

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)

Tutores:

Martí Boada
Alejandrina Herrera
Josué Urrutia

Autores:

Pep Cabanes Vizcarro
Marc Catllà Canónigo
Eloi de Àngel Ceraín
Eduardo Mieza Paez



Febrero 2012

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 y que merece la pena conocer. También 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.

También queremos mencionar a otros investigadores del CIEA “El Limón”, como son, Kenny López y Rafael Lanuza, que nos dieron su respaldo y nos proporcionaron conocimientos sobre el ambiente y la vegetación de la zona.

A Karen Velásquez, técnico del SICRE en la FAREM, por su ayuda en la realización de los mapas con sistemas de información geográfica.

A los propietarios de las fincas donde se ubicaron las parcelas de estudio, en especial a Don Rodolfo, por dedicarnos su tiempo e introducirnos en el conocimiento local.

En general, gracias a toda la gente nicaragüense que hemos conocido, por habernos tratado con amabilidad y hospitalidad. Especialmente a nuestros amigos del Café Luz, Juanita, Ariel, Lleyson, Juancito, Edwin, Toni, Greylin, Lizandro, entre otros, por acogernos con los brazos abiertos desde el primer día.

Para finalizar, agradecemos a nuestras familias y amigos su apoyo incondicional desde el otro lado del Atlántico que, aun estando tan lejos, siempre se acordaron de nosotros.

Índice

1. Introducción	10
2. Justificación	24
3. Objetivos	25
3.1. Objetivo general	
3.2. Objetivos específicos	
4. El bosque tropical seco	27
4.1. Distribución mundial y en Centroamérica	27
4.1.1. Bosques tropicales	27
4.1.2. Bosque tropical seco	29
4.2. Características generales	30
4.3. Estacionalidad	31
4.4. Principales especies en Estelí	32
4.5. Estratos vegetales	33
4.6. Importancia ecológica	35
5. Bosques secundarios	37
5.1. Introducción	37
5.2. Definición	38
5.3. Extensión	40
5.4. Importancia ecológica y económica	42
5.5. Causas	43
5.5.1. Factores antropogénicos	44
5.5.2. Factores naturales	45
5.6. Fases de la sucesión ecológica	46

5.6.1. Fase de reorganización	46
5.6.2. Fase de acumulación	46
5.6.3. Fase de transición	47
5.6.4. Fase de equilibrio	47
5.7. Potencial de Aprovechamiento	48
5.7.1. Potenciales de aprovechamiento forestales	48
5.7.2. Potencial de aprovechamiento agropecuario	51
5.7.3. Potencial de protección	52
6. Los sistemas silvopastoriles (SSP)	55
6.1. Definición	55
6.2. Características principales	56
6.2.1. Cercas vivas	56
6.2.2. Árboles forrajeros	59
6.3. Funciones de los SSP	65
6.3.1. Beneficios ecológicos	66
6.3.2. Beneficios socioeconómicos	69
7. Carbón (<i>Acacia pennatula</i>)	71
7.1. Taxonomía	71
7.2. Distribución en Centroamérica	71
7.3. Características biológicas de la especie	73
7.4. Banco de semillas	76
7.5. Usos	78
8. Metodología	82
8.1. Zona de estudio	82
8.2. Preguntas de estudio	82
8.3. Fases de estudio	83
8.3.1. Identificación y caracterización	83
8.3.2. Selección de fincas para el estudio	84

8.3.3. Obtención de datos	87
8.3.4. Análisis de datos	88
9. Resultados y Diagnosis	91
9.1. Análisis específica de la especie <i>Acacia pennatula</i>	91
9.2. Análisis de la composición y estructura arbórea de las comunidades	93
9.2.1. Descriptores básicos de las comunidades	93
9.2.2. Análisis IVI	95
9.3. Análisis de los datos de plántulas	100
9.3.1. Descriptores básicos de las comunidades	100
9.3.2. Análisis de la relación entre densidad de plántulas y densidad arbórea	102
10. Conclusiones	104
11. Propuesta de actuación: Diseño de protocolo	108
12. Bibliografía	124
13. Acrónimos	138
14. Presupuesto	139
15. Programación	140
16. Anexos	141

Índice de tablas

Tabla 1: Evolución demográfica de Nicaragua periodo 1950 - 2010	11
Tabla 2: Uso potencial del suelo	16
Tabla 3: Superficie de los diferentes tipos de explotación ganadera	16
Tabla 4: Principales especies observadas en la zona del Tisey – La Estanzuela	33
Tabla 5: Los diferentes estratos del bosque tropical seco	34
Tabla 6: Extensión estimada de bosques degradados y secundarios	41
Tabla 7: Importancia ecológica y económica	43
Tabla 8: Resumen características naturales para el aprovechamiento forestal	49
Tabla 9: Depósitos superficiales de C en bosques tropicales	54
Tabla 10: Beneficios de las cercas vivas sobre las fincas y el medioambiente	57
Tabla 11: Taxonomía guanacaste	59
Tabla 12: Taxonomía guácimo	61
Tabla 13: Taxonomía jiñocuabo	62
Tabla 14: Taxonomía laurel	64
Tabla 15: Disponibilidad de materia seca por el efecto de árboles leguminosos en un sistema de producción	70
Tabla 16: Taxonomía carbón	71
Tabla 17: Coordenadas UTM de las parcelas de estudio	85
Tabla 18: Tabla resumen de parámetros	89
Tabla 19: Parámetros estadísticos de la densidad de <i>A. pennatula</i> .	91
Tabla 20: Índices ecológicos del estrato arbóreo en los dos estadios del carbonal	93
Tabla 21: Índices ecológicos del estrato arbóreo en el carbonal 5-10 años	96
Tabla 22: Índices ecológicos del estrato arbóreo en el carbonal 15-20 años	97
Tabla 23: Índices ecológicos en plántulas en los dos estadios del carbonal	101
Tabla 24: Variables de estudio del protocolo	115
Tabla 25: Cronograma	123
Tabla 26: Presupuesto	139

Tabla 27: Programación	140
-------------------------------	-----

Índice de Figuras

Figura 1: Gráfico crecimiento del PIB en Nicaragua	12
Figura 2: Porcentaje del PIB para los principales sectores	12
Figura 3: Evolución de la superficie de cobertura forestal en Centroamérica	13
Figura 4: Tasa de deforestación anual (período 1950-2010)	14
Figura 5: Cambio en los usos del suelo forestal y ganadero en Nicaragua	15
Figura 6: Usos del suelo forestal. Tipos de comunidades vegetales presentes en el CIEA “El Limón”	20
Figura 7: Distribución mundial de los diferentes tipos de bosques tropicales	28
Figura 8: Distribución potencial del bosque tropical seco en Nicaragua	29
Figura 9: Fracciones de bosque tropical seco y áreas protegidas en la Región Ecológica del Pacífico y parte de la Región Ecológica Norcentral de Nicaragua	30
Figura 10: Precipitación y Temperatura mensual en la Región Ecológica Norcentral de Nicaragua	31
Figura 11: Esquema de los diferentes estratos del bosque tropical seco	35
Figura 12: Distribución potencial de la <i>A. pennatula</i>	72
Figura 13: Características de las hojas de la <i>A. pennatula</i>	74
Figura 14: Fenología de la <i>A. pennatula</i>	76
Figura 15: Mapa de la finca del CEIA “El Limón”	86
Figura 16: Mapa de la finca de Don Rodolfo (Limón)	86
Figura 17: Mapa de la finca del Quebracho	87
Figura 18: Diagrama de cajas para la densidad de <i>A. pennatula</i>	91
Figura 19: Análisis de correlación para las variables área basal y densidad de individuos	92
Figura 20: Riqueza de especies arbóreas en los dos estadios del carbonal	94
Figura 21: Equitatividad de especies arbóreas en los dos estadios del carbonal	95

Figura 22: Índice del Valor de Importancia y sus parámetros en los dos estadios del carbonal	99
Figura 23: Riqueza de especies de plántulas en los dos estadios de carbonal	101
Figura 24: Equitatividad plántulas en los dos estadios de carbonal	102
Figura 25: Análisis de correlación para las variables densidades de plántulas y densidad de árboles	103
Figura 26: Zonas de estudio del protocolo	113
Figura 27: Delimitación de las parcelas de estudio	116
Figura 28: Ejemplos de distribución	117
Figura 29: Composición de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) en un árbol	119

1. Introducción

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 el aprovechamiento forestal sostenible de estos sistemas.

Marco Conceptual

Los carbonales son bosques secundarios originados tras el abandono de sistemas silvopastoriles donde se utilizaba la *Acacia pennatula* como árbol forrajero para el ganado. Los bosques secundarios son comunidades de vegetación leñosa sucesional que surgen de la perturbación de ecosistemas primarios ya sea por factores naturales o bien por la acción del hombre. Actualmente las perturbaciones antrópicas son las principales causantes de la generación de bosques secundarios. El aumento demográfico, que ha ocasionado la conversión de grandes áreas de vocación forestal para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, y las limitaciones técnicas, económicas, sociales, políticas y normativas para realizar una gestión adecuada de los bosques han sido las principales causas que han conllevado al surgimiento de aproximadamente 160 millones de hectáreas de bosques secundarios en la región latinoamericana.

Desde hace casi cuarenta años se viene mencionando la importancia creciente de la vegetación secundaria en los trópicos americanos y la tendencia de las especies de rápido crecimiento y baja densidad de madera -que prosperan en los bosques de segundo crecimiento- a constituirse en el "recurso maderable del futuro". Recientemente, con la mayor preocupación por la deforestación y el papel de los bosques en la conservación del ambiente, se viene registrando un aumento en la importancia económica, ecológica y social que se atribuye a este recurso.

Marco Socioeconómico

En el año 1950 la población nicaragüense era de 1.108.894 habitantes, actualmente la población censada es de 5.896.000 habitantes, es decir que en 60 años se ha quintuplicado la población. Principalmente el crecimiento poblacional ha sido consecuencia de los factores biológicos, una natalidad muy elevada y una tasa de mortalidad que se ha ido reduciendo a medida que mejoraban las condiciones de vida de la población. La inmigración ha atenuado ligeramente este aumento, y se ha dado principalmente hacia otros países centroamericanos, los Estados Unidos y España. Entre los años 1980 y 1990 hubo una disminución significativa del crecimiento debido a la guerra civil que tuvo lugar y que provocó procesos de desplazamiento de la población.

Región	Población					
	1950	1970	1995	2000	2005	2010
Nicaragua	1.294.995	2.398.055	4.657.721	5.098.028	5.450.392	5.896.000
Región del Pacífico	717.430	1.425.683	2.638.006	2.836.106	2.935.239	
Región Norte Central	487.125	786.565	1.522.666	1.696.039	1.841.748	
Región Atlántica	90.440	185.807	497.049	565.883	673.405	

Tabla 1. Evolución demográfica de Nicaragua entre los años 1950 y 2010. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INIDE.

La distribución territorial de la población muestra como la mayor parte de la población se concentra en la zona Pacífica y Norcentral, siendo las tierras de estas zonas las que están sometidas a un mayor presión de uso. La zona atlántica, es en términos relativos donde se ha producido un mayor incremento de la población en las últimas décadas, pero en valores absolutos es donde encontramos menos población y una baja densidad debido a la gran extensión de la región.

Económicamente Nicaragua ha crecido de manera constante en las últimas décadas, exceptuando el periodo 1980-1990 en que la guerra y el embargo comercial impuesto por

los EEUU hicieron retroceder la economía.



Figura 1. Gráfico Crecimiento del PIB en Nicaragua. Fuente: Banco Mundial

Principalmente el desarrollo económico a tenido lugar en la zona pacifica.

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 y produce los principales bienes de exportación, destacando el café (18,5%), la carne (16,6%) y otros productos alimenticios (22,5%) (OFCOME, 2001).

El sector primario ocupa actualmente al 28,2% de la población activa del país, y este porcentaje se eleva al 59,2% en las áreas rurales. (INIDE- Anuario Estadístico, 2008).

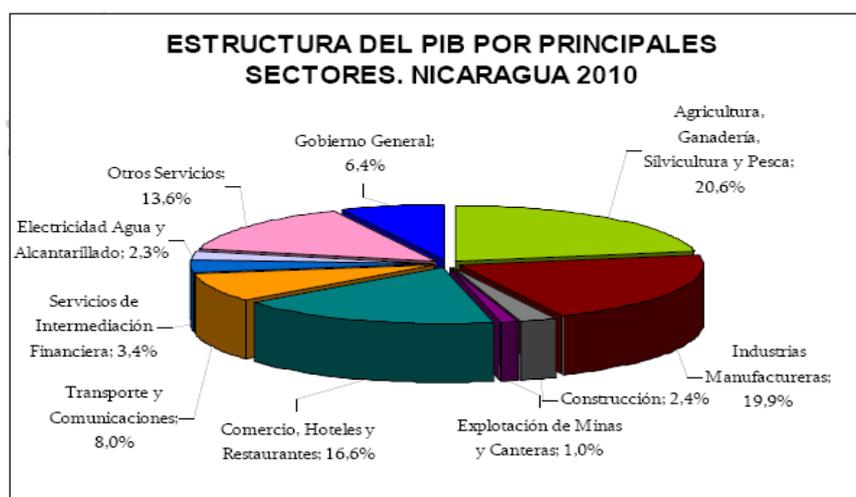


Figura 2. Porcentaje del PIB para los principales sectores. Fuente: Elaboración OFCOME, con datos del Banco Central de Nicaragua.

Marco Ambiental

La deforestación en Centroamérica ha aumentado drásticamente en las últimas décadas. La mayor tasa de deforestación en América Central 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 la principal causante 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).



Figura 3. Evolución de la superficie de cobertura forestal en Centroamérica. Fuente: Vargas, G 1993

En el INF de Nicaragua se estima que la pérdida de superficie boscosa desde 1950 hasta 2008, año de realización del inventario, es de 3,195,855 ha, presumiendo un ritmo de pérdida de la cobertura boscosa de 55,100 ha/año como promedio de los últimos 58 años. La extensión de superficie deforestada no ha sido constante a lo largo de este periodo. Entre los años 1975 y 1985 se registro una deforestación mucho menor debido a la guerra interna. En el periodo 1990-2000 la deforestación anual volvió a aumentar hasta 130.141 ha/año, como resultado de la entrega de tierras a los desmovilizados de guerra y en menor medida al Huracán Mitch de 1998. En la última década la deforestación anual se mantiene en niveles elevados, aproximadamente 150.000 ha/año.

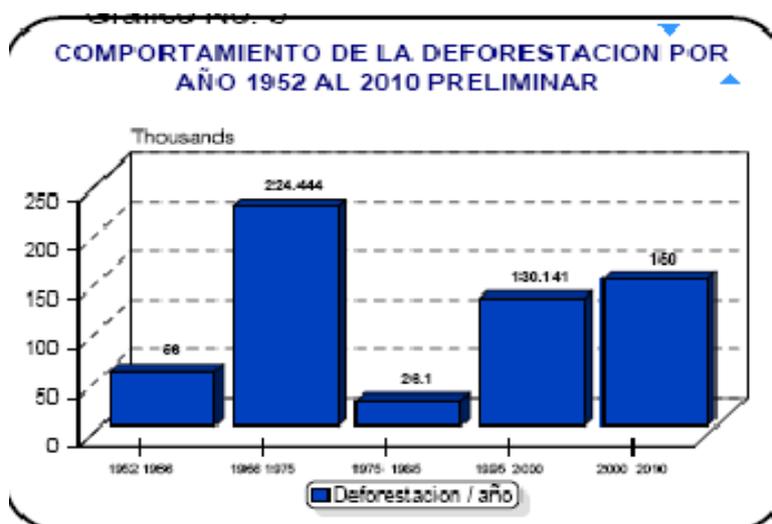


Figura 4. Tasa de deforestación anual (periodo 1950-2010)

La degradación parcial o deforestación de los bosques es causa principalmente de tres factores:

- ✦ La tala de árboles, ya sea esta selectiva para el aprovechamiento por parte de la industria forestal o sencillamente para la utilización como fuente energética, material de construcción y otros usos por parte de la población local.
- ✦ El cambio de usos del suelo para convertir zonas de bosques en explotaciones agrícolas o ganaderas. Este es el factor que tiene una mayor relevancia en cuanto a la superficie deforestada, siendo la ganadería la principal causante de la deforestación. El proceso de ganaderización en las áreas tropicales fue ampliamente señalado como un causante directo de la reducción de las áreas forestales tropicales (Myers, 1981; Nations y Komer, 1983; Hecht, 1993).
- ✦ Los incendios forestales, plagas y enfermedades que afectan a la superficie forestal.

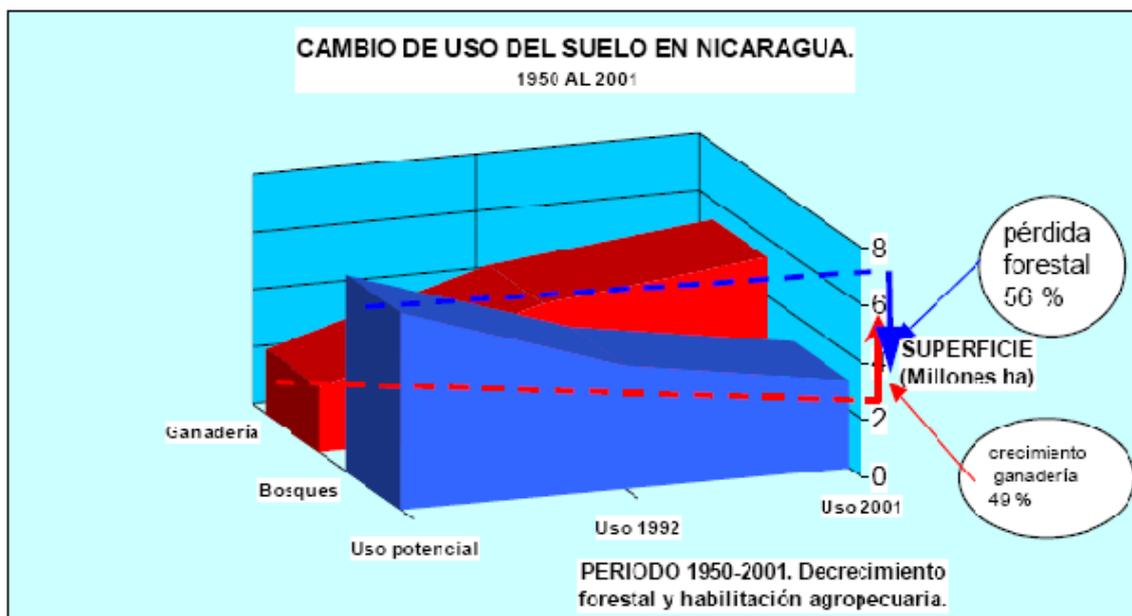


Figura. 5. Reemplazo de bosques naturales por uso ganadero en Nicaragua 1950-2001. Fuente :INAFOR, 2004

En Nicaragua se estima que la superficie actual de bosques es de 3.254,145 ha (INF 2008), que supone un 25% del territorio nacional. Hay estimaciones más optimistas que cifran en cerca de 5 millones de hectáreas la superficie forestal, aun así es evidente que una gran parte de las tierras con potencial forestal se encuentran actualmente bajo otros usos. El déficit de superficie forestal oscila entre 3 y 5 millones de hectáreas, que han sido deforestadas principalmente para desarrollar actividades agropecuarias. Destaca la relevancia territorial de la ganadería que, considerando las diferentes categorías de explotación (ganadería extensiva con árboles, tacotales y ganadería extensiva sin árboles), 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.

CLASE DE USO	AREA EN HECTÁREAS	PORCENTAJE
Vocación agropecuaria	1,437,695.00	11.80
Vocación pecuaria	1,161,916.00	9.60
Vocación forestal y/o para la biodiversidad	8,728,740.00	71.90
Conservación de la vida silvestre	813,310.00	6.70
Total	12 141 650.00	100.00

Tabla 2. Uso potencial del suelo. Fuente: Mapa agroecológico E.Marin, 2000

En vista de la relevancia del sector ganadero en Centroamérica y del estado de sobreexplotación que suponían las explotaciones tradicionales. El 50% de las pasturas se encuentran en un estado avanzado de degradación (Szott, Ibrahim y Beer, 2000) lo que comporta importantes repercusiones sociales y ambientales, son muchos los estudios que se han llevado a cabo con el fin de mejorar y diversificar la productividad de las fincas, asegurando su sostenibilidad y brindando servicios ecológicos, tales como: la conservación de las fuentes de agua, la conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono (Ibrahim y Harvey, 2003), así como los efectos positivos sobre el suelo.

Es en este contexto que en las últimas décadas se han venido desarrollando todo un conjunto de políticas i programas para fomentar los sistemas agrosilvopastoriles como alternativas de explotación ecológica y económicamente más sostenibles que los sistemas tradicionales (Kirby, 1976; Payne, 1985).

Atendiendo a los datos y definiciones del INF 2008 el 62,44 % de las superficie destinada a ganadería se encuentran bajo manejo silvopastoril y un 37,56 % siguen manteniendo sistemas de explotación tradicional.

Tipo de explotación ganadera	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Tacotales	1.907.643	34,12
Ganadería extensiva con arboles	1.583.992	28,33
Ganadería extensiva sin arboles	2.099.988	37,56
Total	5.591.623	100

Tabla 3. Superficie de los diferentes tipos de explotación ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INF 2008

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).

Muchos estudios han evaluado las contribuciones a nivel productivo y ambiental de la introducción de arboles en sistemas sometidos a una elevada presión de uso. En este sentido, se ha demostrado que los árboles desempeñan un papel muy importante en la productividad de las fincas, ya que proveen productos y funciones valiosas como sombra, madera y fuente de alimento para el ganado (Harvey y Haber, 1999. Zamora, García, Bonilla, Aguilar, Harvey e Ibrahim, 2001).

Por otra parte existen pocos estudios que caractericen las comunidades de vegetación leñosa sucesional, conocidos como tacotales y derivados del abandono o barbecho de los SSP, y evalúen su productividad su contribución a la restauración de ecosistemas primarios y a la mejora de las condiciones ambientales.

El Bosque Tropical Seco

En la segunda mitad del siglo XX, el Bosque Tropical Seco era una formación continua de las áreas bajas y premontanas, que se extendía por la costa del Pacífico centroamericano desde el suroeste de México (Sur de Chiapas), a través de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, hasta el Noroeste de Costa Rica (Guanacaste). Los bosques tropicales secos han recibido mucha menos atención científica y de gestión para su conservación en comparación a los bosques más húmedos (Prance, 2006). En la actualidad es uno de los ecosistemas más amenazados del Neotrópico (Janzen, 1983), siendo considerado como el bioma con mayor superficie destruida (Lerdau et al., 1991). Esta destrucción hace que el Bosque Tropical Seco sea actualmente un mosaico de fragmentos de bosques sucesionales secundarios (Kramer, 1997), con menos del 2% del hábitat original en la zona Pacífica de Centroamérica (Janzen, 1983).

En Nicaragua actualmente no se conoce con exactitud la superficie que ocupa el Bosque tropical seco, pero se estima en aproximadamente 250.000 ha.

Su distribución, principalmente en la zona pacífica del país donde el desarrollo económico y la presión sobre los recursos ha sido mayor han conducido a estos ecosistemas a un punto crítico. Se estima que durante el 1972 el 30% del bosque de esta costa había sido talado y usado para cultivos o pastos mejorados (MARENA/ PANIF, 2000).

Estación experimental “El Limón”

En el año 1999 la FAREM Estelí, con el interés de profundizar en el conocimiento y mejora de la gestión y conservación del bosque tropical seco, adquiere una finca de 17 ha en la Comunidad del Limón.

En el año 2004 se constituye un Convenio Conjunto de Colaboración FAREM-IRTA, para el desarrollo de planes de I+D+T y la formación de técnicos y profesores.

