia de otras especies y la comunidad mejora en cuanto a diversidad vegetal (equitatividad, IVI) se refiere.
 - La restauración del Bosque tropical seco, en cuanto a biodiversidad vegetal, no parece estar asegurada de manera natural. Se registra la presencia de algunas especies autóctonas del Bosque tropical Seco de la zona, pero en la mayoría de los casos presentan abundancias bajas o irrelevantes, y no se aprecia un aumento de la riqueza con el paso de los años.
 - Varias de las especies que se han encontrado en la comunidad de *A. pennatula* son características de áreas de vocación forestal sometidas a cierto grado de explotación antrópica (Áreas fuera de Bosque). Las especies *Guazuma ulmifolia* y *Acacia collinsii* están asociadas a las comunidades de *A. pennatula*.
 - La riqueza de plántulas no aumenta con la edad, y la abundancia de estas no presenta relación con la densidad del estrato arbóreo. Otros factores como la frecuentación humana o la proximidad a fuentes de propágulos tienen un papel más determinante en este aspecto.
- En la realización del estudio han existido una serie de limitaciones que condicionan las conclusiones

obtenidas y que se exponen a continuación:

- Dificultad para obtener información precisa del uso actual y pasado de las fincas que se pretendía muestrear. Debido a este hecho se tuvieron que descartar varias fincas, reduciendo la superficie total muestreada y, limitando la representatividad del estudio.
- Para poder caracterizar los cambios en el tiempo de la estructura y composición de las comunidades de *A. pennatula*, y debido a la imposibilidad de realizar un seguimiento temporal a largo plazo, se optó por seleccionar áreas con diferente edad y características similares para los otros factores que podían condicionar el desarrollo de la vegetación. Esto supuso realizar un análisis retrospectivo de la historia de cada área de estudio. Este proceso, aun considerando que se ha realizado de manera exhaustiva, no permite determinar con rotundidad que la única variable, de las consideradas, que diferencia las áreas de estudio sea la edad. Un ejemplo de este hecho fue que durante la realización del trabajo de campo se observó varias veces a población

local cortando árboles en las fincas de estudio.

Por lo citado anteriormente los resultados y conclusiones obtenidos en el presente estudio se consideran orientativos y se propone su utilización para el diseño de un protocolo de seguimiento temporal de la dinámica de la vegetación, en el que se pueda mantener un control de las condiciones de las parcelas de estudio.

Agradecimientos

En este apartado del proyecto queremos hacer mención de todas aquellas personas sin las cuales no habría sido posible la realización del mismo.

En primer lugar, queremos agradecer a Martí Boada la oportunidad que nos brindó para venir a Nicaragua y, con ella, la ocasión de conocer un país, con unas costumbres, paisajes y estilos de vida tan diferentes que merece la pena conocer. Así como a Beverly Castillo (Coordinadora de Proyectos), que fue nuestro contacto para llegar hasta aquí.

Seguidamente, damos las gracias a Alejandrina Herrera (Directora del Centro Experimental “El Limón”) y a Josué Urrutia (Profesor de Ciencias Ambientales de la FAREM), por su gran apoyo, interés y dedicación durante toda la realización del proyecto. Sin su ayuda no habría sido posible.

Queremos mencionar a otros investigadores del CIEA “El Limón”,

como son, Kenny López y Rafael Lanuza. También a Karen Velásquez técnico del SICRE.

Bibliografía

FIDER .(2003). *Plan de Manejo Reserva Natural Tisey-Estanzuela*. Estelí, Nicaragua. 288 p.

INAFOR. (2008). *Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008*. ISBN 978-99924-0-846-9. INAFOR, Managua. 232 p.

KAIMOWITZ, D. (2001). "Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest?". In: *Agricultural technologies and tropical deforestation*. (A. Angelsen & D. Kaimowitz, Eds.). CABI.

Wallingford, UK. p. 1

KIRBY, J.M. (1976). "Forest grazing". *World Crops*, 28: 248-5.

MONTAGNINI, F. 2ª ed (1992). *Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. Organización para Estudios Tropicales. San José, Costa Rica. 622 p.

OFICINA ECÓNOMICA Y COMERCIAL DE ESPAÑA EN GUATEMALA. (2011). *Informe Económico y Comercial*. 44 p.

PAYNE, W. J. A. (1985). "A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics". *Forest Ecology and Managem*