En el año 2008, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID), y fruto de la colaboración interuniversitaria entre la UNAN Managua / FAREM Estelí, la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), el Centro de Investigaciones Ecológicas y Aplicaciones Forestales (CREAF) y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA) se funda la estación experimental El Limón.

El proyecto de cooperación tiene dos objetivos principales:

- ✦ Incrementar la capacitación científico-técnica del personal docente e investigador de la FAREM en la preparación, gestión y comunicación de proyectos científicos y en el conocimiento y uso de técnicas metodológicas básicas para la investigación en áreas temáticas clave para la conservación del bosque tropical seco
- ✦ Crear en el Centro El Limón (FAREM-Estelí) una estación experimental de referencia a nivel nacional e internacional en investigación de ecología, conservación y restauración de sistemas forestales del trópico seco.

El centro experimental del Limón se localiza en el límite noreste del área de Amortiguamiento de la Reserva Natural Meseta del Tisey – Salto de la Estanzuela, en la sub zona Agrosilvopastoril.

TISEY, 2012

La Reserva Natural Meseta Tisey – Salto de La Estanzuela se ubica en la Región Norcentral de Nicaragua. Ocupando parte de los territorios de los municipios de Estelí, San Nicolás y el Sauce en la Cuenca Sur del río Estelí. Entro en vigor a través del Decreto Ejecutivo No.42-91, Declaración de Áreas Protegidas en varios Cerros Macizos, Montañosos Volcanes y Lagunas del País, publicado en La Gaceta Diario Oficial el 4 de noviembre de 1991.

La Reserva Natural tiene una extensión de 21,680.45 ha; divididas en dos categorías la zona de amortiguamiento que abarca 12,340.58 ha y la zona núcleo con 9,339.87 ha, la delimitación de la reserva y sus respectivas zonas y subzonas se muestra en el anexo 1.

La zona de Amortiguamiento comprende la parte externa de la Área Protegida, donde la presión sobre los recursos ha sido más elevada y donde las masas de bosque se encuentran muy fragmentadas. Esta zona se considera principalmente como un área adecuada para promover la restauración ecológica de los ecosistemas, siendo el Bosque Tropical Seco la vegetación potencial del área.

Actualmente el área se encuentra dominada por pastizales con árboles forrajeros y fragmentos de vegetación secundaria. Las áreas de árboles en potrero y vegetación secundaria han pasado a ocupar los patrones del paisaje (Pérez y Mejía, 2002), en estrecha relación con el desarrollo de la actividad ganadera en las partes bajas del Área Protegida.

La introducción de la especie *Acacia pennatula* como árbol forrajero en la zona tuvo lugar hace aproximadamente 40 años (Com. Verb. Josué Urrutia), su uso preponderante en los sistemas de ganadería extensiva y sus características biológicas han dado como resultado que las comunidades de vegetación secundaria se encuentren dominadas por el carbón (*Acacia pennatula*).

Los ecosistemas en regeneración de la finca del Limón, debido a su anterior uso como sistema silvopastoril de ganadería extensiva, presentan las mismas características y constituye un excelente punto de partida para el desarrollo de investigaciones sobre estos sistemas. En la figura siguiente se muestra la extensión de los carbonales en la finca

CIEA El Limón.

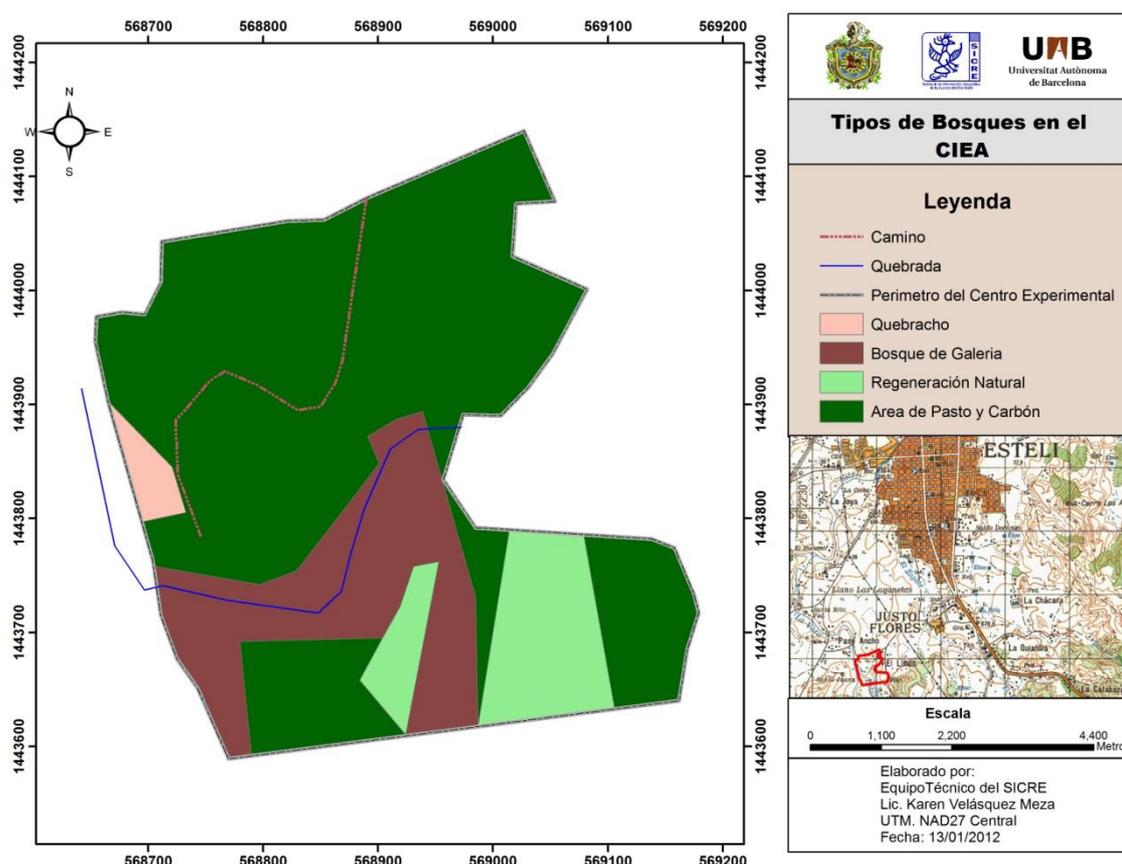


Figura 6. Usos del suelo forestal. Tipos de comunidades vegetales presentes en el CIEA "El Limón". Fuente: SICRE.

Marco Legal

Nicaragua es un país que ha hecho un uso excesivo de sus recursos forestales, por lo que se han tenido que crear ciertas leyes para moderar el consumo de sus riquezas naturales. La tala excesiva del bosque ha hecho necesarias la promulgación de estas leyes, ya que estamos en un estado donde la mayor parte de la población se dedica a la agricultura y la ganadería, estas actividades provocan una fuerte degradación de la superficie forestal.

La primera ley que surge en relación al sector forestal es la Ley General sobre la

TISEY, 2012

explotación de las Riquezas Naturales, Ley N° 316 aprobada el 17 de abril de 1958.

Esta ley tiene por objeto establecer las condiciones básicas que regirán para la explotación de las riquezas naturales de la propiedad del Estado, se entiende por riquezas naturales todo elemento o factor económico que ofrezca la naturaleza y sea capaz de ser utilizado por el trabajo del hombre (Artículos 1 y 2).

En los años sesenta se elaboró la Ley de Conservación, Protección y Desarrollo de las Riquezas del País promulgada el 21 de octubre de 1967, Decreto N° 1381.

Tiene por objeto integrar y desarrollar la industrialización de la madera con la explotación de las riquezas forestales, se autoriza al Poder Ejecutivo para otorgar por medio de Decretos, Concesiones de explotación maderera de los bosques nacionales (Artículo 3).

No fue hasta 1976 que la protección de los bosques pasa a ser oficial, llegó con la Ley de Emergencia sobre el Aprovechamiento Racional de los Bosques, donde el Gobierno definía que es de “interés público el aprovechamiento racional de los recursos forestales del país y la conservación de los mismos”. Esta ley contenía varias regulaciones restrictivas o prohibitivas de la explotación forestal. Las medidas se fueron adaptando gradualmente, aunque otras (las más restrictivas) nunca fueron aplicadas.

En la década de los ochenta, con el Gobierno Sandinista, se hizo alguna ley y decreto puntual, aunque sin promulgar una nueva ley general. Lo más destacado fue la nacionalización de empresas madereras. Aunque con el conflicto armado que había en el momento, situado sobre todo en las zonas boscosas y montañosas, se frenó toda actividad forestal.

En los años noventa se quiso organizar el sector forestal, se formuló el Plan de Acción Forestal (PAF-NIC). Este plan no fue implementado directamente, pero varias de sus ideas se retomaron en el Reglamento Forestal, decreto n° 45-93, aprobado el 15 de octubre de 1993. Este decreto mantiene la filosofía de la Ley de Emergencia sobre el Aprovechamiento Racional de los Bosques de 1976, aunque esta nueva reglamentación es menos restrictiva y mejor elaborada.

En el año 1996 se creó la Ley N° 217. Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales, tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política (Artículo 1). Con esta ley se crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que comprende todas las áreas declaradas como tal a la fecha de entrada en vigencia de esta Ley y las que se declaren en el futuro, aunque el decreto que lo reglamenta no fue aprobado hasta el 15 de febrero de 1999, Decreto 14-99.

Las competencias en cuanto al sector forestal del MARENA se trasladaron al MAGFOR, en el año 1998, dónde este nuevo ministerio creó una nueva entidad semiautónoma, denominada INAFOR (Instituto Nacional Forestal), con la específica función de reglamentar y controlar el aprovechamiento racional de los recursos forestales.

En 2003, se aprobó la Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal, Ley Forestal 462, la cual decretó su respectivo reglamento, Decreto N° 47-2003. Dónde, por primera vez, se introducen elementos de fomento, ya que se ofrecen incentivos para el establecimiento de plantaciones forestales, el manejo forestal planificado y la industria de segunda transformación, el reglamento tiene por objeto establecer el régimen legal para la conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal tomando como base fundamental el manejo forestal del bosque natural, el fomento de las plantaciones, la protección, conservación y la restauración de áreas forestales (Artículo 1, ley n° 462).

Esta ley refleja que, el propietario del suelo le corresponde el dominio del suelo forestal existente sobre él y de sus beneficios derivados, siendo responsable de su manejo, de conformidad con lo establecido en la presente Ley y su Reglamento. (Artículo 2).

El marco legal del sector forestal ha sido ampliamente modificado en 2006 con la entrada en vigor de dos nuevas leyes:

- ✦ Ley de delitos ambientales, es una ley general sobre violaciones y daños ambientales
- ✦ Ley de Veda Forestal, ley con un acentuado enfoque conservacionista, cuyo objetivo es restringir fuertemente las actividades de extracción y comercio forestal.

En el anexo 2, se muestra una tabla que contiene los principales órganos de poder sobre el sector forestal, la ley y la fecha de su creación y las atribuciones que poseen.

2. Justificación

Los motivos principales que han determinado la realización de este proyecto son:

- ✦ La elevada tasa de deforestación que en las últimas décadas ha afectado de manera intensa toda la región centroamericana, dando como resultado grandes zonas destinadas a la ganadería extensiva y provocando problemas ambientales y sociales tanto a nivel local como regional. Destacan la pérdida de suelos, la disminución de la productividad de los pastizales y la fragmentación de hábitats que supone una importante amenaza a la biodiversidad vegetal y animal. Caracterizar las comunidades de vegetación secundaria, evaluando su productividad; su contribución a la disminución de los impactos ambientales negativos y la función de ecosistema de transición que puede desempeñar; puede ayudar a demostrar la importancia socioeconómica y ecológica que desempeñan en áreas de vocación forestal.
- ✦ La ubicación y vegetación potencial de la zona de estudio. La zona de estudio seleccionada se encuentra situada dentro de la reserva natural del Tisey-la Estanzuela, cuyo objetivo prioritario debería ser la conservación del medio ambiente, y la cual también presenta un elevado grado de deforestación como consecuencia de la presión antrópica. Además, la vegetación potencial que se podría desarrollar corresponde con el bioma del BTS. Este es uno de los biomas más amenazados del neotrópico y, por tanto, su conservación y recuperación, teniendo en cuenta la biodiversidad que albergan, es de interés prioritario desde un punto de vista ambiental.
- ✦ La utilización masiva, casi exclusiva, de la especie *Acacia pennatula* como árbol forrajero en la región, y su condición de especie no autóctona, naturalizada en el área Nord-central del país. Sumado a la falta de estudios sobre la influencia que tiene en el desarrollo de las comunidades de vegetación secundaria en la región, ha sido un punto determinante para el desarrollo de este estudio.

3. Objetivos

3.1. Objetivo principal

Analizar y caracterizar los principales factores que condicionan la estructura y composición de los bosques secundarios derivados del abandono de explotaciones ganaderas y obtener datos orientativos sobre la estructura y composición de los carbonales que permitan diseñar un protocolo de seguimiento de estas comunidades.

3.2. Objetivos específicos

- ✦ Definir el bioma potencial de la zona de estudio, el bosque tropical seco.
- ✦ 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*.
- ✦ Analizar y comparar la estructura y composición en dos estadios de desarrollo de bosques secundarios de *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.

4. El Bosque Tropical Seco

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BsT) de Meso América contienen una alta riqueza estructural y funcional (Murphy & Lugo, 1986; Medina, 1995), es uno de los biomas de mayor importancia en biodiversidad y por consiguiente tiene una alta prioridad de conservación a nivel mundial, (Myers et al., 2000). Además, constituyen un modelo para la restauración ecológica y el estudio de la regeneración de los ecosistemas tropicales (Janzen, 2000).

El bosque tropical seco es un bioma con gran diversidad de especies, que podemos encontrar en diferentes lugares del mundo, en latitudes dónde se producen lluvias estacionales. Este bioma presenta diferencias en la estructura y composición de especies en función del país o del continente, las condiciones climáticas, edáficas y de las perturbaciones. Estos tres últimos factores condicionan la estructura general del bosque, provocando una mayor o menor presencia del estrato arbóreo frente al arbustivo por ejemplo, así como la presencia de unas determinadas especies y no de otras. Las perturbaciones pueden ser de origen natural, pero la mayoría de perturbaciones a las que está sujeto el BsT son de origen antrópico. Esta fuerte presión de origen humano es debida a su localización en altitudes bajas, que hace compartir territorio con grandes asentamientos humanos.

4.1. Distribución mundial, en Centroamérica y Nicaragua

4.1.1. Bosques tropicales

Los bosques tropicales ocupan una superficie terrestre mundial de aproximadamente el 7% en zonas entre los 20° Sur y los 20° Norte del ecuador (Fig.7). En este rango latitudinal hay unas condiciones de temperatura más o menos constante de entre 20 y 25°C, y unas precipitaciones entre los 2.000 y los 8.000 mm de lluvia anuales, que se distribuyen mensualmente de la misma forma año tras año, estableciendo épocas lluvias y

TISEY, 2012

secas. Se distinguen tres tipos de bosque tropical en función del periodo de lluvias y del tipo de vegetación que se origina. Así se puede distinguir:

- ⤴ Bosque lluvioso: Con precipitaciones todo el año, sin una estación seca, con lluvias intensas casi a diario y con temperaturas cálidas constantes. Presentan un aspecto siempre verde, con gran diversidad de especies vegetales y animales.
- ⤴ Bosque estacional: Bosques con una época lluviosa con intensas precipitaciones casi a diario y una época seca de entre 2 y 4 meses. Parte de la vegetación es decidua, por lo que también son conocidos como bosque semicaducifolio.
- ⤴ Bosque seco: Presentan una época de lluvias intensas como el bosque lluvioso y el estacional, pero el periodo seco es más pronunciado y puede ser de hasta 8 meses. La duración de la época seca está directamente relacionada a la lejanía con el ecuador, donde cuanto más lejos de este, más larga la época seca. La vegetación de este tipo de bosque tropical es caducifolia, que pierde las hojas durante la época seca y vuelven a salir antes del inicio de la estación lluviosa.

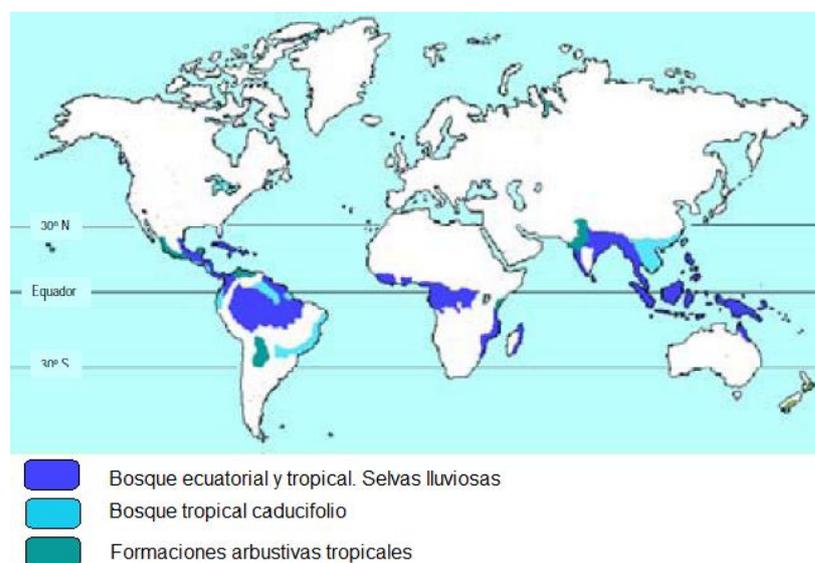


Figura 7. Distribución mundial de los diferentes tipos de bosques tropicales. Fuente: Apuntes de Geobotánica, CCAA (UAB).

4.1.2. Bosque Tropical Seco

Las mayores áreas de bosque tropical seco se encuentran en el sur del Amazonas, así como en las costas caribeñas de Colombia y Venezuela (González-Carrazza et al., 2008). Aun así, África es el continente con mayor proporción de bosque tropical seco, ya que representa cerca del 80% del área arbolada del continente. En Centroamérica, este tipo de bosque representa cerca del 55% del área arbolada, y en Sudamérica, el 22%.

En América, encontramos BsT a lo largo de toda la zona Pacífica de Centroamérica y en el norte de Sudamérica (Colombia, Ecuador, Venezuela y determinadas zonas de la costa de Brasil). En África, este bioma se encuentra principalmente en el sudeste del continente y también Sudán. En el continente asiático ocupa partes del sudeste y la India. También se pueden encontrar formaciones en Australia septentrional (Fig.7).

En Centroamérica se sitúa, mayoritariamente, en áreas bajas y premontanas, en altitudes por debajo de los 1000 metros, de la zona Pacífico donde la estación seca dura entre 5 y 8 meses. Se extiende desde el sur de México (sur de Chiapas), a través de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y hasta el Noroeste de Costa Rica, en la zona del Guanacaste. Hace algunas décadas, el BsT se extendía de forma continua a lo largo de los países mencionados, pero actualmente se encuentra altamente fragmentado y disperso debido a la expansión de la población en esta zona del Istmo centroamericano.

En Nicaragua, encontramos BsT en la zona central del país, pero sobretodo a lo largo de toda la zona Pacífica, menos en zonas costeras del norte donde crece vegetación típica de manglar (Fig. 8).



Figura 8. Distribución potencial del bosque tropical seco en Nicaragua. Fuente: Elaboración propia a partir de TNC-MARENA 2009. Resultados GAP

Generalmente se encuentra por debajo de los 1000 msnm, aunque se podría encontrar hasta en altitudes de 2000 msnm. Debido a que se sitúa en áreas bajas del Pacífico, los BsT de Nicaragua se encuentran muy fragmentados. Esta es la zona del país con mayor población, cerca del 80%, por lo que se han establecido muchas ciudades y grandes extensiones de campos de agricultura y ganadería. Aun así, encontramos formaciones de BsT en Áreas protegidas de las Regiones Ecológicas Norcentral y Pacífico (Fig. 9). Algunas de las Áreas protegidas con formaciones de bosque tropical seco en la Región Ecológica Norcentral son la Máquina en el departamento de Carazo, la Reserva Natural Mirafior-Moropotente en el departamento de Estelí y el Área protegida del Tisey-La Estanzuela en los departamentos de Estelí y León (Ver anexos 6 y 7).

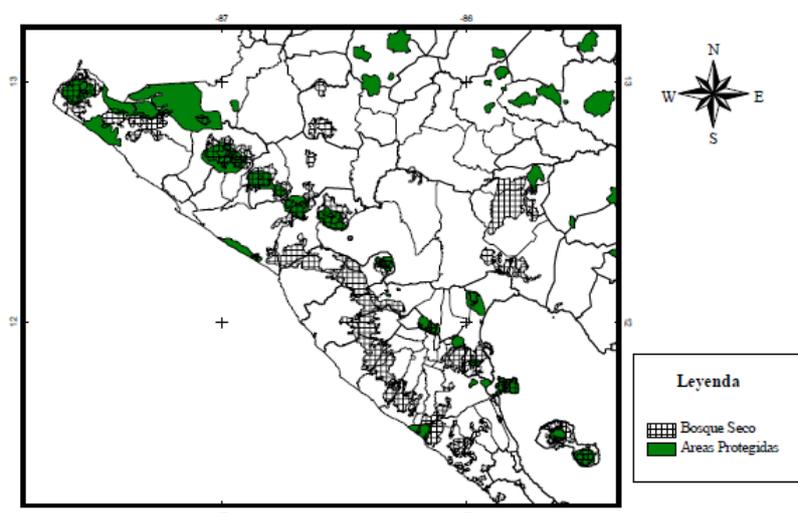


Figura 9. Fracciones de bosque tropical seco y áreas protegidas en la Región Ecológica del Pacífico y parte de la Región Ecológica Norcentral de Nicaragua. Fuente: TNC-Nicaragua, 2007.

4.2. Características generales

Las principales características que determinan el bosque tropical seco son el régimen de lluvias y la temperatura anual. Presenta un periodo seco de entre 5 y 8 meses y, un periodo de lluvias con abundantes precipitaciones casi a diario, además de una temperatura anual constante alrededor de los 24°C. Hay disparidad en la precipitación anual por parte de diferentes autores, pero todos coinciden en que la precipitación de este

bioma está por debajo de los 2000 mm anuales. Así, Holdridge et al, en 1971, definieron una precipitación anual entre 250 y 1800 mm, Espinal en 1985, precipitaciones de entre 1000 y 2000 mm, Murphy & Lugo en 1986, precipitaciones entre 600 y 800 mm y Pennington et al, en el año 2000, precipitaciones inferiores a 1600 mm anuales y con precipitaciones mensuales durante la época seca de menos de 100 mm. La mayoría de autores coincide en caracterizar temperaturas superiores a los 24°C, aun así, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, en 1998, definió una temperatura para el bosque tropical seco entre 17 y 35 °C. Las relaciones de evapotranspiración potencial fueron caracterizadas por Holdridge entre 0'8 y 2'0. El siguiente gráfico muestra la precipitación total mensual y la temperatura media mensual en la Región Ecológica Norcentral de Nicaragua(Fig. 10).

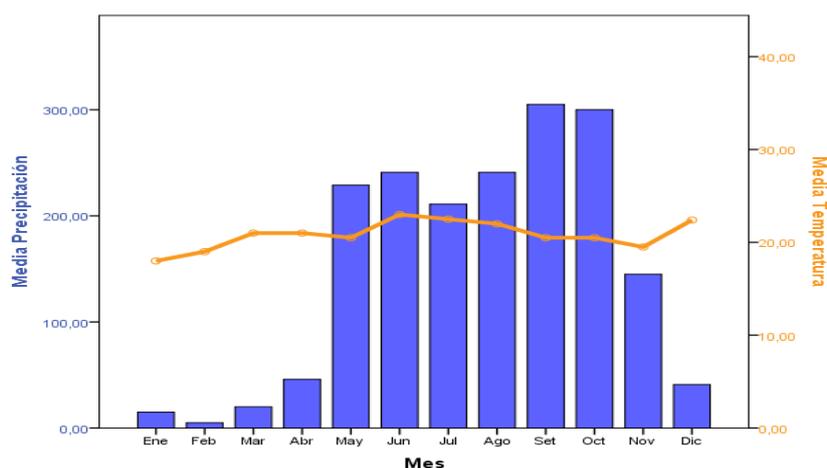


Figura 10. Relación temperatura-precipitación. Nicaragua. Fuente: Elaboración propia.

Los BsT presentan formaciones boscosas continuas, generalmente, en altitudes inferiores a los 1000 msnm, con suelos más ricos que en bosques húmedos tropicales. En Nicaragua, debido al clima tropical con temperaturas elevadas y la abundancia de lluvias y que se encuentra en zona de actividad volcánica, los BsT se desarrollan mayoritariamente en Oxisoles, Ultisoles, Andosoles, Alfisoles, Entisoles y Vertisoles.

4.3. Estacionalidad

Los meses de la época de sequía, tienen un impacto en los procesos ecológicos de la vegetación y durante este periodo se ven afectadas las tasas de crecimiento y la productividad primaria neta. Así, los bosques tropicales secos son menores en altura y área basal que los bosques tropicales húmedos (Moony et al. 1995, Linares-Palomino 2004a, 2004b) y hay un reclutamiento de plántulas inferior. Durante estos meses en que los recursos hídricos son escasos y se reducen los recursos energéticos en la planta, esta dedica una mayor parte de ellos a funciones reproductivas, dando preferencia a la producción de flores y frutos antes que al crecimiento y producción de ramas y hojas. Así, la mayoría de especies tienen su floración en estos meses. Las principales adaptaciones que presentan las especies vegetales al estrés hídrico sufrido durante este periodo son:

- ⤴ Pérdida de la hoja.
- ⤴ Hojas compuestas y folíolos pequeños.
- ⤴ Tallos o cortezas fotosintéticas.
- ⤴ Cortezas lisas y con espinas.
- ⤴ Cortos periodos de floración.
- ⤴ Largas y profundas raíces.

Debido a la adaptación de la gran mayoría de las especies arbóreas y arbustivas de perder las hojas durante la estación seca, el BsT presenta un aspecto totalmente diferente durante los últimos meses de la estación seca respecto al resto del año. Mientras que durante la estación lluviosa, el bosque presenta un aspecto verdoso, de frondosidad y sombra y humedad debajo del dosel, durante los últimos meses de la estación seca no hay ni una hoja, el bosque presenta un aspecto seco, de paisaje semiárido de una coloración marrón-café. No todas las especies pierden las hojas durante el mismo mes, por ejemplo, el Guanacaste es de los primeros a perderlas, mientras que el carbón las mantiene más tiempo.

4.4. Principales especies en Estelí, Nicaragua

Especies más representativas de la zona de amortiguamiento del Tisey-La Estanzuela:

TISEY, 2012

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Caraño	<i>Bursera tomentosa</i>	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>
Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Michigüiste	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>
Chinche	<i>Zanthoxylum nicaraguensis</i>	Miligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i>
Comida de culebra	<i>Casearia corymbosa</i>	Mora	<i>Maclura tinctoria</i>
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i>	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Espino negro	<i>Pisonia aculeata</i>	Piojillo	<i>Cupania guatemalensis</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Quebracho	<i>Lysiloma sp.</i>

Tabla 4. Principales especies observadas en la zona del Tisey – La Estanzuela. Fuente: Elaboración propia.

4.5. Estratos vegetales

Durante la época lluviosa y algunos meses de la época seca, los BsT, en su estado maduro presentan una formación vegetal continua con árboles de diferentes alturas desde los 2 hasta los 35 metros y gran cantidad de arbustos que le proporcionan mucha frondosidad. Son bosques de difícil acceso y copa ancha en los doseles superiores que proporcionan sombra, con pocos espacios para la luz solar, lo que dificulta el crecimiento del estrato herbáceo. Se puede dividir en 5 estratos (Fig. 11):

ESTRATO	CARACTERÍSTICAS
Dosel superior	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Árboles de hasta 35 metros. ▲ Espaciados entre sí. ▲ Copa en forma de sombrilla con hojas pequeñas.

Dosel principal	<ul style="list-style-type: none"> ⤴ Las copas de los árboles se entrelazan formando una gran bóveda. ⤴ La intensidad lumínica se limita o disminuye drásticamente debajo de estas copas.
Sub-dosel	<ul style="list-style-type: none"> ⤴ Árboles entre 4 y 8 metros. ⤴ Algunas especies formarán parte del dosel principal. ⤴ Las copas pueden ser alargadas o anchas, según la disponibilidad de luz. ⤴ A partir de este estrato, humedad más constante y mayor, poco movimiento de aire y menor intensidad lumínica. ⤴ Mayor presencia de árboles con espinas y de lianas y epifitas.
Arbustivo	<ul style="list-style-type: none"> ⤴ Arbustos. ⤴ Árboles jóvenes de las mismas especies que forman parte del sub-dosel, del dosel principal o del dosel. ⤴ Los árboles jóvenes tienen un tallo único y las ramas de la copa son estrechas y alargadas; conforme crezcan y pasen a un estrato superior se van desprendiendo más ramas y se entrelazan con copas de otros árboles.
Herbáceo	<ul style="list-style-type: none"> ⤴ Estrato más despoblado. ⤴ Durante la época lluviosa aparecen las plántulas de las especies de los estratos superiores y hierbas y gramíneas de vida corta.

Tabla. 5. Los diferentes estratos del bosque tropical seco. Elaboración propia.

Algunas de las especies del bosque seco que dominan los estratos superiores, son el jiñocuabo, el guácimo y el guanacaste.

En los trópicos, las epifitas son especialmente comunes, representando hasta un 25% de todas las especies plantas vasculares (Nieder et al., 2001), encontrando una gran variedad de bromelias en los BsT en los diferentes estratos, pero destacando en el dosel principal.

También hay presencia de plantas estranguladoras en algunos BsT, que tienen un

comportamiento similar a las plantas epífitas, pero crecen mucho más y acaban envolviendo al árbol, matándolo en muchos casos.

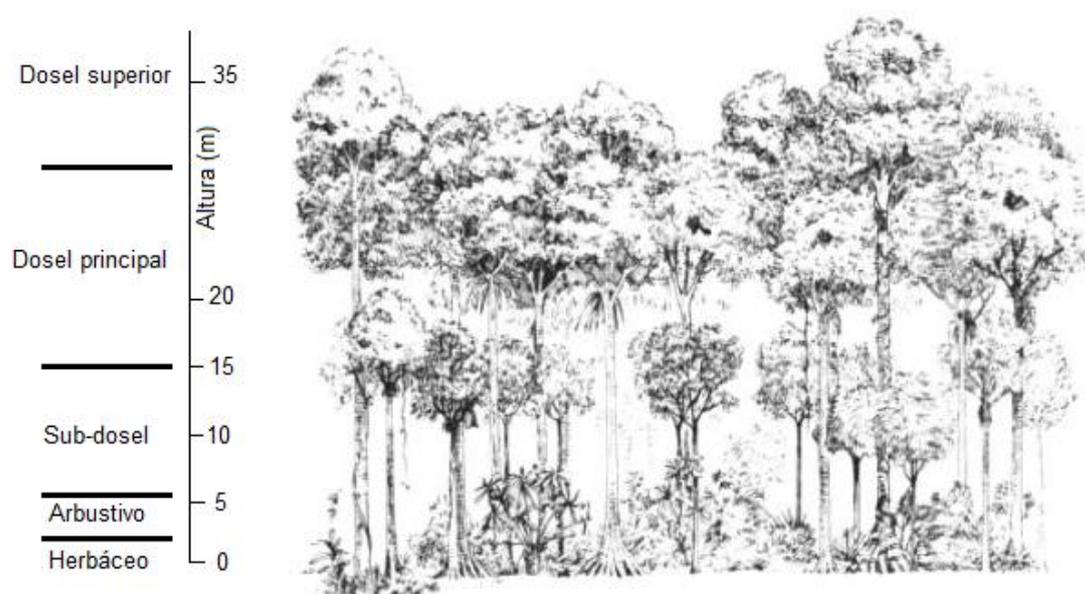


Figura 11. Esquema de los diferentes estratos del bosque tropical seco. Fuente: Elaboración propia, modificación de UCM.

A finales de la época seca tendrá la misma estructura pero casi todos o todos los árboles y arbustos habrán perdido las hojas y muchos de ellos estarán fructificando o floreciendo.

4.6. Importancia biológica y ecológica

Los bosques tropicales tienen una gran importancia biológica por la gran diversidad de especies vegetales y animales que ofrecen. Los BsT de América Central y de algunas zonas de África destacan por su elevada riqueza de especies en áreas relativamente pequeñas; aunque no son más diversos que los bosques tropicales húmedos. En 1.000 m² de selva amazónica puede albergar entre 100 y 140 especies diferentes de árboles, en un área igual de bosque seco de la región de Caribe de Colombia pueden albergar entre 50 y 70 especies, mientras que en un bosque de latitudes templadas de Europa Central o de Norteamérica, el número de especies de árboles que encontraríamos no sería superior

a 20 especies diferentes.

Aunque hay mayor biodiversidad en los bosques tropicales húmedos, los bosques tropicales secos de la zona de América Central, además de por la diversidad, tienen una gran importancia biológica y ecológica sobre todo por la gran cantidad de endemismos y diversidad florística que se encuentran. Otros aspectos importantes son la interacción de elementos de América del Norte y del Sur presenta y una gran diversidad funcional. Por ello, el Istmo de Centroamérica es uno de los sitios de alta importancia en biodiversidad y por consiguiente tiene una alta prioridad de conservación a nivel mundial, (Myers et al., 2000).

También son de gran importancia en la composición y estructura de los suelos tropicales. Estos son muy pobres y débiles por las condiciones climáticas, con una temperatura elevada durante todo el año y una gran intensidad de lluvia. Las altas temperaturas favorecen la rápida descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos y macro organismos, mientras que las intensas lluvias provocan una rápida lixiviación de nutrientes. La principal función de los bosques en la conservación de este tipo de suelos es en la retención y el almacenamiento de nutrientes por parte de las especies vegetales. Además, la cobertura forestal evita la erosión por las lluvias. Sin estas formaciones boscosas, se produciría el proceso de laterización en el suelo en que el lavado intenso por parte de las lluvias generaría un horizonte A muy pequeño con escasez de nutrientes, y sólo quedaría una mezcla de óxidos e hidróxidos de aluminio, hierro, manganeso y algún otro metal.

5. Bosques secundarios

El estudio pretende analizar la estructura y composición de los carbonales, al tratarse de un bosque secundario, se considera oportuno exponer las características básicas de estos, como se originan y desarrollan, así como su importancia ecológica y económica y los posibles aprovechamientos que ofrecen.

5.1. Introducción

En los países centroamericanos, los bosques secundarios se están transformando en una cobertura vegetal bastante común, representan una opción importante en cuanto a la extracción de productos maderables y no maderables. Aun teniendo una importancia, tanto social, cultural como económica, países como Nicaragua presentan muy pocos estudios destinados a la explicación de la ecología de estos ecosistemas, por lo tanto hay ciertas complicaciones a la hora de identificar el potencial productivo de dichos bosques.

En América Latina, uno de los principales cambios en el uso de la tierra ha sido la deforestación de los bosques para el establecimiento de pastos destinados a la ganadería (Harvey et al., 2005) y en la actualidad estas áreas de pastos siguen incrementando.

Los bosques secundarios se encuentran, en gran mayoría, en zonas que fueron utilizadas para la producción ganadera. En muchos casos, en el momento de abandono, los suelos presentan elevados grados de compactación, que no solo dificultan las actividades del cultivo, sino que además, facilitan la escorrentía y la erosión. (De Camino, 1999).

Constituyen, actualmente, un recurso forestal cada vez más abundante, donde generalmente por falta de conocimiento sobre su ecología y las posibilidades para su manejo, estos no se han considerado como parte del recurso forestal productivo.

Los bosques secundarios representan un gran potencial para el desarrollo del sector forestal. Durante sus primeras dos décadas se encuentran en un fase acelerada de crecimiento y es cuando son valiosos para la relación que tienen con la reducción del carbono de la atmósfera. (Fedlmeier, 1996; Thren, 1997).

El incremento de las áreas de pasto hace que sea urgente tomar medidas, tanto a escala local, como regional, para buscar estrategias de mitigación de los niveles de CO₂ en la atmósfera por parte de los sistemas ganaderos. Estas medidas consisten en fomentar los sistemas agroforestales en las fincas mediante la inserción de árboles aislados en potreros, el establecimiento de cercas vivas, y el de pastos mejorados, así como incentivar la regeneración natural y la conservación de los bosques (Beer et al., 2003).

El bosque secundario juega un rol importante en la recuperación de sitios degradados, reducción de la erosión del suelo, conservación in-situ y restauración de fuentes de agua (Segura, 2000).

Estos ecosistemas secundarios, son importantes para la conservación del ambiente y la disminución de la presión sobre el bosque primario. Además son de considerable importancia ecológica, en mantenimiento de biodiversidad, acumulación de carbono y beneficios hidrológicos (Smith et al., 1997).

5.2. Definición

Un bosque secundario se define como “Tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolló una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0.5 hectáreas, y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con diámetro mínimo a la altura del pecho de 5 cm. Se incluyen también las tierras de bosque secundario inmediatamente después de aprovechadas bajo el sistema de cortas de regeneración”. Este es el concepto oficial, definido por el Ministerio de

Ambiente y Energía de Costa Rica (1999).

El concepto del bosque secundario ha ido evolucionando al largo de los años y ha habido diferentes criterios para definir los bosques secundarios:

La primera definición que se dio fue en los años sesenta donde se calificó al bosque secundario como “Proceso ecológico continuo marcado por gran cantidad de cambios en la vegetación, fauna, suelo y microclima en un área a través del tiempo ocasionado por el hombre o la naturaleza”. (Budoswki, 1963). Dónde hacía referencia a que la sucesión secundaria está asociada a la intervención del hombre.

La UNESCO simplificó el concepto de bosque secundario definiendo como “Bosque secundario es una vegetación que coloniza áreas cuya vegetación original desapareció parcial o totalmente debido a perturbaciones naturales o humanas”. (UNESCO, 1978).

A finales de los años setenta se definió el bosque secundario como “La vegetación de crecimiento secundario se define como una alteración progresiva en la estructura y composición de especies y de la vegetación” (Grime, 1979). Grime destaca los cambios en la estructura y composición de la vegetación que había originalmente, pero no considera la causa de la formación de dichos bosques.

En los inicios de los años noventa Lamprecht integra las causas que inician la sucesión, así como todos los estados de la sucesión, define un bosque secundario como “Bosque secundario como un concepto que abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o antropogénica, hasta su fin, excluyendo el estadio de bosques climático, la cual ya no es abarcada por el concepto. En la práctica se entienden como bosque secundario sobre todo los estadios tempranos de desarrollo, que son fáciles de reconocer”. (Lamprecht, 1990).

Debido a la creciente importancia que han adquirido los bosques secundarios originados por la actividad humana, fueron prevaleciendo definiciones que excluyen los bosques

TISEY, 2012

secundarios resultantes de los disturbios naturales.

Una definición que ha sido altamente citada es la de Finegan (1992), dónde describe un bosque secundario como “la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original es destruida por la actividad humana”.

Más tarde, Smith et al. (1997) parte de la misma definición, dónde elimina la palabra “abandonado”, y agregan el uso que se le dio anteriormente al suelo como aspecto clave para la recuperación, conceptualiza el bosque secundario como “Una vegetación leñosa de carácter sucesional (proceso de regeneración natural del bosque) que se desarrolla sobre tierras, donde el bosque original ha sido destruido por actividades humanas. Su grado de recuperación dependerá mayormente de la duración e intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad a fuentes semilleros para recolonizar el área alterada”.

5.3. Extensión

Es complicado hacer un cálculo del área exacta que ocupan, en parte debido, a las distintas definiciones que se le dan a los bosques secundarios y degradados en las regiones tropicales. Por otra parte, debido también a la amplitud y la diversidad de bosques que entrarían bajo el nombre de secundarios, no es posible dar unos resultados exactos, sino cifras y estimaciones aproximadas.

Aun así se han hecho algunas estimaciones, la FAO en 1990 estimó hay 532 millones de hectáreas degradadas de la superficie forestal tropical. Wadsworth (1997) estimó que en todo el mundo, 494 millones de hectáreas eran bosques tropicales intervenidos y 402 millones de hectáreas eran barbechos forestales tropicales.

Según las estadísticas de la FAO para el año 1990, en América Latina hay 165 millones de hectáreas de bosques secundarios. Sumando a esta superficie el área estimada de bosques residuales (170 millones de hectáreas) supondría unas 335 millones de

hectáreas de bosques intervenidos por actividades humanas (Sips et al., 1996).

No contamos con cifras precisas, pero es evidente que el área de los bosques secundarios es muy importante y se está incrementando con el paso de los años (National Reserch Council, 1993; Weaver, 1993; Moran et al., 1994; FAO, 1995, 1996).

	Asia 17 países	América 23 países	África 37 países	Total
Bosques primarios degradados y bosques secundarios	145	180	175	500
Tierras forestales degradadas	125	155	70	350
Total	270	335	245	850

Tabla 6. Extensión estimada de bosques degradados y secundarios por categoría en los trópicos de Asia, América y África en el año 2000 (en millones de hectáreas, con cifras redondeadas a 5 millones).

Fuentes: Derivado de FAO (1982, 1993, 1995, 2001), Sips (1993), Wadsworth (1997).

La tasa anual de pérdida de bosques naturales en los trópicos durante los años noventa se estimó en 15,2 millones de hectáreas, de los cuales 14,2 millones se convirtieron para otros usos de la tierra.

Por otra parte, aproximadamente un millón de hectáreas de tierras abandonadas usadas previamente con fines no forestales (especialmente la agricultura) fueron reforestadas como resultado de la “expansión natural de los bosques” mediante la sucesión natural (FAO, 2001).

En Nicaragua, los bosques naturales económicamente valiosos están localizados en la Región Atlántica. Al norte de la Región Central quedan bosques de coníferas, principalmente de Pino Ocote (*Pinus oocarpa*) y algunos relictos de bosques latifoliados con diferentes grados de intervención (OAS, 1997).

El Plan de Acción Forestal (PAF-NIC) indicó en Nicaragua para 1992, la existencia de una superficie destinada a producción forestal de aproximadamente 26.000 km² (20% del total del país) y 17.000 km² de bosques para conservación y protección de ecosistemas

naturales. Sin embargo, considerando que la tasa de deforestación anual estimada por el PAF-NIC es de 1.500 km²/año, la superficie actual de bosque primario sería aproximadamente de 7.400 km² de latifoliadas; y 2.100 km² de coníferas; los bosques secundarios cubrirían 1 6.500 km². Existen además 200 km² de plantaciones forestales.

5.4. Importancia ecológica y económica

En años más recientes, con la mayor preocupación por los fenómenos de deforestación y el rol de los bosques en la conservación del ambiente, se registra un aumento en la importancia que se atribuye a este recurso, tanto desde el punto de vista económico, como ecológico y social. (CIFOR, 1997)

Este cuadro resume los principales servicios ecológicos y económicos que los bosques secundarios potencialmente pueden proporcionar. El amplio rango de usos implica que el manejo de bosques secundarios puede adecuarse o acomodarse a las prioridades de los usuarios.

Importancia ecológica (para la producción y la conservación ambiental)	Importancia económica (como fuente de)
<p>Recuperación de la productividad del sitio (reservorio de materia orgánica y nutrientes en el suelo para fines de producción agrícola)</p> <p>Reducción de poblaciones de malezas y pestes</p> <p>Regulación de flujos de agua (beneficios hidrológicos)</p> <p>Reducción de la erosión del suelo y protección contra el viento</p>	<p>Frutos comestibles</p> <p>Plantas alimenticias, medicinales, estimulantes, alucinógenas, productoras de venenos, etc.</p> <p>Materiales para construcción rural y cercas</p> <p>Combustible (leña, carbón)</p> <p>Tecnología: materiales, para teñir, materiales para elaborar utensilios domésticos y de caza, para servir de</p>

<p>Mantenimiento de biodiversidad, especialmente cuando la intensidad de uso de la tierra es alta y hay una mayor fragmentación de bosques (Ejemplo: refugio/hábitat para ciertas especies de fauna cinegética)</p> <p>Acumulación de carbono (reservorio de carbono atmosférico)</p> <p>Servir como ecosistema para el establecimiento de especies de plantas y animales que requieren de condiciones de bosque alto</p> <p>Servir como modelo para el diseño de ecosistemas agrícolas (Ejemplo: sistemas multi-propósito)</p> <p>Servir de reserva para áreas a ser usadas para la agricultura y/o ganadería</p> <p>Contribuir a reducir la presión sobre los bosques primarios (“vírgenes” o residuales)/ Un caso sería las áreas de amortiguamiento para proteger reservas de bosques</p>	<p>adorno y en ceremonias, etc.</p> <p>Madera de valor</p> <p>Madera para uso industrial (madera aserrada, traslapada, laminada, tableros de fibra y partículas)</p> <p>Carne silvestre (proteína animal, cueros, etc.)</p> <p>Germoplasma de especies útiles para fines de domesticación (Ejemplo: para establecer plantaciones agroforestales multi-propósito, o bien de árboles maderables de rápido crecimiento)</p> <p>Ramoneo de animales y preparación de alimento para ganado</p> <p>Transformación química de la biomasa (Fabricación de pulpa y papel, plásticos y fibras celulósicas; gasificación de la madera...)</p>
---	--

Tabla 7. Importancia ecológica y económica. Fuente: CIFOR, 1997.

5.5. Causas

Son varias las causas que originan bosques secundarios, los diferenciaremos entre las que están provocadas por el hombre y las que están provocadas por factores naturales.

5.5.1 Factores antropogénicos

Agricultura migratoria

La agricultura migratoria se ha llevado a cabo en diferentes países a lo largo de la historia, consiste en la tala de una parcela del bosque dónde se cultiva la tierra por un periodo de tiempo luego del cual es abandonada por otra área de terreno cercana o más alejada.

Este tipo de agricultura es bastante agresiva, el suelo se empobrece y se vuelve infértil, causa que provoca el abandono de dichas tierras.

El ecosistema tropical, se caracteriza por sus suelos generalmente poco fértiles pero variados y por una gran diversidad de flora y fauna, suministrando pocos nutrientes pero muchas posibles especies que compiten por los cultivos alimentarios. Al cortar el bosque y quemar los árboles talados, el agricultor elimina las especies en competencia y concentra los nutrientes hacia los cultivos alimentarios (Odum, 1971; Bodley, 1976). Se trata de la manipulación activa de una parcela del bosque y de su conversión en una sucesión más abierta y más útil para el agricultor (Rambo, 1981; Olafson, 1983).

Tala selectiva

La tala selectiva del bosque consiste en cortar los árboles necesarios y dejar el resto intacto. Este tipo de tala crea una estructura muy irregular, se cortan los árboles con potencial económico, ya sea para la producción de madera o para otros usos.

La tala selectiva genera y mantiene masas irregulares, la superficie dónde se realizan las talas están siempre en regeneración. Los árboles seleccionados se cortan para su aprovechamiento, o bien se cortan los árboles sobrantes como objetivo de mejora del área.

Para que el bosque secundario sea lo más parecido posible al bosque original, se cortan los árboles más grandes, dejando en pie a los árboles medianos, los cuales serán cortados más adelante, cuando estos ya sean los árboles grandes en la siguiente tala. Los árboles pequeños también se suelen cortar, para acelerar el crecimiento del resto de

árboles.

El problema de este tipo de tala es que su explotación es muy costosa, la calidad de la madera no siempre es buena y produce ciertos daños en la regeneración, ya que no será como la del bosque primario.

Abandono de pastizales

El abandono de pastizales provoca una regeneración bastante rápida del bosque secundario. Si el pastizal ha tenido un uso silvopastoril, las especies que colonizarán el suelo serán aquellas que se han mantenido en el pastizal, ya sean las especies de las cercas vivas o las especies que dan sombra al ganado.

También se podría dar el caso de que el bosque secundario que se producirá, sea un bosque homogéneo, surgido a través de las semillas que estaban dentro de las vainas que alimentaban al ganado.

Este bosque homogéneo saldrá en los primeros estadios de la regeneración. Debido al pisoteo del ganado el suelo sufre cierto grado de compactación, dónde solo las semillas de las vainas que han alimentado al ganado podrán aparecer, como por ejemplo el caso de la *Acacia pennatula*, ya que serán las únicas especies que pueden colonizar este suelo tan duro.

Una vez las especies hayan colonizado el pastizal y el suelo sea más fértil, irán llegando nuevas especies formando así un bosque secundario más heterogéneo, con las especies más próximas a los bosques de los alrededores.

5.5.2 Factores naturales

Las causas naturales de la deforestación incluyen el viento, deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas e incendios forestales naturales. Estas perturbaciones que originan bosques secundarios son insignificantes en comparación a las perturbaciones que se producen por las actividades humanas.

5.6. Sucesión en los bosques secundarios

Una vez se ha dado la perturbación, la vegetación vuelve a resurgir. Hay una cierta evolución desde el momento en que llegan las primeras especies, hasta que el bosque perturbado vuelve a tener una composición parecida al bosque primario.

5.6.1. Fase de reorganización (1ª Etapa)

Esta etapa empieza justo después que se haya producido la perturbación. La eliminación de la vegetación provoca más disponibilidad de agua, nutrientes y luz solar. La materia orgánica muerta del sistema anterior se descompone y desaparece, aunque la biomasa viviente se acumula. Se van creando las condiciones microclimáticas necesarias para la instalación masiva de la regeneración natural; mayores áreas de sombra, aumento de la humedad relativa y reducción de la temperatura ambiente.

Según el proceso de dispersión de semillas, la presencia de vegetación se origina a los 4 años, manteniéndose una alta dominancia de especies arbustivas y arbóreas pioneras

Las nuevas especies colonizadoras se establecen debido a las condiciones húmedas y fértiles del suelo, y también debido a la apertura del bosque. Serán especies con distintos grados de tolerancia y diferentes hábitos. Las especies que se desarrollaran mejor serán, generalmente, esas especies intolerantes a la sombra, así como las que se reproducen por rebrote.

5.6.2. Fase de acumulación (2ª Etapa)

Comprende entre los 10 y 15 años posteriores a la perturbación. Por primera vez se puede observar una cobertura forestal cerrada, la cual provoca el desplazamiento definitivo de las gramíneas. Se crea una formación de aspecto boscoso, en la cual se puede diferenciar dos estratos: un estrato arbóreo y un sotobosque.

La producción primaria es ligeramente mayor que la descomposición, lo que genera una alta tasa de acumulación de biomasa y hojarasca hasta alcanzar un punto máximo.

Algunos de los recursos del nuevo sitio colonizado empiezan a ser limitantes, impidiendo el establecimiento de nuevas especies. Algunas especies herbáceas desaparecen, mientras otros dominan el terreno, al final de la fase, el dosel estará dominado por árboles. Estos árboles al ser especies heliófilas, competirán entre ellos para poder llegar al dosel superior. Las especies esciófilas (tolerantes a la sombra) podrán persistir debajo del dosel, desarrollando un sotobosque.

5.6.3. Fase de transición (3ª Etapa)

Empieza aproximadamente a los 15 años y puede permanecer hasta los 35 años. El factor más importante de esta fase bastante prolongada es la reducción en la dominancia de especies pioneras (presentes en 1ª y 2ª fase).

El rápido aumento de la producción primaria hace incrementar la cantidad de biomasa, pero el cambio de especies con un crecimiento más lento hace que la cantidad de biomasa pare de aumentar. En el transcurso de esta fase los árboles del dosel superior empiezan a sucumbir, ya sea individualmente o en grupos, debido a causas naturales (rayos, derrumbados por el viento, enfermedad, falta de recursos...). Provocando una serie de parches en el bosque. El espacio liberado en el dosel es de importancia ecológica, ya que los recursos que utilizaba el árbol muerto serán distribuidos para la vegetación superviviente.

Si hay presencia de un dosel inferior, las especies esciófilas pueden responder a estos recursos liberados y ascender al dosel superior.

Si no hay dosel inferior la luz solar podrá acceder al suelo y ayudar a la germinación de nuevas plantas.

5.6.4. Fase de equilibrio (4ª Etapa)

Esta etapa empieza a los 30 o 35 años de edad después del abandono del pastizal y es

difícil definir un límite superior, ya que sus características cada vez se asemejan más a las de un bosque primario. Se distingue la reanudación del sotobosque y la estabilidad de la biomasa y la hojarasca. Se da un mosaico de parches en distintas etapas de desarrollo que se relacionan con secuencias de acumulación y pérdida de biomasa. La diversidad del hábitat alcanza su punto máximo, habrá un equilibrio estable de árboles de diferentes especies, tamaños y edades. En esta etapa la vegetación irá cambiando en función a las variaciones en el suelo, clima, competencia, etc.

5.7. Potencial de Aprovechamiento

Los bosques secundarios se encuentran, generalmente, cerca de las poblaciones y pueden servir para satisfacer sus diferentes necesidades. Principalmente se utiliza la leña, tanto para fines energéticos, como para construcción o como productos no maderables. También existe un uso agropecuario, a través del barbecho forestal, así como pastoreo y cultivos en el bosque.

Ecológicamente tienen mucha importancia, debido a la producción de biomasa que se transforma a materia orgánica en el suelo, así como la concentración relativamente alta de los elementos minerales que las raíces sacan del suelo y los devuelven mediante la abundante producción de hojarasca (Brown y Lugo, 1990).

5.7.1. Potenciales de aprovechamiento forestales

Los bosques secundarios tienen una variedad de especies bastante variada, aunque no tanto como en los bosques primarios. Aun así, el aprovechamiento forestal es más fácil de obtener en los bosques secundarios que en los primarios, ya que el marco legal de los bosques primarios es mucho más restringido, mientras que en los secundarios la ley es más favorable, debido a que en muchas ocasiones el derecho de propiedad y uso de estos bosques no queda del todo clara.

Una de las ventajas de estos bosques es la cercanía a la población que tienen estos

bosques, que provoca una facilidad para que el pueblo pueda aprovechar la madera de estos bosques.

La siguiente tabla muestra un resumen de las principales características naturales que deben de cumplir los bosques secundarios para obtener un aprovechamiento forestal.

Tipo de aprovechamiento	Características naturales
Madera industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de un bosque básica con especies maderables - Estado de sucesión avanzado (pioneros tardíos) - Buen sitio y buena tasa de crecimiento
Madera para la producción de energía	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de especies demandadas en abundancia suficiente - Existencia de especies con alta capacidad de rebrote y con crecimiento relativamente bueno - Individuos de dimensiones reducidas - Alta proporción de madera muerta
Productos no maderables	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de especies con productos no maderables interesantes - Suficiente abundancia para el aprovechamiento sostenible, sea para el autoconsumo o para la comercialización

Tabla 8. Resumen características naturales para el aprovechamiento forestal. Fuente: Elaboración propia.

Madera industrial

Actualmente la producción maderera es una actividad muy importante, la mayoría de planes de manejo que se usan en el bosque tienen su centro de interés en la producción de madera, ya que aporta muchos ingresos. Además, si el plan de manejo es bueno, se puede mantener otras funciones en el bosque.

Normalmente la madera es utilizada para el autoconsumo (construcción de casas, como postes para la delimitación de la finca, muebles de artesanía...), también puede extraerse

madera para su comercialización, tan a nivel regional, como nacional, aunque dependerá de la biología del bosque (volumen/ha, tasa de crecimiento, dimensión y calidad de las especies...), así como la dimensión y distribución del área boscosa, el acceso a los recursos y las condiciones legales y tributarias que hagan que la comercialización sea atractiva (TOB, 2000)

En los bosques de nuestro estudio la madera extraída se utiliza básicamente para el autoconsumo, la cercanía de los bosques secundarios a la población ofrecen unas buenas condiciones para la extracción de la madera.

Madera para la producción de energía

Se usa directamente como leña o bien se carboniza. Los bosques secundarios tienen buenas condiciones para la producción de leña, la obtención de madera para fines energéticos tiene una exigencia, de los recursos del bosque, mucho menor que la producción de madera para la industria.

Para el autoconsumo es muy raro que se produzca una sobreutilización por extracción de leña, ya que en general se busca madera muerta o ramas. La comercialización de la leña, sin embargo, puede llevar a una rápida sobreutilización o bien a una deforestación del bosque.

Para la fabricación de carbón vegetal se prefieren las especies pioneras tardías de los bosques secundarios debido a su alta densidad específica.

La recolección de leña y la producción de carbón vegetal representan para muchos campesinos una fuente adicional de ingresos.

Productos no maderables

Los productos no maderables son, según la FAO, todos los productos arbóreos y los productos silvestres del hábitat (flora y fauna) en el bosque y en otros sistemas de

TISEY, 2012

producción similares en tanto que no se trate de productos madereros.

Estos productos tienen mucha importancia para cubrir las necesidades básicas de la población, para diversificar la producción en todos los sectores vitales (alimentación, culto, vestimenta, material de construcción, suministros medicinales) y como fuente adicional de ingresos.

Puede decirse que los productos no maderables hacen un aporte sustancial para mantener y mejorar la calidad de vida (TOB, 2000)

Estos productos los podemos encontrar de forma natural en los bosques secundarios y su crecimiento y difusión no requiere de ninguna actividad antropogénica. Solo requiere un esfuerzo para la cosecha y recolección de los bienes.

5.7.2. Potencial de aprovechamiento agropecuario

Nos referimos a aprovechamiento agropecuario como la combinación temporal y espacial de ganadería y agricultura dentro de un bosque secundario. Cuando se practican simultáneamente la agricultura, la ganadería y el manejo forestal, se asume que los factores naturales se complementan para aumentar los beneficios.

Cuando el uso es secuencial, las superficies de tamaño limitado que son utilizadas para fines agrícolas durante algunos años, a continuación se convierten en barbechos forestales que, en el mejor de los casos, se regeneran temporalmente. En el peor de los casos, los suelos se convierten en estepas permanentes o en sabanas degradadas, con un reducido o nulo valor de uso (TOB, 2000).

Barbecho forestal como parte del sistema agrícola

Se define como barbecho forestal donde se han eliminado los bosques completamente, pero el clima y los suelos todavía favorecen su crecimiento, el cese de las perturbaciones humanas permite el restablecimiento gradual del bosque, siempre que lleguen semillas de árboles al sitio. Estos bosques pueden ser el resultado de un régimen de barbecho

TISEY, 2012

agrícola deliberado, pero en cualquier caso, son voluntarios. Se asemejan a una sucesión primaria y generalmente difieren significativamente del bosque que una vez hubo en el sitio.

Juega un papel importante en las actividades de agricultura migratoria, para la restauración de la fertilidad de los suelos después del uso agrícola. Cuando el periodo de barbecho es suficientemente largo, se asegura la disponibilidad de nutrientes del suelo de forma permanente. Muchos son los agricultores que no tienen acceso a abonos y dependen de la regeneración natural de los bosques.

Pastoreo en bosques secundarios

La ganadería tiene mucha importancia en los sistemas silvopastoriles, el follaje forrajero, las semillas de los árboles, gramíneas y arbustos sirven de alimento para cabras, ovejas y vacunos, los cuales favorecen la distribución y surgimiento de determinadas especies.

En Nicaragua, es frecuente el paso del ganado por los bosques secundarios, debido a que tienen cierta abundancia de árboles leñosos jóvenes, así como semillas y frutos para su alimentación.

El consumo que los animales hacen de las leñosas en estadios juveniles, si son bien manejadas, puede contribuir a regular la población de leñosas y por ende, la competencia entre ellas. La deposición de los excrementos contribuye a mejorar la eficiencia en el reciclaje de los nutrientes, lo cual va a representar una ganancia adicional en la fertilidad del suelo (Pezo e Ibrahim, 1998).

5.7.3. Potencial de protección

Protección edáfica, hídrica y climática

Por lo general, los bosques se desarrollan con rapidez, a no ser que hayan sido

TISEY, 2012

fuertemente degradados o hayan sufrido reiteradas perturbaciones. El desarrollo de los bosques permite una cobertura directa al suelo (reduciendo pérdidas de nitrógeno) y un rápido establecimiento de ciclos de nutrientes. Esto se debe a la alta producción primaria neta de follaje y a la rápida biodegradación de la materia orgánica. (TOB, 2000). Gracias a su riqueza estructural y a su origen natural bien adaptado al lugar, los bosques secundarios son apropiados para satisfacer las funciones de protección edáfica e hídrica.

Los bosques secundarios pueden cumplir la función de protección climática siempre y cuando puedan alcanzar la extensión y altura adecuada.

La protección climática es importante para la agricultura, ya que la protege directamente contra el viento y favorece el equilibrio de la temperatura y la humedad (TOB, 2000).

Conservación y mejoramiento de la biodiversidad

Los bosques secundarios corresponden a un espacio vital importante para las plantas y animales, aunque sus variadas especies y existencia esta alterado en comparación a un bosque primario. Debido a la alarmante degradación que están sufriendo los bosques primarios, los bosques secundarios se convierten en refugio y hábitat para las comunidades de flora y fauna.

Los bosques secundarios no pueden substituir a los primarios, pero presentan un soporte sustancial a la conservación de los recursos genéticos como bancos de germoplasma, de los cuales se puede obtener la semilla necesaria para las reforestaciones del futuro.

Secuestro del carbono atmosférico

El secuestro del carbono atmosférico es depositado en un sumidero de carbono, como los bosques o los océanos, disminuyendo así su concentración en la atmósfera. El concepto de sumidero se ha difundido con el Protocolo de Kyoto, creado para reducir la elevada y

creciente concentración de CO₂ del aire y así luchar contra el calentamiento global.

En los trópicos, el carbono que está en sumideros superficiales varía entre 60 y 230 ton C/ha en bosques primarios, y entre 25 y 190 ton C/ha en bosques secundarios (Tabla X). Los bosques secundarios ayudan a la disminución de la concentración de CO₂ en la atmósfera, al ser un tipo de ecosistema con árboles jóvenes en crecimiento, éstos necesitan absorber una gran cantidad de carbono para poder desarrollarse. Aun así no llegan a los niveles de almacenamiento de un bosque primario.

Tipo de bosque	Almacenamiento de carbono	
	Primario	Secundario
Bosque nuboso	230	190
Bosque estacional	140	120
Bosque seco	60	25

Tabla 9. Depósitos superficiales de C en bosques tropicales Fuente: Elaboración propia a partir de Brown y Lugo, 1992; Brown *et al.*, 1989.

El almacenamiento de carbono se puede calcular a través de la biomasa arbórea, la cual se estima por inferencia de sus principales medidas biométricas: altura (H), diámetro a la altura del pecho (DAP) y densidad. (CIFOR, et al., 1998). Para árboles vivos y muertos en pie se empleó el modelo $BA=0,1184 DAP^{2,53}$ (Brown, 1997; Fujisaka et al., 1997) El contenido de carbono en la biomasa será función de una constante proporcional a la biomasa: 0,45.

6. Los sistemas silvopastoriles

6.1. Definición

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son un tipo de sistema agroforestal, que 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).

En concreto, en los sistemas silvopastoriles se asocian árboles y arbustos, que pueden ser naturales o plantados con fines de aprovechamiento, con las especies forrajeras herbáceas y los animales, bajo un sistema de manejo integral (Pezo y Ibrahim, 1998). Teóricamente, estos sistemas aumentan la eficiencia en la utilización de los recursos naturales por complementar las diferentes explotaciones involucradas (Da Veiga et al., 2001).

Las interacciones entre los componentes (árbol-pasto-animal) dependen de las especies seleccionadas, la densidad arbórea, la distribución en el espacio y del manejo aplicado (Giraldo y Vélez, 1993). Estas interacciones son de vital importancia, pues condicionan el éxito del sistema y muestran los principales puntos de intervención por parte del propietario para su manejo.

Los SSP han despertado bastante interés debido a la necesidad de obtener alternativas de explotación que sean económica y ecológicamente más sostenibles a las explotaciones tradicionales.

Estos sistemas son de mucha importancia, especialmente en Latinoamérica, en donde la necesidad de tierra para el pasto de la ganadería produce una gran presión en los bosques tropicales (Sánchez, 1995).

La introducción, en las fincas de producción ganadera, de leguminosas arbustivas o arbóreas que sean tolerantes a la estación seca, se presentan como una buena alternativa para aliviar las deficiencias nutricionales que se dan esa época, donde la biomasa disponible para el ganado es escasa.

6.2. Características principales de los árboles

Entre las principales características de los árboles potenciales para un SSP se encuentran: la existencia de uno o más productos de la madera; permitir el crecimiento de las plantas debajo del dosel; tener efectos favorables en la conservación de suelos; y la capacidad de resistir podas repetidas y tener buena habilidad para rebrotar (Giraldo, 1996a).

El mayor potencial se encuentra en las especies leguminosas. Los árboles fijadores de nitrógeno atmosférico son prometedores para reducir el proceso de degradación del suelo y para intensificar, de forma sostenible, la producción de proteína de origen animal. Sin embargo, casi cualquier especie puede ser potencialmente apta dependiendo de las características bióticas y socioeconómicas locales (Giraldo, 1996b).

En resumen, las especies con un mayor potencial serán las forrajeras puesto que, aparte de alimento para el ganado, proporcionan servicios multipropósito (leña, madera, sombra) y son muy utilizadas como cercas vivas.

6.2.1. Cercas vivas

Definición

Una cerca viva consiste en la siembra de una línea de árboles y/o arbustos como soportes para el alambre que sigue los límites de una propiedad. Sirven para delimitar una finca o marcar las divisiones entre parcelas, según los diferentes usos del suelo (cultivos, potreros, bosques, etc.).

En Centroamérica y Latinoamérica los árboles y los arbustos son comúnmente usados en cercas vivas para la división de los potreros y la delimitación de las fincas (Cajas-Girón y Sinclair, 2001). Estudios realizados en Centroamérica sobre cercas vivas mostraron una riqueza total entre 27 y 85 especies arbóreas y una densidad que varió entre 67 y 242 árboles/km (Harvey et al., 2005). La mayoría de las especies encontradas fueron nativas,

lo cual demostró la importancia de las cercas vivas en la conservación de la biodiversidad. Además, es importante considerar la integración de especies maderables y/o frutales para aumentar el valor de estos sistemas en conjunto con los productores ganaderos.

Beneficios que ofrecen

A parte de los servicios ambientales que ofrecen, las cercas vivas también producen beneficios socioeconómicos para los productores. En la siguiente tabla se muestran estos beneficios:

Beneficios socioeconómicos	Beneficios ambientales
Larga duración	Sirven como cortafuegos
Dividen los potreros	Reducen la presión sobre los bosques
Marcan los linderos de las fincas	Aseguran una mejor calidad del aire
Sombra para el ganado	Mantienen y mejoran los suelos
Producción de madera	Aumentan la diversidad de fauna silvestre
Producción de frutos para consumo humano	Mejoran la belleza de la finca
Producción de alimento para el ganado	Actúan como corredores biológicos
Incrementan el valor de la finca	

Tabla 10. Beneficios de las cercas vivas sobre las fincas y el medioambiente. Fuente: Elaboración propia a partir del libro *Las cercas vivas en las fincas ganaderas*.

Uno de los beneficios socioeconómicos más importante para el productor, es el menor costo que representa el establecimiento de una cerca viva respecto a una cerca muerta, que es de un 13% (Ibrahim et al., 2005). Además, como muestra la tabla anterior, la vida útil es mayor en la cerca viva lo cual representa un ahorro de dinero en el tiempo.

Tipos de cercas vivas

TISEY, 2012

Las cercas vivas se clasifican según el número de especies que contienen y la altura de sus copas. Hay de dos tipos, las simples o las multi-estratos.

Las primeras se caracterizan por tener una o dos especies dominantes, como por ejemplo el jiñocuabo (*Bursera simaruba*), el jocote (*Spondias spp.*), el pochote (*Pachira quinata*), y el madero negro (*Gliricidia sepium*). Este tipo de cercas se podan cada dos años y tienen una elevada capacidad de rebrote.

Por otra parte, las cercas multi-estratos tienen más de dos especies, con diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, etc.). Generalmente, estas no se podan y generan una mayor cobertura, importante para la fauna que vive o se refugia en estos árboles. Estas son las más recomendables, puesto que presentan mayor diversidad de especies y usos de los árboles, lo que garantiza una mayor variedad de productos para la venta y/o el autoconsumo. Además, forman mejores corredores biológicos para las especies que se desplazan entre las fincas y bosques.

Especies principales de arboles utilizados

Aunque cualquier especie puede ser potencialmente apta, para seleccionar las más adecuadas para su utilización como cercas vivas se deberán tener en cuenta las siguientes características:

- ⤴ Especies nativas o que estén adaptadas a la zona
- ⤴ Deben de ser seleccionadas de acuerdo a los productos de interés para la finca y el mercado
- ⤴ No tienen que ser especies tóxicas para el ganado ni para la fauna silvestre
- ⤴ Tener un uso múltiple (madera, leña, forraje)
- ⤴ Disponer de material a utilizar para la propagación de las especies (semilla sexual, plántulas o esquejes)
- ⤴ Especies que proporcionen alimento y refugio a la fauna silvestre

Algunos ejemplos de especies del trópico sub-húmedo que cumplen estos requisitos son:

TISEY, 2012

el itabo (*Yucca elephantipes*), el jiñocuabo (*Bursera simaruba*), el jocote (*Spondias spp.*), el madero negro (*Gliricidia sepium*), el pochote (*Pachira quinata*), el aguacate (*Persea americana*), la caoba (*Swietenia macrophila*), el cedro (*Cedrela odorata*), el guachipelin (*Diphysa americana*), el laurel (*Cordia alliodora*), el marañón (*Anacardium occidentale*), el naranjo, el mandarino y el limón agrio (*Citrus spp.*), y el roble de sabana (*Tabebuia rosea*), entre otros.

6.2.2. Principales especies forrajeras

Por lo mencionado anteriormente, entre las especies arbóreas forrajeras potenciales para un SSP por su alto valor nutritivo o servicios multipropósito, se encuentran las acacias (*Acacia sp.*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el laurel (*Cordia Alliodora*), el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el jiñocuabo (*Bursera Simaruba*), entre otros.

Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Mimosaceae
Genero	<i>Enterolobium</i>
Especie	<i>Cyclocarpum</i>
Nombres comunes	Guanacaste, oreja de elefante, chorrejas

Tabla 11. Taxonomía guanacaste. Fuente: Elaboración propia.

Características

El guanacaste es un árbol muy longevo y de crecimiento rápido, que puede llegar hasta los 30 metros de altura. Es nativo desde México hasta la parte norte de Sur América,

TISEY, 2012

habita en tierras bajas y calientes, y es abundante en áreas perturbadas.

Una de las características principales son las numerosas lenticelas rojizas que presenta en el tronco, que lo hacen fácilmente reconocible desde la distancia por su coloración, sobre todo durante los primeros estadios de edad. Otra característica importante es la morfología de la vaina que recuerda a una oreja, de ahí el origen del nombre común en el dialecto Náhuatl (quauh: árbol / nacastl: oreja).

Esta especie presenta una gran extensión del ramaje, que usualmente adopta formas sinusoidales, y puede ser muy grande, llegando a los 4 metros de DBH. Las hojas son compuestas, alternas, bipinnadas, con 4 a 5 pares de pinnas, y las pinnas con 15 a 30 pares de folíolos de tipo linear. La floración tiene lugar de enero a marzo, originando unas flores blancas en cabezuelas axilares. Estas son atacadas por una especie de mosca, *Aspondylia enterolobii*, que les produce agallas dentro de las cuales se forma un hongo del cual se alimenta la larva de la mosca.

La reproducción es en marzo y abril, y la fructificación se puede observar entre enero y mayo. Los frutos son vainas curvas y anchas, de 8 a 10 cm de diámetro. Entre los depredadores de las semillas se encuentran, por ejemplo, el ganado, los caballos, los tapires, los jabalíes y roedores silvestres como *Liomys salvini*, que las almacena para poder comérselas en la primera etapa de la germinación.

Usos

En sitios donde se da una fuerte estación seca, el guanacaste se destina a generar sombra para el ganado. También se usa como árbol ornamental.

La madera es fácil de trabajar, por lo que se utiliza para la construcción de edificaciones rurales, de muebles, ruedas de carreta, utensilios de cocina, etc. Es resistente al fuego, a la carcoma y a los hongos, y es durable en el agua. Cuando la madera está seca no tiene olor, pero si lo tiene el serrín, que no debe tirarse en el agua porque mata a los peces y al ganado.

La corteza así como la resina que emana, han sido usadas para tratar afecciones

respiratorias, como resfriados, bronquitis y demás problemas pulmonares.

Las vainas son apreciadas por el ganado, y la pulpa de las semillas se usa como sustituto del jabón, especialmente para lavar telas.

Guácimo (*Guazuma ulmifolia*)

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Genero	<i>Guazuma</i>
Especie	<i>Ulmifolia</i>
Nombres comunes	Guácimo, guácimo de ternero

Tabla 12. Taxonomía guácimo. Fuente: Elaboración propia.

Características

El guácimo es un árbol muy ramificado que puede llegar hasta los 20 metros de altura. Su distribución se extiende desde México hasta América del Sur y las Antillas. Es una especie heliófila y colonizadora, por lo que puede vivir en multitud de hábitats, pero es abundante y característica de áreas perturbadas.

Es una especie abundante en vegetación secundaria en todo tipo de ecosistemas forestales, especialmente en la Región del Pacífico y en la Región Central (Salas, 2002).

Tiene una corteza gris oscura, rugosa y torcida; la savia es incolora y mucilaginoso. Las hojas son simples, alternas, de forma ovalada o lanceolada, con el margen aserrado, rasposas, de color verde oscuro y verde amarillento por el envés, y de entre 6 a 12 cm de largo.

La floración se observa en Abril. Las flores son pequeñas y amarillas. Tienen cinco pétalos, y se agrupan en panículas en la base de las hojas.

La fructificación ocurre en Mayo. Los frutos son capsulas verrugosas y elípticas, que oscurecen y endurecen cuando maduran, con numerosas semillas pequeñas y duras.

Usos

Por sus buenas propiedades de secado, resistencia a la podredumbre y alto poder calorífico, es una especie muy utilizada para obtener leña, y también para la construcción. Las hojas y los frutos son utilizados para el forrajeo del ganado bovino, porcino, equino y avícola.

Medicinalmente, es uno de los remedios más populares contra los padecimientos gastrointestinales, aunque si se ingiere en grandes cantidades puede originar un efecto contrario provocando náuseas, vómitos y diarreas. El mucílago se usa para tratar quemaduras y también para embellecer el pelo y evitar su caída. La bebida resultante de la cocción de la planta se emplea como diurético, antigripal, para tratar contusiones y golpes, y también contra las hemorroides.

Jiñocuabo (*Bursera simaruba*)

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Burseraceae
Genero	<i>Bursera</i>
Especie	<i>Simaruba</i>
Nombres comunes	Jiñocuabo, indio desnudo, jiñote, palo santo

Tabla 13. Taxonomía jiñocuabo. Fuente: Elaboración propia.

Características

TISEY, 2012

El jiñocuabo es un árbol nativo desde México y Florida hasta Colombia, Venezuela y las Antillas. Habita desde climas secos hasta muy húmedos.

Es un árbol de crecimiento rápido que puede llegar desde los 25 a los 30 metros de altura. Tiene una corteza lisa, exteriormente de color castaño rojizo y está cubierta por una epidermis muy fina. Por este motivo, una de las características más importantes de esta especie es la exfoliación del tronco, que deja al descubierto una coloración verdosa. Otra característica importante es que la corteza contiene cloroplastos, lo que le permite realizar la fotosíntesis incluso en la estación seca, cuando ya ha perdido las hojas.

La savia es resinosa y aromática, de olor a trementina. Tiene unas hojas compuestas, alternas, imparipinnadas y de 15 a 30cm de largo. Las hojas suelen tener entre 5 y 9 folíolos, pudiendo tener hasta 13, ovalados o elípticos, y de 5 a 15 cm de largo por 2 a 8 de ancho.

La floración tiene lugar entre marzo y abril, produciendo unas flores verde-amarillentas. La fructificación se observa de marzo a diciembre, dando frutos en capsulas drupáceas, de medio centímetro de largo y de color pardo rojizo al madurar. Los frutos son depredados por monos carablanca (*Cebus capucinus*), monos araña (*Ateles geoffroyi*), y algunas ardillas como *Sciurus variegatoides*. También puede reproducirse por esquejes.

Hay algunas especies que utilizan este árbol para fabricar sus refugios como la avispa *Synosca surinama*, que utiliza la epidermis de la corteza para fabricar sus panales, y el coleóptero *Brentus anchorago*, que pone los huevos en huecos de la madera en descomposición.

Usos

Este árbol que presenta una gran multitud de usos y utilidades. Principalmente es utilizado para la elaboración de tablas y pilares para la construcción, leña y como cercas vivas. Dada su gran adaptabilidad (se adapta muy bien a diferentes habitas, suelos, y fuertes vientos) también puede emplearse para la reforestación, aunque sea en pendiente y en suelos pobres en nutrientes.

La corteza cocida se usa como antipirético y, si se le añade sal, el agua que sobra es un

buen antiespasmódico, que también sirve como antiinflamatorio si se aplica a las partes afectadas por golpes o dislocaciones. También se ha usado para tratar fiebres, gangrena, reumatismo, diarrea, repelente de insectos, etc.

Las hojas maceradas en agua son buenas como purgante y contra los salpullidos.

Laurel (*Cordia alliodora*)

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Boraginaceae
Genero	<i>Cordia</i>
Especie	<i>Alliodora</i>
Nombres comunes	Laurel, laurel blanco, pardillo, alatrique

Tabla 14. Taxonomía laurel. Fuente: Elaboración propia.

Características

La distribución de esta especie va desde México hasta el norte de Argentina y las Antillas. Habita una gran variedad de condiciones climáticas y edáficas, aunque prefiere elevaciones bajas con climas de secos a muy húmedos. También es común observarlo en potreros.

El laurel es un árbol que puede llegar de los 8 a los 30 metros de altura. Tiene una corteza de color gris oscuro, que presenta vetas verticales, y se ramifica a partir de cierta altura, y origina ramitas verticiladas con nudos donde habitan especies de hormigas.

Tiene hojas simples, alternas, de formas ovado-lanceoladas o elípticas, y de 8 a 18 cm de largo por 3 a 8 de ancho.

La floración se observa de noviembre a marzo, dando unas flores blancas que se vuelven

de color pardo cuando se secan. Esta es abundante y esta sincronizada entre la mayoría de los individuos de la misma región.

Los frutos aparecen de enero a abril y de octubre a diciembre. Tienen forma de nueces cilíndricas con la corola persistente en una sola semilla.

Cabe señalar, que es la única especie del género que tiene una pubescencia con tricomas estrellados más densos por el envés.

Usos

Debido a sus buenas propiedades (es liviana, relativamente recta, fuerte, durable y muy resistente a los insectos), la madera del laurel es muy utilizada en la construcción y también como leña. Aunque se ha intentado, su producción en plantaciones no ha tenido mucho éxito, siendo la mayor parte de la leña que hay en el mercado de origen silvestre.

Como la floración es abundante y está muy visitada por abejas podría pensarse que puede ser una buena especie melífera, pero no se recomienda debido a que las flores contienen alcaloides cancerígenos.

Medicinalmente, se usa como antiinflamatorio contra golpes y contusiones, resfriados, llagas, dermatosis, etc.

6.3. Funciones de los SSP

Por los beneficios ecológicos y socioeconómicos que proporcionan, los SSP se presentan como una alternativa sostenible en la restauración y mantenimiento de los recursos naturales en los sistemas de producción ganadera.

Por una parte, entre los beneficios ecológicos se encuentran la protección de cuencas hidrográficas, la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono y la belleza escénica (Ibrahim y Harvey, 2003). Por otra parte, dentro de las ventajas socioeconómicas, diversifican los productos generados en las fincas (madera para la construcción, leña y frutos), aumentan la productividad animal y dan alimento de alto valor nutritivo, especialmente en la época seca.

Además, los SSP también ayudan a disminuir la pobreza en el sector rural, puesto que

ofrecen oportunidades de empleo y los productos, que tienen un valor agregado, se pueden vender como productos orgánicos producidos sosteniblemente (Pezo et al., 1999; De Haan, 2002). Se ha reportado que, en algunos casos, generan ingresos hasta 12 veces mayores que los sistemas ganaderos tradicionales (Ruiz et al., 2004).

6.3.1. Beneficios ecológicos

Estos sistemas de producción, se presentan como una buena alternativa a los sistemas tradicionales de producción ganadera por los múltiples efectos positivos que tienen sobre el suelo, sobre la diversidad biológica i sobre el ambiente.

Efectos positivos sobre el suelo

La incorporación de árboles y arbustos permite incrementar las propiedades del suelo, puesto que aumenta la fertilidad, mejora la estructura, disminuye la compactación y reduce la erosión. Esto se ha visto reflejado por el aumento en el reciclaje de nutrientes, la fijación de nitrógeno, la mayor actividad y diversidad de la fauna edáfica y por el control de la erosión (Mahecha, 2002).

Reciclaje de nutrientes: Una fracción considerable de nutrientes es retornada al suelo por la deposición de follaje y residuos de las podas de los árboles. Este aporte de materia orgánica permite mejorar el suelo ya que modifica características como la estructura, la estabilidad, y la capacidad de infiltración de agua.

Fijación de nitrógeno: En las especies leguminosas se encuentran relaciones simbióticas con bacterias del genero *Rhizobium*, que permiten fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo y hacerlo disponible para las plantas.

Actividad y diversidad de la fauna edáfica: El incremento en el aporte de materia orgánica por parte de los árboles, permite aumentar la actividad biológica de la fauna del suelo.

Esto produce una mayor mineralización, aumentando la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Respecto al aumento en la diversidad de especies, en un estudio realizado en el Caquetá, Colombia, se comparó la fauna del suelo en dos sistemas de producción: monocultivo de gramíneas nativas y sistemas silvopastoril de gramíneas nativas con leguminosas arbóreas. Después de tres años, el SSP presentó 59 grupos taxonómicos a nivel de familia y un total de 913 individuos por unidad de muestreo, frente a 30 grupos y 305 individuos en el monocultivo (Gómez y Velásquez, 1999).

Control de la erosión: La pérdida de suelo es mayor en suelos descubiertos que en los bosques. En los sistemas silvopastoriles, los árboles ayudan a proteger el suelo frente a la erosión hídrica y eólica (Fassbender, 1993). La protección frente la erosión hídrica se explica por la reducción del impacto de las gotas sobre el suelo, fenómeno que se conoce como “splash”, y por el aumento en la capacidad de infiltración.

Efectos positivos sobre la diversidad biológica

A nivel de conservación de la biodiversidad, los elementos vegetales (parches de bosques, bosques de ribera, cercas vivas y árboles dispersos en los potreros) en los paisajes ganaderos pueden servir como hábitat, sitios de alimentación, percha y corredores biológicos para especies de animales. Varios estudios han evaluado el papel de los árboles en los sistemas silvopastoriles para la conservación de las especies de la fauna y la flora, el mantenimiento de las poblaciones de especies y los procesos ecológicos en los paisajes agropecuarios. Por ejemplo, Harvey et al. (2005) reportaron que en América Central entre el 60 y 95% de las fincas ganaderas tienen cercas vivas y entre el 23 y 90% tienen árboles dispersos en los potreros, lo cual revela la importancia y el conocimiento acumulado de estos sistemas sobre la dinámica de las fincas.

En los paisajes agropecuarios, el manejo y la conservación de los árboles en los potreros y los remanentes de bosque desempeñan un papel importante en la conservación de la

biodiversidad. Estos hábitats en el paisaje son utilizados por la fauna silvestre para sitios de alimentación, reproducción, descanso y como corredores biológicos. La influencia depende de la estructura, la composición, el manejo y el arreglo espacial en el paisaje agropecuario. Enríquez (2005) señaló la relevancia de la diversidad vegetal en los hábitats y la heterogeneidad del paisaje en términos de uso de la tierra, en la abundancia y en la riqueza de las aves de los paisajes agropecuarios.

Además, otros autores han reportado que estos sistemas alternativos de producción fomentan la presencia de depredadores de plagas, principalmente aves e insectos, haciéndolos menos susceptibles que los sistemas con monocultivo. Además, cuando se presentan los ataques de las plagas en los SSP, se favorece la germinación de las semillas de los árboles para compensar al ecosistema (Botero, 1996).

Efectos positivos sobre el ambiente

El cambio de uso del suelo forestal a pastos disminuye el contenido de carbono en el suelo, debido a aumentos de la temperatura que aceleran la oxidación de compuestos orgánicos. Esta disminución de C produce una pérdida de fertilidad en el suelo, e incrementa la presencia de este compuesto en la atmosfera (Mahecha, 2002).

Se ha observado que los SSP tienen potencialidad como sumideros de carbono, ayudando a mitigar el efecto de las emisiones globales de este gas de efecto invernadero. La reforestación, la agroforestía y la protección de bosques de 300000 a 600000 ha. en los trópicos, podría conservar y almacenar entre $36-71 \times 10^9$ toneladas de C durante más de 50 años (Ibrahim, 2001).

✦ Secuestro de carbono y gases de efecto invernadero

Los sistemas silvopastoriles desempeñan un papel importante en el secuestro de carbono en los suelos y en la biomasa leñosa (Beer et al., 2003).

La cantidad de C fijado en los sistemas silvopastoriles es afectada por el tipo de especies de gramíneas y leñosas, la densidad y la distribución espacial de las especies leñosas, y la tolerancia de las especies herbáceas a la sombra (Nyberg y Hogberg, 1995; Jackson y

Ash, 1998).

Puesto que el metano (CH₄) es un importante gas de efecto invernadero y, teniendo en cuenta que los SSP permiten mejorar la calidad de la dieta y la producción bovina (Mahecha et al., 1999), el uso de estos podría ser una buena alternativa para disminuir las emisiones de este gas por parte de la ganadería bovina.

Cuando los bovinos se alimentan con forraje de baja calidad, se presentan deficiencias en nutrientes esenciales para los organismos presentes en el rumen, disminuyendo su eficiencia en la digestión la producción de metano puede representar entre el 15 y el 18% de la energía digestible, pero si se corrigieran las deficiencias nutricionales se podrían reducir las pérdidas a valores cercanos al 7% (Montenegro y Abarca, 2000).

Protección de cuencas hidrográficas: Calidad y cantidad de agua

Estudios por el proyecto GEF-Silvopastoril en Esparza, Costa Rica, muestran que la escorrentía fue significativamente más alta en las pasturas degradadas (42%), comparado con los bancos forrajeros con leñosas perennes (3%), los bosques secundarios jóvenes (6%) y las pasturas con alta densidad de árboles (12%). Esto significa que los usos de la tierra con alta cobertura arbórea en las condiciones donde se realizó el estudio, son beneficiosos para la captura de agua (Ríos, 2006).

La implementación de los bosques de ribera en las fincas ganaderas y la protección de las fuentes de agua del ganado, mejoran las condiciones bioquímicas de la calidad del agua (Chará, Baird y Tefler, 2004).

6.3.2. Beneficios socioeconómicos

Además de los servicios ambientales que producen, hay estudios que demuestran que los sistemas silvopastoriles proporcionan ciertos beneficios económicos para los productores

TISEY, 2012

como son el aumento en la productividad de la finca y el aporte de productos para el mercado o el autoconsumo (madera, leña, alimento)

Sistema de producción	Materia seca ofrecida (Kg/ha/año)
Solo pasto	4019
Pasto + árboles	4160
Pasto + ganado	4240
Pasto + ganado + árboles	4518

Tabla 15. Disponibilidad de materia seca por el efecto de árboles leguminosos en un sistema de producción.

Fuente: CATIE, 1991.

En la tabla 15 se observa como el sistema de producción con árboles leguminosos asociados, proporciona más cantidad de materia seca que el monocultivo de solo pasto. Así, se confirma la ventaja de un sistema de producción que integra a los árboles sin que esto suponga una disminución de la productividad animal, como es la creencia común (Giraldo, 1996a).

7. Carbón (*Acacia pennatula*)

7.1. Taxonomía

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Genero	<i>Acacia</i>
Especie	<i>Pennatula</i>
Nombres comunes	Carbón, espino blanco, mesquite, tepame

Tabla 16: Taxonomía carbón. Fuente: Elaboración propia

La primera denominación de la especie fue con el nombre *laga pennatula*, en el año 1828, por los botánicos Dr. Cristian Julius Schiede y el Dr. Ferdinand Deppe, que fueron los primeros en colectarla. En 1842, fue rectificada la descripción de la especie y fue transferida por Bentham al género *Acacia*, reportándose desde entonces como *Acacia pennatula* (Schlech & Cham. Benth) (Chazaro, 1977).

Recibe diferentes nombres comunes en los países de Centroamérica como tepame en México o sarespino en Guatemala por ejemplo. Incluso dentro de Nicaragua, se utilizan diferentes nombres como Carbón, Espino blanco o Espino negro para referir-se a la especie. El género *Acacia*, tradicionalmente, también se lo conoce con el nombre de huizache, del náhuatl, huitzli e ixachi, que significan espina y cantidad, respectivamente.

7.2. Distribución en Centroamérica y Nicaragua

Árbol nativo de México, el Salvador, Colombia y Venezuela (Orwa et al., 2009), y que podemos encontrar en la zona Pacífico y central de Centroamérica (fig.12), desde el noroeste de México hasta Colombia y Venezuela. Aun siendo una especie propia del Pacífico de Nicaragua, actualmente tiene una presencia mayor en la zona central del país, destacando en potreros y áreas degradadas en los departamentos de Jinotega, Matagalpa y Estelí (Fig. 12). Su aparición y abundancia en estos departamentos es bastante reciente, de hace solo algunas décadas, y se relaciona a la ganadería y al uso de esta especie como árbol forrajero. Se trata de una especie invasora que ha sido naturalizada en esta zona central del país. Su alta capacidad invasora hace que además de aparecer en la zona central, cada vez tenga más presencia en la zona del Pacífico del país, encontrándola de forma notoria en departamentos como Granada y Managua.

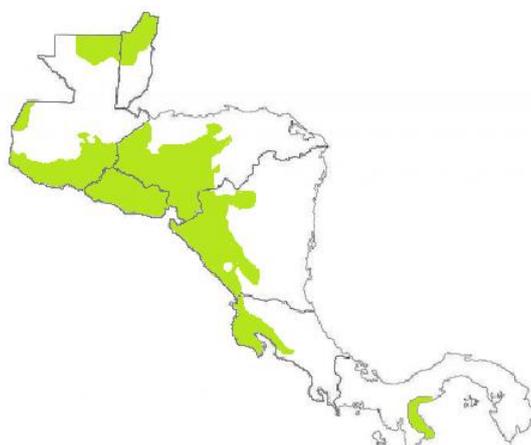


Fig.12. Distribución potencial de la *A. pennatula*. Fuente elaboración propia en base a www.arbolesdecentroamerica.info

Esta especie de árbol crece en ambientes secos y húmedos entre los 100 y los 1500 msnm, a temperaturas entre 17-25°C. Puede desarrollarse en un rango pluviométrico de 800 a 1800 mm anuales (Orwa et al., 2009), y es capaz de soportar un periodo amplio de sequía anual. La encontramos en laderas de montañas, zonas boscosas abiertas, en selvas bajas caducifolias, sabanas, montañas rocosas, pero sobretodo la encontramos en zonas de pastizales. Puede crecer en múltiples suelos arcillosos, pero la principal característica por la que tiene un gran potencial para la reforestación de zonas

degradadas es que puede crecer en suelos superficiales, así como en suelos compactados y pobres. Tiene un óptimo crecimiento en acrisoles (Orwa et al., 2009), suelos de carácter ácido con una baja saturación de bases y con mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en la superficie. Además de en acrisoles, normalmente se encuentra en regosoles, suelos desarrollados sobre materiales no consolidados y que presentan poca evolución, y en andosoles, suelos jóvenes de origen volcánico susceptibles a erosión.

7.3. Características biológicas de la especie

El carbón es un árbol de vida corta, entre 25 y 30 años, que alcanza alturas entre los 8 y los 12 metros y puede crecer como individuos de un solo pie o de varios ejes. Este tipo de crecimiento con ejes múltiples es común en especies de sabanas arboladas en zonas áridas y semiáridas (Auld, 1993; Cox et al., 1993; Woodell, 1990), aunque puede ser debido, en muchos casos, a perturbaciones de los individuos en estadios previos como la tala o el ramoneo por parte del ganado.

En edades tempranas entre 5 y 8 años, el tronco normalmente tiene un diámetro basal entre 10 y 20 cm. Cuando llega a edades más maduras, alrededor de los 15 años, el tronco tiene un diámetro basal de entre 30 y 40 cm, pudiendo llegar a ser de algo más de 60 cm en su edad adulta. Este crecimiento tiene dependencia de las condiciones en que se desarrolla, principalmente, de la densidad de individuos. Es un árbol de crecimiento rápido, por lo general entre 1 y 2'5 metros anuales, aunque la velocidad de crecimiento de la especie va ligada a la cantidad de precipitación, siendo más lenta si la precipitación es baja.

El tallo es liso, de color marrón rojizo, con espinas un poco cónicas, fuertes, delgadas y pequeñas, de entre 1 y 1,5 cm de longitud en individuos adultos. En individuos más jóvenes y en rebrotes, las espinas son más largas y débiles, por lo que las espinas, que también se encuentran en las ramas, se hacen más pequeñas y duras con el tiempo.

Presenta una gran ramificación desde la base y forma una copa aplanada que se extiende ampliamente en forma de sombrilla, con una gran densidad de ramas y hojas en la parte

superior. Las hojas no las encontramos todos los meses del año, ya que se trata de un árbol decíduo. Esta gran densidad de ramas y hojas en la copa hace que se entrelacen las copas de diferentes individuos haciendo complicado distinguir que rama es de cada uno y dificulta de forma notoria el paso de la luz solar al suelo. De sus ramas salen estípulas de hasta 3 cm de largo (Fig. 13), y peciolos de 0'5 a 2'5 cm de largo con hojas compuestas bipinnadas, de 12 a 40 pares de pinnas (Fig. 13), y con una glándula entre los pares de pinnas terminales. Cada pinna la forman entre 30 y 50 pares de folíolos (Fig.13). Estos folíolos son de 2 a 3 mm de largo y de 0'5 a 1'5 mm de ancho, con forma de lineares a angostamente oblongos, presentando un ápice agudo, márgenes ciliados y pedúnculos de 0'7 a 3 cm de largo (Andrade et al., 2007).

Es una especie caducifolia que pierde sus hojas a finales del mes de Enero, a mediados de la época seca, en Nicaragua, y empiezan a brotar las primeras durante el mes de Junio, segundo mes de la época de lluvias. Esta pérdida de hojas durante la época seca, donde hay un déficit hídrico severo, tiene grandes beneficios para la especie ya que reduce de forma drástica la evapotranspiración. La radiación absorbida es muy baja y se ve afectado el proceso de la fotosíntesis, por lo que la planta ha de vivir de reservas energéticas. Esta reducción de recursos energéticos del árbol durante la época seca comporta, que al igual que otras especies deciduas, invierta un mayor porcentaje de su energía a actividades reproductivas como producir flores y frutos.

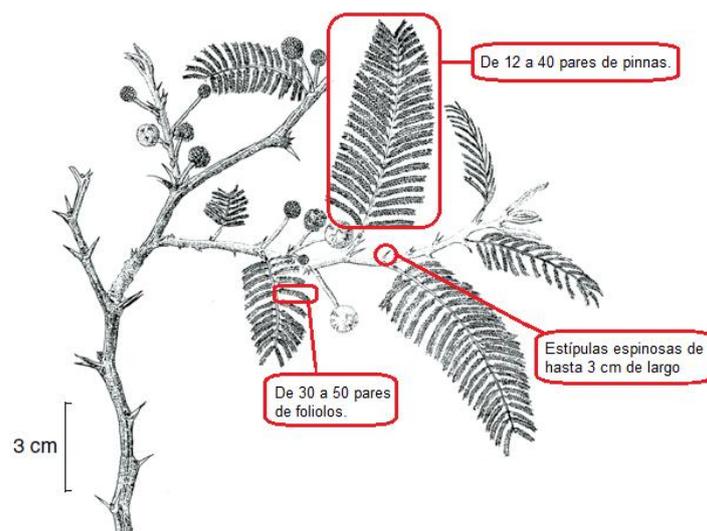


Fig.13. Hojas bipinnadas de la *A. pennatula*. Fuente: Elaboración propia modificando figura en Fascículo 150, Flora del Bajío y de regiones adyacentes.

Por eso, la época de floración de la *Acacia pennatula*, en Nicaragua, va bastante ligada al ciclo estacional del país, ya que empieza a florecer cuando está terminando la época seca, entre los meses de Marzo y Abril, y las flores duran hasta el mes de Julio a mediados de la época de lluvias. En 2012, en el departamento de Estelí, se empiezan a registrar algunos individuos de carbón con flor desde finales de Enero y principios de Febrero (Com. Verb. Josué Urrutia).

Las flores son sésiles con un pedúnculo amarillento aterciopelado que se agrupan en cabezas globosas de color amarillo. Presentan un cáliz campanulado de 0'8 a 1'75 mm de largo densamente pubescente hacia el ápice, una corola tubular, de 1'6 a 2'5 mm de largo, también pubescente hacia el ápice, y una glándula sésil persistente en las anteras (Andrade et al., 2007)).

La parte más estudiada de la *Acacia pennatula* es el fruto, por su poder nutritivo y su uso en el ámbito de la ganadería como alimento para ganado vacuno, ovino y caprino. El carbón produce a partir del cuarto año de edad (Chazaro, 1977), vainas oblongas de entre 5 y 13 cm de longitud, de 1'2 a 2'5 cm de ancho y de 6 a 10 mm de grosor. Son vainas indehiscentes duras, leñosas y de un color oscuro entre marrón y púrpura. Presentan un ápice agudo, la base redondeada o aguda, y la mayoría de las veces son sésiles, aunque en ocasiones con un estípote de hasta 0'5 cm de largo. Las semillas tienen una envoltura carnosa de los frutos, son elípticas, de 7 a 10 mm de largo, de 4'5 a 5 mm de ancho y de 3 a 5 mm de grosor (Andrade et al., 2007).

La época de fructificación de la *Acacia pennatula*, también ligada a la época seca como la floración, empieza en el mes de Noviembre al terminar la época de lluvias, pero la vaina no madura hasta los meses de Enero y Febrero y hasta finales del mes de Abril en que está finalizando la época seca. Las vainas de esta especie de árbol forrajero tienen la ventaja que maduran un poco antes que la mayoría de árboles de este tipo, y sirve como alimento para el ganado en la época del año con menos pasto. Las vainas empiezan a caer del árbol entre los meses de Febrero y Marzo. Popularmente se dice que la producción de vainas es variable para cada año, alternándose años buenos con años pobres. La producción de vainas, pero, está muy relacionada a las condiciones ambientales, así como al tipo de suelos, y al tamaño del árbol, siendo mayor en individuos

de mayor tamaño con una gran extensión de la copa. Un estudio realizado en Moropotente, refleja que en un recorrido que se hizo en la zona de Mesas sólo habían fructificado los carbonales con un D30 (diámetro a los 30 cm) superior a los 14 cm (Nieto, 2000).

La siguiente figura (Fig. 14) representa la fenología de la especie *A. pennatula* distribuida en los diferentes meses del año. En la primera fila, el color azul representa la época lluviosa en el departamento de Estelí, Nicaragua, mientras que el color rosa que lo envuelve representa la época seca. La segunda fila es una abreviación de los meses del año. En la tercera fila encontramos descritos los meses de floración, fructificación y los meses que tiene hoja. Fm representa los meses en que dispone de fruto maduro, F, los meses en que tiene flor, Fv, los meses que tiene fruto verde y el color verde representa los meses en que el árbol dispone de hojas.

En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Fm	Fm	Fm, F	Fm, F	F	F	F				Fv	Fv

Fig.14. Fenología de la *A. pennatula*. Fuente: Elaboración propia.

7.4. Banco de semillas

Los árboles de carbón son muy abundantes en el departamento de Estelí, sobre todo en los sitios degradados y en los potreros debido a que hay establecido un gran banco de semillas. Este banco de semillas en la zona está íntimamente relacionado al potencial invasor del carbón como árbol forrajero unido al ganado. Esta relación entre *Acacia pennatula* y ganado explica su presencia en las zonas de pasto, ya que las semillas digeridas pueden germinar en los suelos degradados. Así, una de las principales causas del origen del banco de semillas en los potreros de la zona central de Nicaragua empezó por la suplementación del ganado, por parte de los ganaderos locales, con vainas de carbón exportadas de otras zonas. Empezaron a crecer diferentes individuos en estas zonas y los productores locales los dejaron ya que los individuos de carbón con más de

cuatro años proporcionan sombra al ganado y producen más vainas que son consumidas por estos. De esta forma fue aumentando el banco de semillas de *Acacia pennatula* en la zona, y cuando se abandona un pasto o potrero surgen muchos individuos de esta especie, formando bosques secundarios monoespecíficos.

Una de las características de la vaina del carbón, cómo la mayoría de forrajeras, es que fructifica durante la época seca, pero la principal particularidad por la que es apreciada es que madura antes que la mayoría de estas. Madura en el mes de Enero y empieza a caer al suelo a finales de Febrero, aunque hay mayor número de vainas en el suelo a mediados de los meses de Marzo y Abril, cuando hay mayor escasez de pasto, siendo una fuente de alimento importante para el ganado. Un estudio de Cassasola en el año 2000, obtuvo una producción promedio (n=29 individuos) de 22'4 kg de vainas por árbol al año, con variaciones entre 4'5 y 57,4 kg por árbol anual.

El ganado consume las vainas que caen al suelo y las semillas que hay en el interior son dispersadas vía endozoica. La vaina es escarificada por los elementos enzimáticos del rumen (Gutiérrez y Armesto, 1981), se produce una abrasión del tegumento de la semilla que permite que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua. Las vainas son consumidas directamente del suelo a razón de 1 kg por animal al día (Purata et al., 1999) y dispersa semillas durante los meses de marzo, abril y mediados de mayo. Las semillas son retenidas 2-3 días en el tracto digestivo del animal, incluso 4, y son depositadas o defecadas a razón de 50-100 semillas por excremento durante el pico de fructificación y máxima oferta de vainas (Chazaro, 1977; Purata et al., 1999). Estas semillas son dispersadas más lejos a finales de la época seca ya que el ganado tiene que hacer más recorridos en busca de alimento, agua y sombra. Esta deposición lejos del árbol tiene beneficios para la dispersión y para la supervivencia de las semillas, ya que debajo de las copas de árboles semilleros hay altas poblaciones de brúquidos que depredan las semillas de muchas acacias (Southgate, 1979); aunque se desconoce la depredación exacta para esta acacia en concreto. Los roedores son importantes predadores de las semillas de otras acacias dispersadas en excrementos (Cox et al., 1993).

Con las condiciones de humedad y el sustrato de cada excremento, se favorece la germinación de varias plántulas de carbón que nacen a los pocos días de su deposición

(Purata et al., 1999), como ocurre en muchas otras especies con mecanismos de dispersión parecidos. En la época de lluvias, la raíz principal tiene un rápido crecimiento que hace que al final de la época de lluvias no dependa de los nutrientes de los suelos más superficiales, ya que plántulas de 30 cm pueden tener raíces más largas que su altura, haciendo que puedan sobrevivir a los 5-6 meses de época seca. No se sabe qué porcentaje de semillas por excremento producen plántulas y de estas cuantas llegan a convertirse en un árbol joven, de más de 0'5 cm DAP y más de 30 cm de altura, después de 1 año, para que con los años lleguen a árboles de un solo pie o de ejes múltiples. Las plántulas de carbón sufren poco ramoneo por parte del ganado (Greenberg et al., 1997), seguramente por las numerosas espinas largas que tienen en etapas más juveniles, aún así, el poco ramoneo y sobretodo el pisoteo por parte del ganado retardan el crecimiento de árboles jóvenes.

Si no se maneja o si se abandona uno de estos pastizales crecen muchos individuos de carbón, al mismo tiempo, originando formaciones boscosas monoespecíficas con gran densidad de individuos de *Acacia pennatula*. Al final del segundo ciclo lluvioso los carbonales medirán en torno al metro de altura y los 10 mm de diámetro basal (Eduardo Somarriba, 2001), unos tres metros a los tres años de edad, y unos 7 metros entre los 7 y los 10 años de edad (Comunicación verbal con población local).

7.5. Usos

Acacia pennatula es una especie que preocupa a algunos productores y propietarios de fincas por su potencial colonizador y por el banco de semillas que genera cuando se desarrolla con ganado; pero a su vez es una especie apreciada por otros productores por los múltiples usos y los beneficios que puede llegar a obtener, tanto del árbol vivo como de algunas de sus partes, el tronco y las vainas.

Principales usos socioeconómicos directos:

- ✦ Leña: Probablemente su uso más importante en Nicaragua y en Centroamérica. En estos países, tradicionalmente, la leña es el combustible más utilizado por la mayoría de la población, sobre todo a nivel doméstico para la cocción de los alimentos. La leña de este árbol tiene un gran poder calorífico (17,89 MJ/Kg) (dato obtenido de la Tesis de Ricardo Vásquez Perales, 2010), además de otras facultades que la hacen óptima para su combustión, cómo que arde lentamente, genera poco humo, produce unas buenas brasas, y se seca en una o dos semanas.

- ✦ Vainas: Fuente de forraje. La vaina se usa para alimentar el ganado vacuno, ya sea como componente principal y/o como suplemento durante la época seca. Además de para el ganado vacuno, también se puede usar para preparar harinas como suplemento alimenticio de cerdos, aves de corral y equinos.

- ✦ Postes: Cercas muertas. Los troncos de entre 1 y 1'5 metros de alto y de diámetro dispar, pero no inferior a 15 cm de diámetro, se atan con alambre espinado a una separación de metro y medio para separar fincas y para evitar que el ganado se escape o entre en ellas.

Es muy difícil contabilizar o llevar un registro de la cantidad de carbón que se usa para estos fines, ya que la venta de estos productos, muchas veces o casi siempre, se realiza de manera informal con el permiso verbal de los propietarios de entrar a la finca a talar árboles. Además, la mayoría de los propietarios de fincas grandes, con muchos árboles, no tienen registro de estos. También hay que mencionar, que durante el trabajo de campo realizado en este estudio se ha observado que hay muchas personas que acceden de forma ilegal a las fincas y talan árboles para su uso personal o para la venta.

Principales usos socioeconómicos indirectos:

- ✦ Uso silvopastoril: Se podría considerar el principal uso cómo árbol que le dan los productores. Repercute en una mejora en la producción de productos. Estudios

reflejan que el uso de sistemas silvopastoriles repercuten en una mejoría en la calidad y cantidad de los productos. Un ejemplo es el aumento de la producción de leche en fincas con pasturas mejoradas con bancos forrajeros entre los años 2003 y 2007; mientras que en pastos con árboles naturales sin árboles la producción de leche disminuyó para estos años (Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas, 2007, Omar Dávila Tercero).

Este uso es principalmente por la sombra que proporcionan al ganado y por las vainas.

- ✦ Sombra para el ganado: Gracias a la forma de la copa, de sombrilla, y a la densidad de ramas y hojas, los animales pueden refugiarse del calor que hay en estas latitudes.
- ✦ Aprovechamiento de las vainas: Es un árbol forrajero y el ganado dispone de sus vainas para la alimentación en la época seca.

Usos ecológicos:

- ✦ Mejora de la calidad del suelo: El carbón es una leguminosa y, mediante su sistema radical, mejora la fijación de nitrógeno en el suelo. Un estudio de Purata et al., en 1999, registró que los suelos cubiertos de carbón tenían aproximadamente el doble de nitrógeno que suelos de pastos. Además su sistema radicular superficial, reduce la compactación del suelo.
- ✦ Fijación de carbono: En los árboles es mayor el intercambio de carbono con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración, que por parte de las plantas del pasto, almacenándose mayor cantidad en la biomasa y en el suelo.
- ✦ Soporte y alimento para insectos: De todos los insectos con los que establece una asociación el carbón, mayoritariamente la hace con hormigas (mirmecofitismo), donde el carbón proporciona alimento por medio de sus glándulas nectáreas extraflorales al pie de cada hoja, además de refugio para las colonias. En esta relación mutualista, el carbón recibe el beneficio de la protección que las hormigas le proporcionan contra herbívoros, plantas epifitas y hongos.

- ⤴ Soporte y alimento para la avifauna y murciélagos: La vaina del carbón es consumida por diferentes aves frugívoras y por los murciélagos. Además, los árboles de carbón hospedan una gran variedad de insectos que sirven de alimento a diversa avifauna (Greenberg et al., 1997). En Ocosingo, Chiapas, México, se localizan formaciones puras de *Acacia pennatula* donde se presentan en mayor densidad aves migratorias (Greenberg et al., 1997). Por el contrario, en un estudio realizado en la zona de las Mesas, Estelí, Nicaragua, se encontraron grandes cantidades de insectos por árbol, pero sin la presencia de aves migratorias.
- ⤴ Controlar la erosión: Sus raíces extendidas y superficiales permiten que en algunos lugares se use para retener suelos con fuerte pendiente y suelos someros.
- ⤴ Reforestar áreas degradadas: Su gran potencial como colonizadora, y la capacidad que tiene para crecer en suelos superficiales, la hace idónea para reforestar zonas degradadas con suelos pobres en nutrientes o compactados.
- ⤴ Fincas energéticas: Bancos energéticos. Bosques de *Acacia pennatula* gestionados y explotados con el único fin de obtener la biomasa, principalmente se usa para combustible.

Hay otros usos menores en la actualidad, pero que fueron importantes en un pasado:

- ⤴ Medicinales: Como remedio para indigestiones.
- ⤴ Taninos o colorante: Pueden ser extraído de la corteza y de las vainas y sirven para curtir y teñir el cuero.
- ⤴ Construcción, muebles y herramientas: Se ha usado en construcciones rurales, aunque no sirve como vigas.

8. Metodología

8.1. Zona de estudio

El estudio se realiza en el departamento de Estelí, situado en el norte de Nicaragua. En concreto, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Natural del Tisey-La Estanzuela, en la denominada sub-zona agrosilvopastoril. En esta sub-zona (número 14 en el anexo 1) predomina un paisaje fragmentado por la actividad agrícola y la ganadera, formado por parches de carbonales. Se estudian un total de 12 parcelas, en 4 carbonales situados en dos zonas de estudio separadas por una distancia de 6 km. Tres parches están en la zona de El Limón (Coordenadas UTM X: 0568786 Y: 1444044) y 1 en la zona de El Quebracho (Coordenadas UTM X: 0571566 Y: 1442641).

Según el Plan de Manejo del Tisey-la Estanzuela, hecho por el MARENA en 2003, las características bióticas y abióticas de la zona de estudio son las siguientes:

La elevación respecto al nivel del mar varía 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: variaciones de poca y moderada profundidad; texturas que varían de franco arenosa, franco arcillo arenosa, franco arcillosa, arcillosa y arcillosa muy fina; bien drenados; y de fertilidad baja a moderada.

8.2. Preguntas de estudio

- ⤴ Hay diferencias en la densidad de individuos de *A. pennatula* en función de la edad de la comunidad.

- ✦ Existe relación entre la densidad de individuos de *A. pennatula* y la Área basal de estos.
- ✦ Hay diferencias en el estrato arbóreo en cuanto a estructura, composición y diversidad de la comunidad en función de la edad.
- ✦ La riqueza de especies aumenta en la comunidad con la edad.
- ✦ Existe relación entre la densidad de plántulas y la densidad de arboles.
- ✦ Hay diferencias en la riqueza y diversidad de plántulas en función de la edad.

8.3. Fases del estudio

Para llevar a cabo el estudio se siguieron las siguientes fases:

8.3.1. Identificación y caracterización

Identificación y caracterización de los principales factores que determinan la composición y estructura de los carbonales. Recerca bibliográfica de información sobre:

- ✦ Vegetación primaria y potencial de la zona: el Bosque Tropical Seco
- ✦ Características de la perturbación que origina la aparición del bosque secundario: Los Sistemas Silvopastoriles
- ✦ Características biológicas de la especie *Acacia pennatula*

8.3.2. Selección de fincas para el estudio

Para seleccionar las fincas que cumplieran con los requerimientos del estudio, se establecieron los siguientes criterios de selección:

- ✦ Localizados en la sub-zona agrosilvopastoril de la zona de amortiguamiento.
- ✦ Ubicadas en fincas que hubieran mantenido un manejo agrosilvopastoril.
- ✦ Utilización de *Acacia pennatula* como árbol forrajero.
- ✦ Área mínima del parche de bosque de 2 ha.
- ✦ No existe, desde el abandono, explotación ganadera o extracción de madera de manera constante por parte del propietario.
- ✦ Tiempo transcurrido desde el abandono entre 5 y 10 años o entre 15 y 20 años.

Estos criterios de selección fueron determinados con el objetivo de localizar áreas de estudio con la mayor similitud posible a la finca de El Limón. De este modo podemos considerar que la variable que condiciona la estructura y composición de las comunidades es la edad.

Se identificaron con asesoramiento del personal del Centro Experimental de “El Limón”, las fincas susceptibles de cumplir con los anteriores requisitos. Mediante una entrevista con los propietarios de las fincas se verificaron las características de cada una de ellas. Se descartaron varias zonas de estudio debido a la imposibilidad de localizar al propietario, al desconocimiento de este sobre el manejo actual y pasado de la finca, o al tamaño reducido de esta. Utilizando un GPS se procedió a delimitar el perímetro de las fincas de El Limón y de El Quebracho, y de los parches de carbonal que se iban a estudiar. La finca del Centro Experimental “El Limón” y el área de carbonal ya se encontraban delimitadas en una base de datos SIG.

En cada una de las zonas de estudio se ubicaron, mediante muestreo aleatorio simple, 3 parcelas para obtener resultados representativos de la composición de la comunidad de cada finca, y se anoto el punto central de cada una de ellas utilizando el GPS. Las coordenadas UTM se muestran en el cuadro.

Edad (años)	Finca	Superficie (m²)	Parcelas	UTM X	UTM Y	Error (m)
5-10	CIEA El Limón	69.020	1	0568745	1444028	4
			2	0568786	1444044	6
			3	0568921	1443975	7
	El Limón	28.465	1	0569283	1444185	3
			2	0569289	1444219	3
			3	0569296	1444119	4
15-20	El Limón	50.539	1	0569559	1444025	3
			2	0569551	1444091	4
			3	0569600	1444232	3
	El Quebracho	25.782	1	0571503	1442643	3
			2	0571566	1442641	7
			3	0571581	1442739	6

Tabla 17. Coordenadas UTM de las parcelas de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizaron los mapas mediante la digitalización de las coordenadas UTM con el programa de sistema de información geográfica ArcGis 9.1. Se muestran los mapas (Fig. 15, 16, 17), junto con la ubicación de las parcelas de estudio.

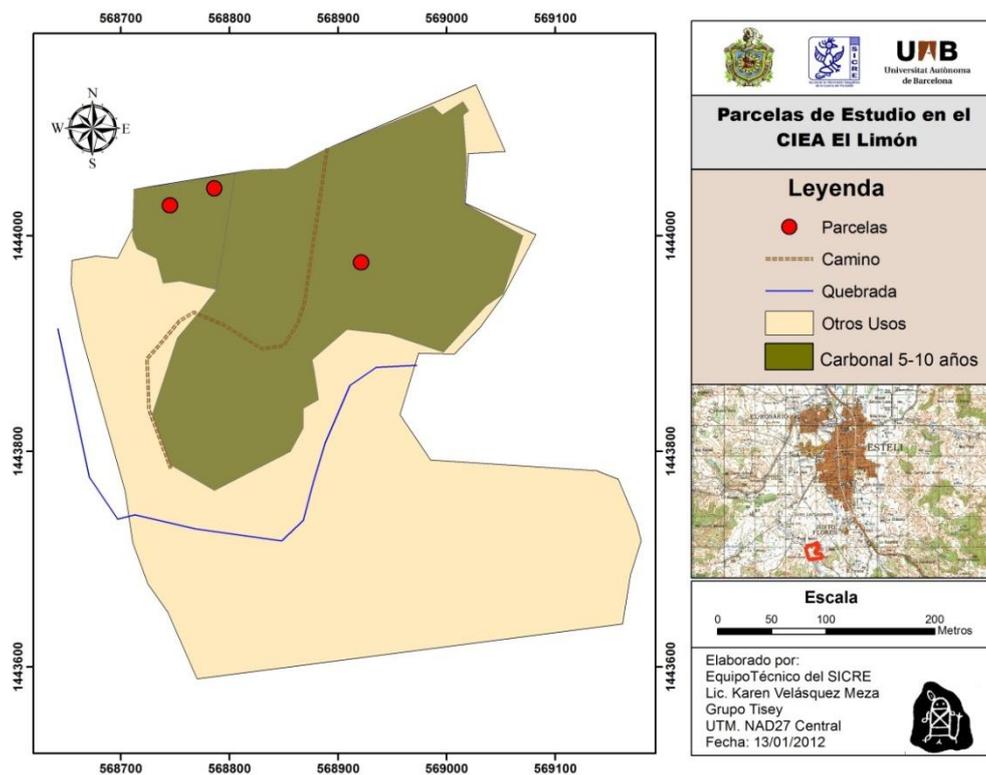


Fig. 15. Mapa de la finca del CEIA "El Limón". Fuente: Elaboración propia.

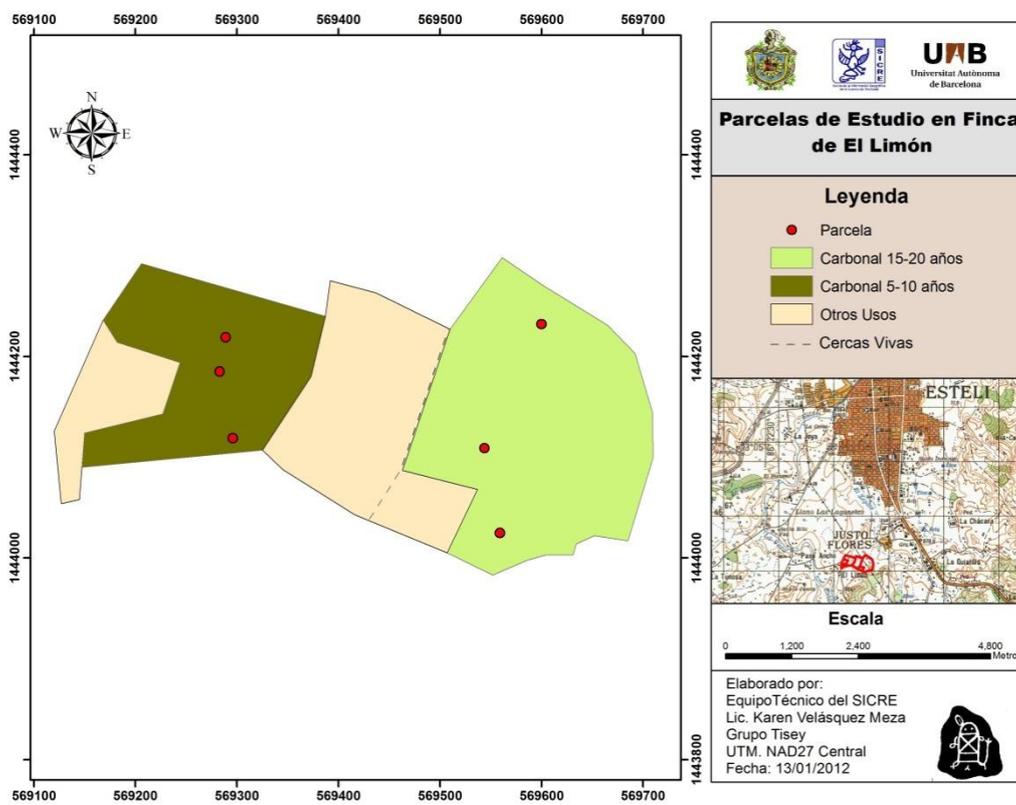


Fig. 16. Mapa de la finca de Don Rodolfo (Limón). Fuente: Elaboración propia.

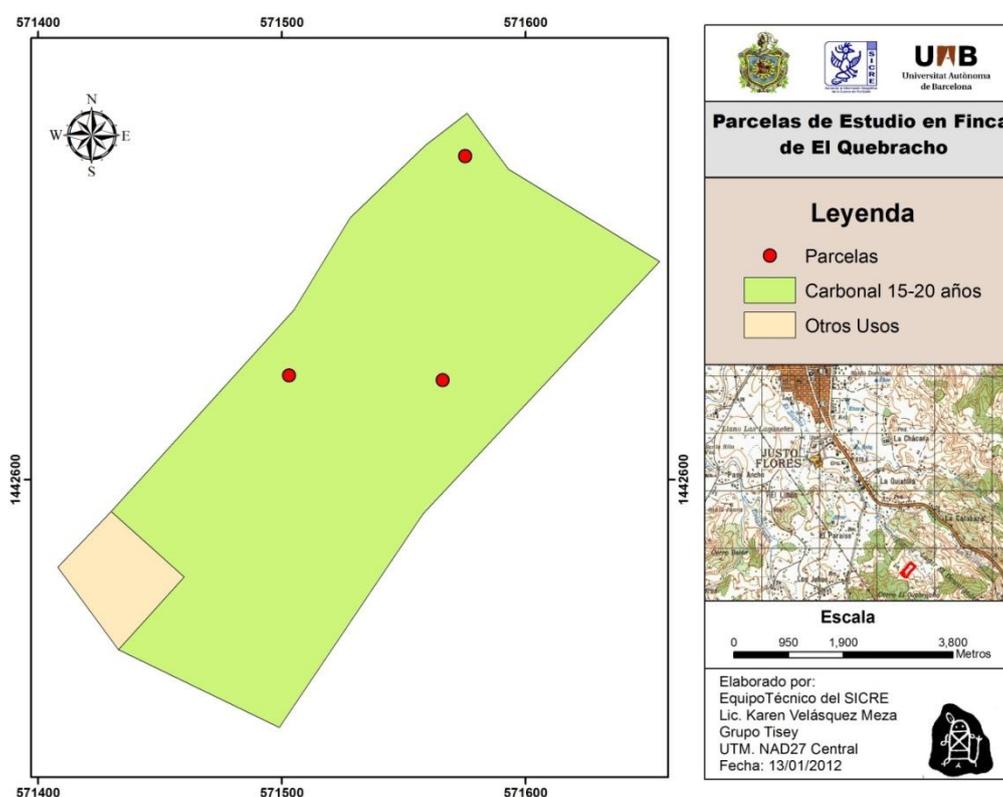


Fig. 17. Mapa de la finca de El Quebracho. Fuente: Elaboración propia.

8.3.3. Obtención de datos

Para la obtención de datos se delimitaron 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. Para la delimitación se usaron 2 cintas métricas de 50 m, colocadas perpendicularmente entre sí de manera que la parcela quedo dividida en 4 cuadrantes.

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 con ayuda de una guía de vegetación. Previamente se habían realizado unas capacitaciones con dos expertos en vegetación de la zona, Josué Urrutia y Rafael Lanuza, con el fin de conocer y poder identificar la vegetación arbórea. Se estimo,

TISEY, 2012

utilizando un clinómetro, la altura de todos los árboles con DBH igual o superior a 10 cm. Los datos se registraron en una ficha de campo como la que se adjunta en el anexo 3.

En cada cuadrante de la parcela se estableció, mediante un muestreo aleatorio simple, un área de 4x4 metros de costado, 16m² de superficie, utilizando para ello 4 cintas métricas. Se identificaron todas las plántulas de altura comprendida entre los 50 cm y 70 cm, y se anotó la especie en la ficha de campo. En el caso de no ser posible la identificación *in situ*, se tomaban muestras y fotografías y se consultaba con el experto Josué Urrutia. La plantilla utilizada para el registro se adjunta en el anexo 4.

8.3.4. Análisis de Datos

Los datos de altura de los individuos obtenidos durante el trabajo de campo, no se analizaron. Su medición no se pudo llevar a cabo de manera precisa, debido a la poca precisión del instrumental y a dificultades técnicas como la difícil apreciación en muchos casos del límite superior de la copa del árbol.

El análisis de datos consta de tres partes. En primer lugar para el análisis de los individuos de *A. pennatula*, 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. 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.

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 realizó 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. Se obtuvo un gráfico que muestra la relación logarítmica entre las variables, la ecuación de la recta (función) y el coeficiente de correlación de Pearson (R^2).

En segundo lugar se procedió a presentar de forma descriptiva las características de composición y estructura de la vegetación. Se analizo en base a la densidad de individuos y el área basal de cada especie. Se obtuvo el área basal, mediante la fórmula: Área basal= dbh² *0,7854

Las formulas utilizadas para el cálculo de los parámetros se presentan a continuación y se realizaron de acuerdo con la metodología propuesta por Brower et al. (1997)

Índice	Formula
Densidad absoluta	$D_i = n_i/A$
Densidad relativa	$RD_i = n_i/\sum n$
Frecuencia absoluta	$f_i = j/k$
Frecuencia relativa	$Rf_i = f_i/\sum f$
Dominancia absoluta	$C_i = a_i/A$
Dominancia relativa	$RC_i = C_i/\sum C$
Valor de importancia	$IVI_i = RD_i + RF_i + RC_i$

Tabla 18. Tabla resumen de parámetros. Fuente: Elaboración propia.

Cada parámetro se obtuvo de manera independiente para cada conjunto de datos, Carbonal 5-10 años y Carbonal 15-20 años, con el objetivo de validar cuantitativamente si existen diferencias significativas en cuanto a la estructura y composición de las dos comunidades.

La Densidad de una especie i (D_i) se define como el número de individuos de esta especie (n_i) que están presentes en el área muestreada (A).

La Densidad relativa (RD_i) es el número de individuos de una especie (n_i) en relación al número de individuos de todas las especies ($\sum n$).

La Frecuencia absoluta (F) se expresa como la probabilidad de encontrar cierta especie en una unidad de muestra. Se calculo dividiendo el numero de parcelas donde aparece cada especie entre el número total de parcelas muestreadas.

La Frecuencia relativa (Rf_i) es la frecuencia con la que aparece cierta especie (f_i), entre la

proporción de la suma de las frecuencias de todas las especies ($\sum f$).

La Dominancia absoluta (C_i) es la proporción de suelo ocupado por cierta especie en relación al área total de muestreo. Este parámetro fue calculado en relación a la cobertura del tronco, utilizando la medida del área basal (a_i) de cada especie.

La Dominancia relativa (RC_i) es la dominancia de cada especie, dividida entre la suma de dominancias de todas las especies.

El valor de importancia de cada especie (IVI_i) se obtiene de la suma de las tres medidas relativas anteriores.

También se obtuvieron, para cada estadio, las medidas de diversidad que proporciona el Applet 9.2 de Ecología con números. Este software mediante los datos de abundancia, calcula la diversidad y la equitatividad de Shannon. A la vez utilizando el método de la rarefacción proporciona el valor de la riqueza promedio (S) y un intervalo de confianza para esta media. Se estableció un intervalo de confianza del 95%. Se realizó este cálculo para el estrato arbóreo y para las plántulas. Se utilizó $n=100$ para el estrato arbóreo y $n=50$ (numero de extracciones sin reposición) para las plántulas ya que el tamaño de la muestra es reducido.

El Índice de diversidad de Shannon (H') se define como densidad relativa de la especie i (p_i), por el logaritmo de p_i . Toma valores entre $H=0$ y $H= \log_2(S)$.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

La equitatividad es el cociente entre la diversidad y la diversidad máxima alcanzable con las (S) especies, es máxima (igual a 1) cuando las especies son equifrecuentes. Permite comparar comunidades con diferente riqueza de especies.

$$J = H' / H_{\max}$$

Por último se realizó un análisis de regresión lineal para las variables densidad de arboles por parcela y densidad de plántulas por parcela. Con el fin de validar si existía una correlación entre estas variables, se obtuvo el gráfico de regresión donde se presenta la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación de Pearson (R^2).

9. Resultados y Diagnóstico

9.1. Análisis específico de la especie *Acacia pennatula*

La tabla 19 muestra los estadísticos descriptivos básicos para la variable densidad de individuos en función de la edad (1 = Carbonal 5-10, 2 = Carbonal 15-20).

Estadísticos de grupo					
	Edad	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Densidad	1	6	1146,4967	452,18288	184,60289
	2	6	371,5500	140,51344	57,36437

Tabla. 19. Parámetros estadísticos de la densidad de *A. pennatula*. Fuente elaboración propia.

El gráfico de cajas (Figura 18) muestra la variable densidad de individuos de *A. pennatula* para cada grupo. La variación de la densidad es mucho mayor en el Carbonal 5-10. Se observa como las medias para cada grupo son diferentes y no hay solapamiento entre los conjuntos si consideramos las desviaciones. Así, de manera intuitiva se puede pensar que las medias de los dos conjuntos son diferentes entre sí.

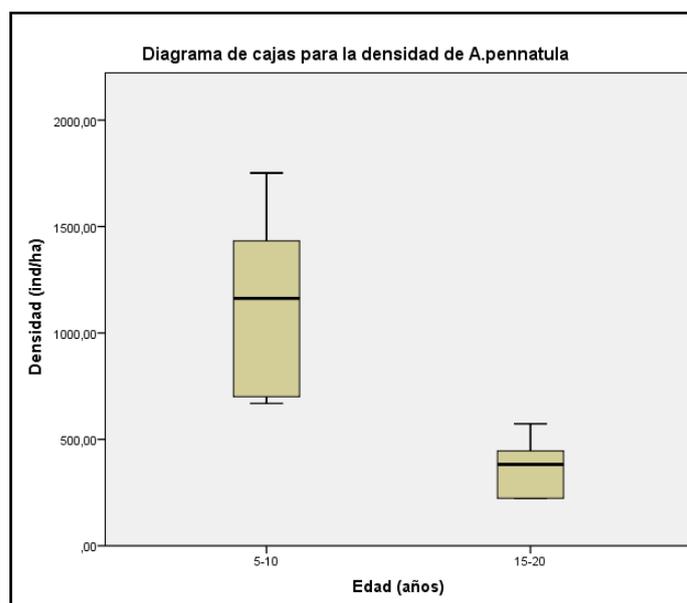


Fig. 18. Diagrama de cajas para la densidad de *A.pennatula*. Fuente:Elaboración propia mediante SPSS.

En el test de comparación de medias (Prueba T para la igualdad de medias), 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%. De este modo podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que la diferencia entre edades es estadísticamente significativa y por tanto las muestras son independientes, no forman parte de un misma población, muestra.

A nivel ecológico estos datos corroboran que la densidad de *A. pennatula* tiende a reducirse con la edad de manera natural, y es una característica de la comunidad válida para determinar a qué rango de edad pertenece.

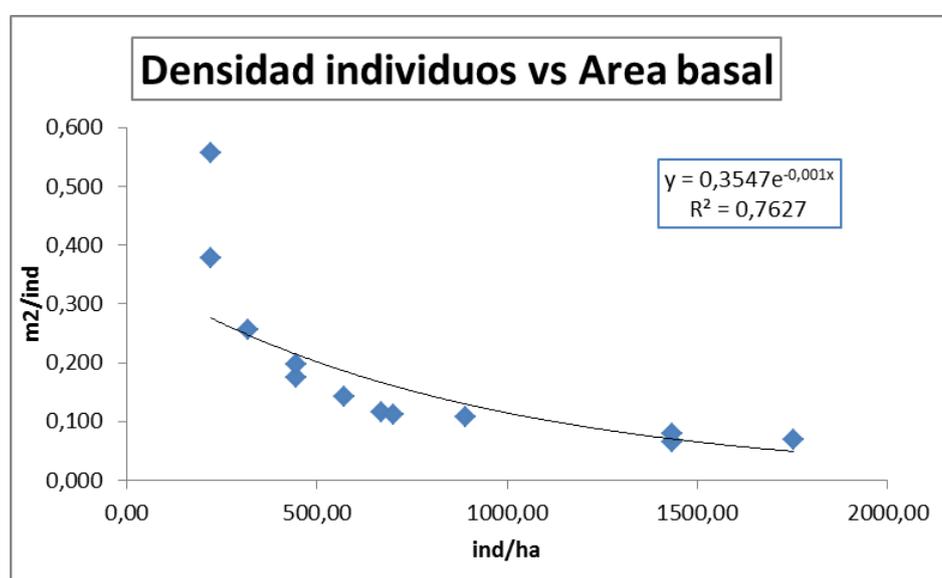


Fig. 19. Análisis de correlación para las variables área basal y densidad de individuos. Fuente elaboración propia.

En el gráfico (Fig. 19) podemos ver como 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 gráfico y presenta un coeficiente de correlación ($R^2 = 0,7627$), es decir que la variación de la variable dependiente (Área basal) queda explicada en un 76% por la variación de la variable independiente (Densidad individuos). 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. La relación es

exponencial, es decir que el efecto de la variación de la variable independiente sobre la variable dependiente no es lineal, constante.

Observando el gráfico (Fig. 19) se puede ver como la disminución de individuos no tiene un efecto importante en la variable área basal para valores comprendidos entre 2000 ind/ha y 750 ind/ha aproximadamente. A partir de este punto la disminución de la densidad de individuos comporta un aumento importante del área basal ocupada por cada individuo. Así pues se puede pensar que para densidades superiores a 750 ind/ha la competencia interespecifica entre los individuos de esta especie dificulta el desarrollo de estos.

Teniendo en cuenta que la cantidad de biomasa (leña) para cada árbol es función directa del Área basal y de la altura de los individuos. Los datos obtenidos pueden ayudar a determinar que la densidad de la especie maximiza la cantidad de leña extraíble, mediante el aumento de superficie de los individuos. Esto puede ser de utilidad para diseñar programas de aprovechamiento forestal de estos sistemas forestales.

9.2. Análisis de la composición y estructura arbórea de las comunidades

En el muestreo de arboles se han obtenido datos de 409 individuos pertenecientes a 16 especies diferentes. En el Carbonal 5-10 se contabilizan 257 individuos de 10 especies, en el Carbonal 15-20 se registran 152 individuos de 13 especies diferentes. Hay siete especies que son comunes en ambas comunidades: *A. pennatula*, guácimo, guanacaste, jiñocuabo, cornizuelo, espino negro y miligüiste.

Tabla 20: Índices ecológicos del estrato arbóreo en los dos estadios del carbonal. Fuente elaboración propia

9.2.1. Descriptores básicos de la comunidad

Índices Ecológicos estrato arbóreo				
	Riqueza Especies (S promedio)	Intervalo confianza (S) (95%)	Índice Shannon (H)	Equitatividad (J)
Carbonal 5-10 años	6,735	5 – 9	1,009	0,304
Carbonal 15-20 años	11,588	9 - 13	2,580	0,697

Tabla 20. Índices ecológicos del estrato arbóreo en los dos estadios del carbonal. Fuente elaboración propia

En la tabla 20 se muestran los índices ecológicos, Riqueza especies (S) Índice de diversidad de Shannon (H) y Equitatividad (J), para cada conjunto. También se muestra el intervalo de confianza para la riqueza de especies. 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 15-20 años la distribución de los individuos entre especies es más equilibrada, equifrecuente. Estos parámetros nos indican que en el primer estadio de la comunidad (Carbonal 5-10), existe una o más especies dominantes, a las cuales pertenecen la mayoría de individuos, mientras que en el segundo estadio las abundancias de las especies son más parejas entre sí.

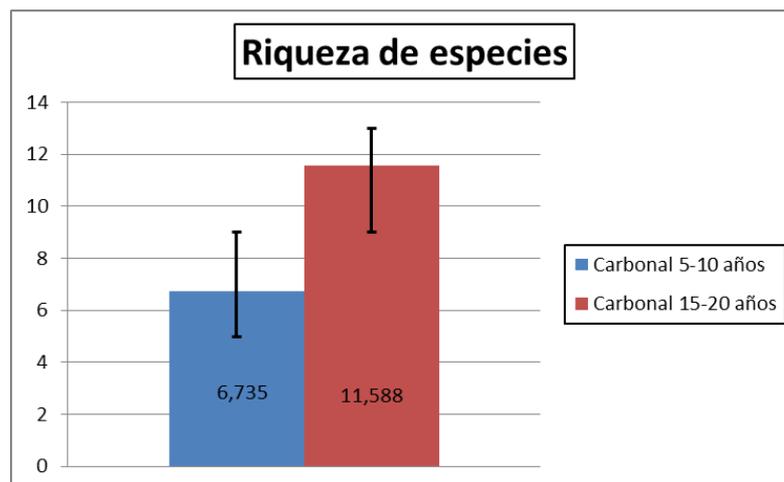


Fig. 20. Riqueza de especies arboreas en los dos estadios del carbonal. Fuente elaboración propia.

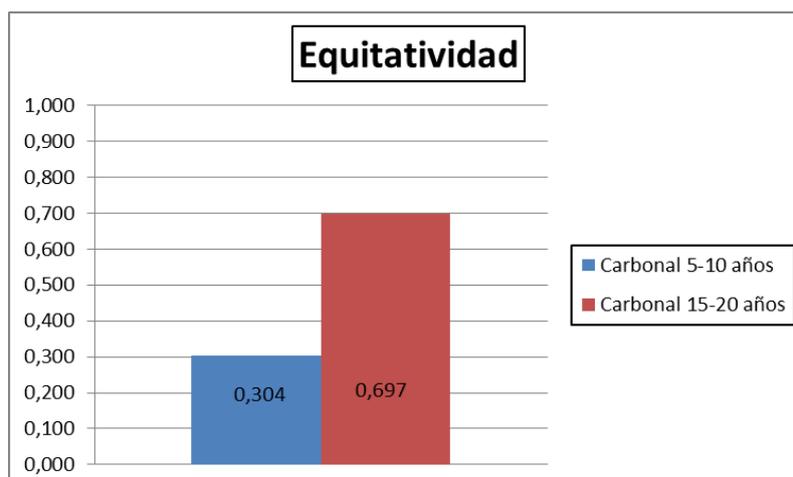


Fig. 21. Equitatividad de especies arbóreas en los dos estadios del carbonal. Fuente elaboración propia.

9.2.2. Análisis del IVI

Los resultados obtenidos en el Carbonal 5-10 años se resumen en la tabla 21. La densidad total de esta comunidad es de 1364,13 ind/ha, de esta un 84,05 % corresponde a individuos de *A. pennatula*. La área basal total calculada para esta comunidad es de 83,17 m²/ha, 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 ($F \geq 3$).

CARBONAL 5-10 AÑOS								
Especies	Nº Ind	DEN (ind/ha)	DENr (%)	AB (m ² /ha)	Dr (%)	F	Fr (%)	IVI (%)
Carbón	216	1146,50	84,05	83,17	89,07	6	23,08	65,40
Guácimo	18	95,54	7,00	3,83	4,10	5	19,23	10,11
Guanacaste	9	47,77	3,50	3,42	3,66	4	15,38	7,52
Cornizuelo	6	31,85	2,33	0,75	0,80	4	15,38	6,17
Jiñocuabo	2	10,62	0,78	0,5	0,54	2	7,69	3,00
Miligüiste	2	10,62	0,78	0,99	1,06	1	3,85	1,89
Espino negro	1	5,31	0,39	0,11	0,12	1	3,85	1,45
Madero negro	1	5,31	0,39	0,15	0,16	1	3,85	1,47
Jagua	1	5,31	0,39	0,44	0,47	1	3,85	1,57
Piojillo	1	5,31	0,39	0,01	0,01	1	3,85	1,42

Total	257	1364,13	100	93,37	100	26	100	100
--------------	------------	----------------	------------	--------------	------------	-----------	------------	------------

Tabla 21. Índices ecológicos del estrato arbóreo en el carbonal 5-10 años. Fuente: Elaboración propia.

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.

De este fenómeno derivan consecuencias positivas y negativas. Por un lado el suelo recupera rápidamente la cobertura vegetal, disminuyendo la erosión y aumentando el contenido de nitrógeno del suelo ya que se trata de una especie leguminosa, que presenta simbiosis en sus raíces con organismos capaces de fijar nitrógeno atmosférico. Por otra parte la gran densidad de individuos de la especie dificulta la llegada, germinación y desarrollo de otras especies y en consecuencia dificulta la aparición de las especies autóctonas del BST.

En relación al resto de especies solo analizaremos las que presentan un IVI igual o superior al 5%, que son *Guazuma ulmifolia* (10,11%), *Enterolobium cyclocarpum* (7,52%) y *Acacia collinsii* (6,17%). Las tres son especies autóctonas del Bosque tropical seco del área. Las dos primeras se encuentran muy usualmente asociadas a sistemas de producción silvopastoriles, tanto como árboles forrajeros como cercas vivas (anexo 8). El guácimo además es una especie habitual de las formaciones de bosques secundarios (Salas, 2002). El cornizuelo pertenece también al género *Acacia* y, excepto en lo que respecta al aumento de dispersión y germinación, presenta características similares a la *A. pennatula*.

La tabla 22 resume los parámetros obtenidos para el segundo estadio. 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 103,44m²/ha 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 ($F \geq 3$).

CARBONAL 15-20 AÑOS

Especies	Nº Ind	DEN (ind/m ²)	DENr (%)	AB (m ² /ha)	Dr (%)	F	Fr (%)	IVI (%)
Carbón	70	371,55	46,05	103,44	75,06	6	16,67	45,93
Cornizuelo	19	100,85	12,50	1,92	1,39	5	13,89	9,26
Comida de culebra	18	95,54	11,84	1,56	1,13	5	13,89	8,95
Guácimo	13	69,00	8,55	15,85	11,50	5	13,89	11,31
Mora espino	12	63,69	7,89	2,95	2,14	2	5,56	5,20
Miligüiste	7	37,15	4,61	1,36	0,99	3	8,33	4,64
Espino negro	4	21,23	2,63	0,81	0,58	2	5,56	2,92
Guanacaste	2	10,62	1,32	6,01	4,36	2	5,56	3,75
Laurel	2	10,62	1,32	0,11	0,08	2	5,56	2,32
Lechoso	2	10,62	1,32	3,56	2,58	1	2,78	2,22
Jiñocuabo	1	5,31	0,66	0,11	0,08	1	2,78	1,17
Chilincoco	1	5,31	0,66	0,04	0,03	1	2,78	1,15
Chinche	1	5,31	0,66	0,11	0,08	1	2,78	1,20
Total	152	806,79	100	137,83	100	36	100	100

Tabla 22. Índices ecológicos del estrato arbóreo carbonal 15-20 años. Fuente: Elaboración propia.

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.

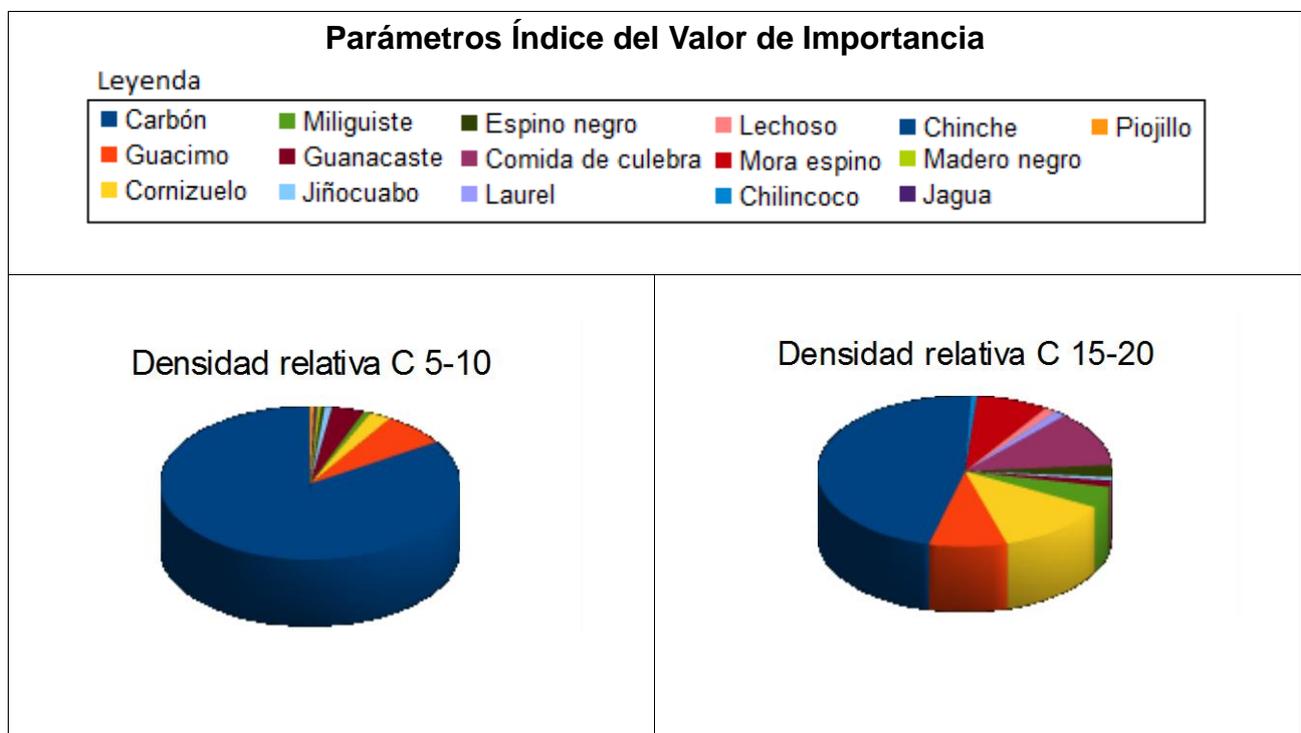
La especie *Guazuma ulmifolia* ocupa el cuarto lugar en cuanto a densidad relativa (69,00), y en cambio es la segunda en importancia en la comunidad si tomamos como indicador el IVI (11,31%). Esto se debe a que los individuos de esta especie presentan, con menor número de individuos, una mayor superficie de tronco. Esto nos indica que se encuentran en un estado de desarrollo más avanzado y corrobora la idea de que esta especie, debido a su uso como árbol forrajero, es de las primeras en aparecer en la comunidad asociada a la *A. pennatula*.

Las otras especies con IVI igual o superior a 5% son *Acacia collinsii* (9,26%), que ya fue comentada, y comida de culebra *Casearia corymbosa* (8,95%) y mora espino (5,20%). Estas dos especies son características del BsT de la zona y no se usan habitualmente en

los sistemas silvopastoriles, ambas presentan abundancias significativas en este estadio.

A nivel general, sin entrar en el análisis específico de cada especie, se aprecia como el Carbonal 5-10 años tiene una mayor densidad de individuos y una área basal menor que el Carbonal 15-20 años.

En el gráfico (Fig. 22) se muestra la densidad relativa, la dominancia relativa, la frecuencia relativa y el Índice de valor de importancia (IVI) para cada comunidad. Se presentan aparejados para poder visualizar con facilidad, cuales son las principales diferencias entre ambas comunidades.



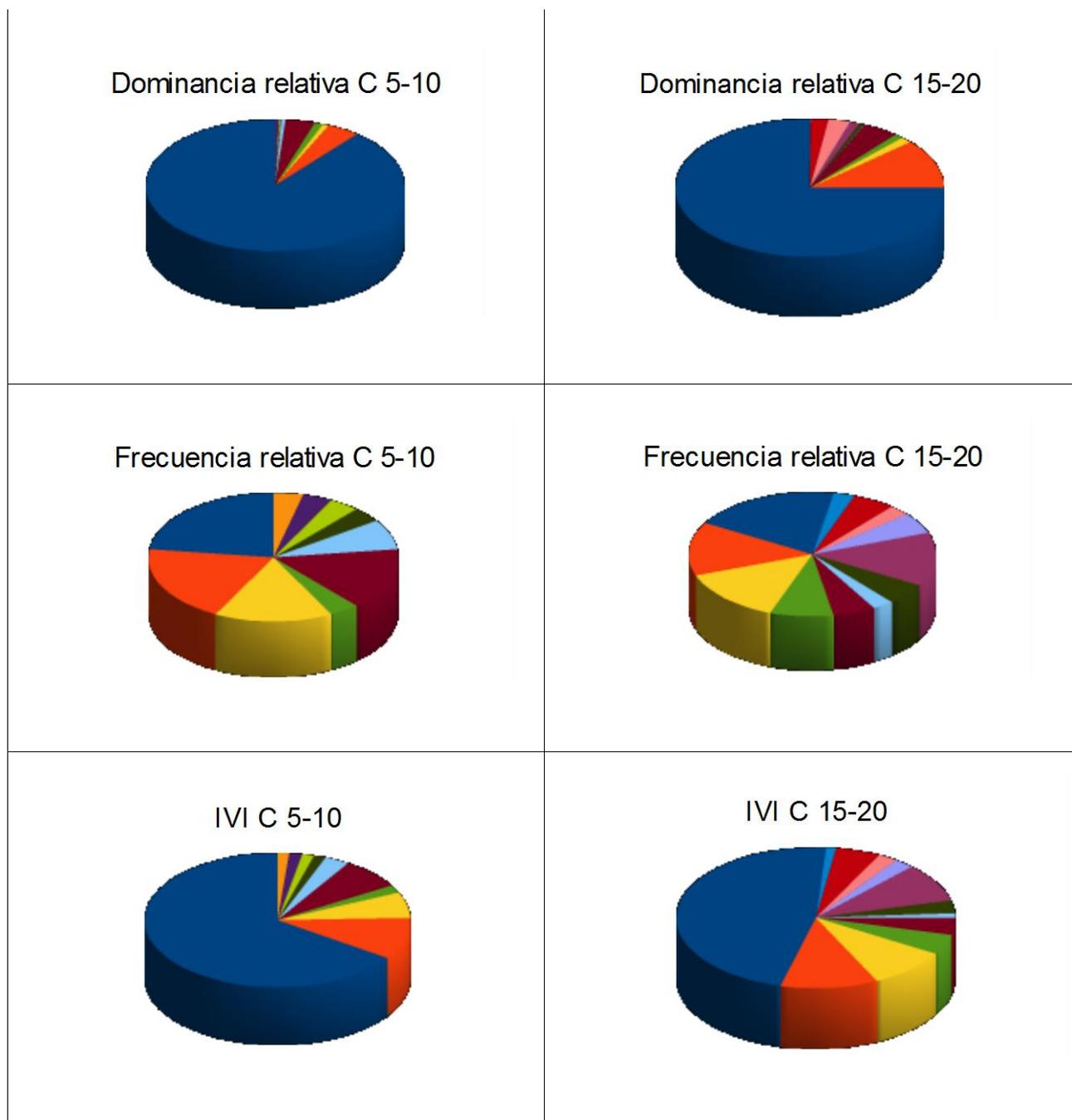


Fig. 22. Índice del Valor de Importancia y sus parámetros en los dos estadios de los carbonales. Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar 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*.

Hay otras 4 especies que están presentes en ambos estadios: guanacaste (*Enterlobium cicllocarpum*), jiñocuabo (*Bursera simaruba*), miligüiste (*Karwinskia calderonii*) y espino negro (*Pisonia culeata*). Estas no presentan valores de IVI significativos en las dos muestras. En el caso del jiñocuabo y el guanacaste, disminuye el valor a más edad, mientras que para el miligüiste y el espino negro el valor aumenta.

Por último es destacable la relevancia en cuanto a dominancia relativa del guácimo, que 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.

9.3. Análisis de los datos de plántulas

9.3.1. Descriptores básicos de la comunidad

Índices Ecológicos plántulas				
	Riqueza Especies (S promedio)	Intervalo confianza (S)	Índice Shannon (H)	Equitatividad

		(95%)		
Carbonal 5-10 años	8,73	7-10	2,812	0,847
Carbonal 15-20 años	10,588	8-13	2,835	0,745

Tabla 23. Índices ecológicos en plántulas en los dos estadios del carbonal. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 23 resume los descriptores básicos de la comunidad de plántulas para cada edad. La riqueza de especies con su correspondiente intervalo de confianza y la equitatividad han sido graficadas mediante histogramas (fig. 23 y 24). 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 ($J=0,745$).

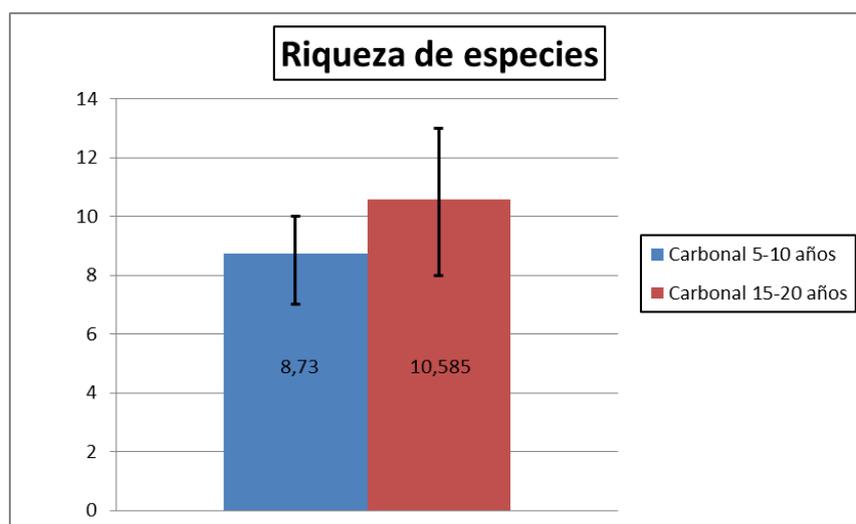


Fig. 23. Riqueza de especies de plántulas en los dos estadios del carbonal. Fuente: Elaboración propia.

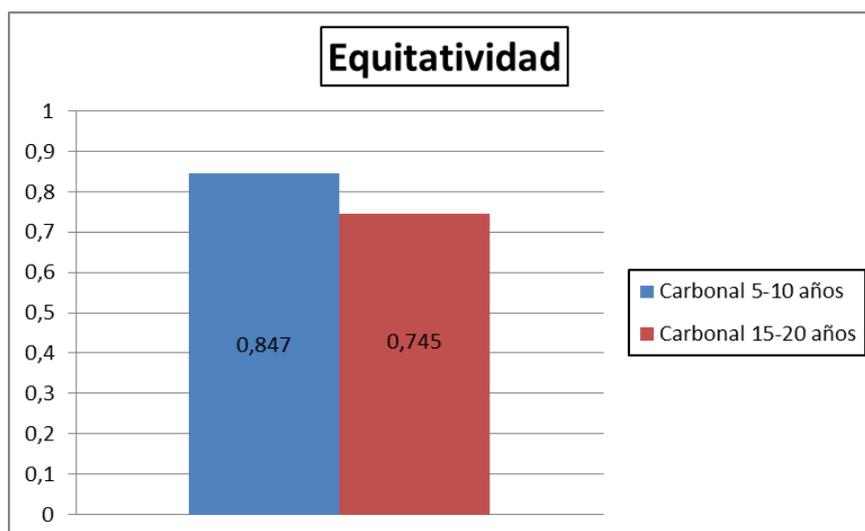


Fig. 24. Equitatividad en plántulas en los dos estadios del carbonal. Fuente: Elaboración propia.

9.3.2. Análisis de la relación entre densidad de plántulas y densidad arbórea

En el grafico (fig. 25) se presenta la relación lineal entre la variable densidad de plántulas y la variable densidad de arboles. 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.

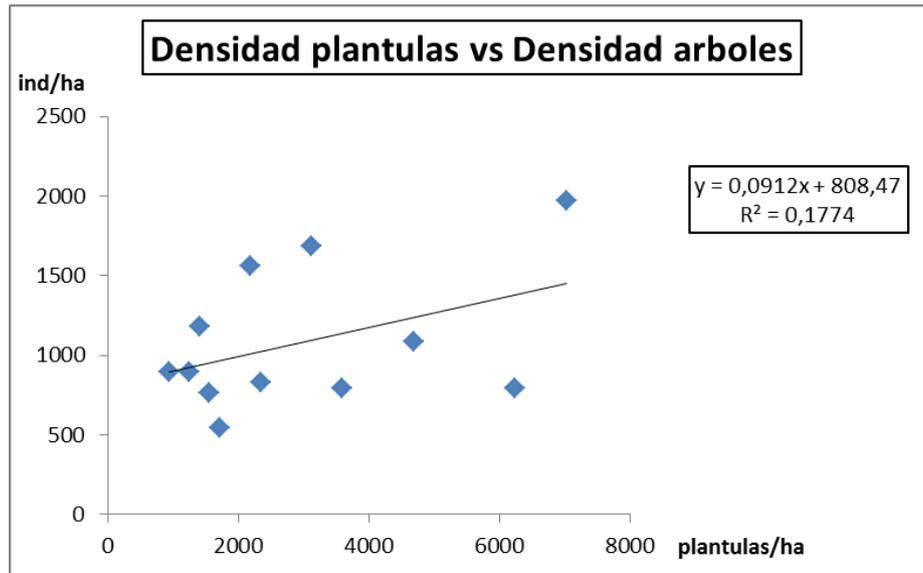


Fig. 25. Análisis de correlación para las variables densidad de plántulas y densidad de árboles. Fuente Elaboración propia.

10. Conclusiones

El desarrollo del estudio ha permitido alcanzar determinaciones de carácter general y específicas:

Conclusiones generales:

La deforestación en Centroamérica en general y en Nicaragua en particular es actualmente una realidad preocupante que se está tratando de afrontar desde las Instituciones estatales. La gran dependencia de la economía del país de las exportaciones del sector primario, suponen una traba para la promulgación de legislaciones restrictivas respecto al uso de los recursos naturales.

La actividad ganadera es la principal causante de la deforestación y la creación de Bosques secundarios. La gran superficie que ocupa esta actividad (43% del territorio nacional) y el hecho que se desarrolla principalmente sobre suelos de vocación forestal hacen de la regulación de este sector un aspecto estratégico para aumentar la cobertura forestal.

El Bosque Tropical Seco es uno de los biomas más amenazados del mundo, su distribución en zonas de elevada concentración poblacional; la poca consideración que ha recibido para su conservación y la creciente presión antrópica sobre los recursos naturales y forestales en los países en vías de desarrollo; ha llevado a los ecosistemas del trópico seco a un estado crítico.

La conservación del Bosque tropical seco es fundamental tanto desde un punto de vista ambiental como social. Este ecosistema a parte de prestar servicios ecológicos básicos, alberga una gran cantidad de endemismos cuya supervivencia está condicionada a la preservación de este hábitat. Además muchas de las especies de estos bosques han sido

tradicionalmente utilizadas por la población local para obtener toda clase de productos.

Son principalmente las actividades antrópicas las que han ocasionado el surgimiento de grandes extensiones de bosques secundarios. En las últimas décadas, con la mayor preocupación por la conservación del ambiente y las problemáticas ambientales, a nivel global y local, que ha comportado la deforestación, se ha registrado un aumento del valor ecológico, económico y social que se atribuye a estos ecosistemas. Los bosques secundarios ofrecen una importante variedad de potenciales de aprovechamiento.

En la reserva natural del Tisey – La Estanzuela la elevada concentración de explotaciones agrosilvopastoriles es la principal causante de la deforestación y la fragmentación de hábitats, lo que ha llevado a una homogenización del paisaje y ha generado problemas ambientales.

Los sistemas de producción silvopastoril han supuesto una mejora importante para los productores; desde un punto de vista económico, diversificando la productividad de las fincas y conservando en mayor medida las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la actividad ganadera; desde un punto de vista ambiental, proporcionando servicios ecológicos básicos como la disminución de la erosión del suelo y el secuestro de carbono.

Conclusiones específicas

Los resultados obtenidos en el estudio permiten llegar a las siguientes conclusiones:

El uso de la *A. pennatula* como árbol forrajero para la suplementación alimenticia del ganado provoca la dispersión endozoica y aumenta la germinación de su banco de semillas, 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 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) (Anexo). 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.

11. Propuesta de actuación: Diseño de Protocolo

Índice

11.1. Introducción

11.2. Justificación

11.3. Objetivos

11.4. Preguntas de estudio

11.5. Metodología

11.5.1. Diseño y área de estudio

11.5.2. Variables de estudio

11.5.3. Procedimientos e instrumental

a.i. Establecimiento de las zonas de estudio

a.ii. Tratamiento previo

a.iii. Selección de individuos

a.iv. Tala de árboles

a.v. Selección de parcelas y obtención de datos

11.5.4. Procesamiento y análisis de datos

11.6. Consideraciones éticas

11.7. Cronograma

TISEY, 2012

11.1. Introducción

Este protocolo establecerá diferentes zonas de estudio donde se modificará la variable densidad de *A. pennatula* y se estudiará la dinámica, estructura y composición de la vegetación. El protocolo es de actuación inmediata, y se ha previsto obtener resultados significativos en 10 años habiendo entrado en la fase de transición del bosque secundario. En esta fase se produce la reducción de la dominancia de especies pioneras, la *A. pennatula*, ganando importancia las otras especies. Además, con la disminución natural de densidad de individuos hay un rápido aumento de la producción primaria y se incrementa de forma considerable la biomasa.

Con los resultados obtenidos, si se encuentra conveniente, se puede alargar el estudio 5 años más en determinadas zonas prioritarias en las que se han obtenido resultados más favorables.

La reducción de individuos en las diferentes zonas de estudio se realizará mediante un clareo, talas en las que se reducen, artificialmente, el número de árboles que crecen en una determinada zona.

La disminución de la competencia inter e intraespecífica por los recursos más limitados, provocará un aumento de la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los individuos competidores. La competencia en estos estadios de regeneración es un factor desfavorable para el desarrollo de otras especies, debido a la limitación en el crecimiento. Con la disminución de la densidad árboles se espera:

- ✦ Un mayor crecimiento de otras especies: El posible aumento en la disponibilidad de recursos en el suelo por menor competencia de individuos más dominantes, sumada a la mayor entrada de luz, producen unas condiciones óptimas y permite su desarrollo sin estancamientos.

- ✦ Mejor desarrollo en el DBH: La disminución de la competencia intraespecífica

permite un mejor desarrollo de los árboles que permanecen.

- ✦ Expansión de la copa: El aumento en el espacio alrededor del árbol después de la tala, activa el crecimiento de los brotes, follaje y raíces. La copa se amplía, originando una gran área fotosintética que aumenta la producción primaria y el crecimiento de los individuos.
- ✦ Disminución de la tasa de mortalidad natural: Un mejor desarrollo en el DBH y una expansión de la copa del árbol, proporcionan la capacidad de continuar su crecimiento de forma óptima.
- ✦ No afectar las propiedades del suelo en exceso ya que quedará un porcentaje de cobertura arbórea con un número de individuos suficientes para que no afecte.

11.2. Justificación

El protocolo surge del propósito de mejorar o ampliar el estudio realizado con la posibilidad de establecer unas zonas de estudio permanentes. El conocimiento de la dinámica, estructura y composición de los carbonales se considera importante, además de la extensión del terreno que ocupan, por su extensión potencial que puede jugar un papel importante en la recuperación de especies del bosque tropical seco.

Los resultados obtenidos en el estudio previo indican, principalmente, la tendencia natural en la dinámica del carbonal a disminuir la densidad de la especie *A. pennatula*. Con esta disminución de la densidad y de la importancia, ganan importancia otras especies típicas del BsT. Estos datos proporcionan una explicación preliminar, orientativa, al comportamiento de la dinámica de la comunidad, pero se debe de ampliar con un estudio en el tiempo. De esta forma, se precisará en los resultados y se podrán calcular diferentes tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento, que permitirá un mejor entendimiento de este tipo de comunidad.

El principal interés es obtener resultados favorables o que indiquen una tendencia de aumento en la diversidad y riqueza de especies vegetales, así como un aumento de la importancia de especies del BsT en las zonas de estudio con condiciones de densidad de individuos más bajas, más propias de estadios más desarrollados.

Además, el protocolo satisface la voluntad de estudiar la dinámica del carbonal de forma natural. Esto es importante por el gran número de fincas con vocación silvopastoril que encontramos en esta área, que de ser abandonadas derivarían en estas formaciones boscosas.

El protocolo está dirigido a caracterizar o entender la dinámica del carbonal, pero, de llevarse a cabo, se obtendrán resultados para realizar otros estudios encaminados a la regeneración o restauración del BsT mediante el manejo de estos parches derivados de sistemas silvopastoriles. Los resultados también pueden ser usados para estudios del manejo de la especie *A. pennatula*, con el fin de rentabilizarla al máximo.

11.3. Objetivos

Objetivo general

- ✦ Caracterizar y comparar la dinámica, la estructura y la composición de los carbonales.

Objetivos específicos

- ✦ Evaluar la influencia de la densidad de individuos de carbón en el aumento de DBH.
- ✦ Evaluar la influencia de la densidad de individuos de carbón en la diversidad.

- ✦ Evaluar la influencia de la densidad de individuos de carbón en la riqueza.
- ✦ Evaluar la influencia de la densidad de individuos de carbón en el IVI de las otras especies.
- ✦ Evaluar la influencia de la densidad de individuos del carbón en relación a la tasa de mortalidad y tasa de reclutamiento.
- ✦ Evaluar la influencia de la densidad de individuos en la aparición de plántulas.

11.4. Preguntas de estudio

- ✦ En función de la densidad de *A. pennatula* varía:
 - La estructura y composición del carbonal.
 - El DBH
 - La riqueza de especies
 - El Índice de Valor de Importancia
 - La tasa de mortalidad de carbón
 - La tasa de reclutamiento de otras especies
 - La aparición de plántulas

11.5. Metodología

11.5.1. Diseño y área de estudio

La zona de estudio se sitúa en el carbonal del Centro Experimental de “El Limón”, con coordenadas UTM X: 0568786 Y: 1444044. Esta zona de estudio que cuenta con una extensión de 6’9 ha. queda definida en el apartado metodología (punto 8.1).

Se trata de un bosque monoespecífico, de entre 7 y 8 años (Com. Verb. Josué Urrutia), dominado por la especie *Acacia pennatula* con una elevada densidad de individuos. Mediante los resultados obtenidos en el estudio previo se ha validado que la densidad y el

área basal de la *Acacia pennatula* es similar en toda el área.

Se delimitarán 4 zonas de estudio de 1 hectárea cada una, con una separación entre ellas de 25 a 50 metros. Las zonas de estudio se situarán al azar dónde se aplicarán diferentes intensidades de tala:

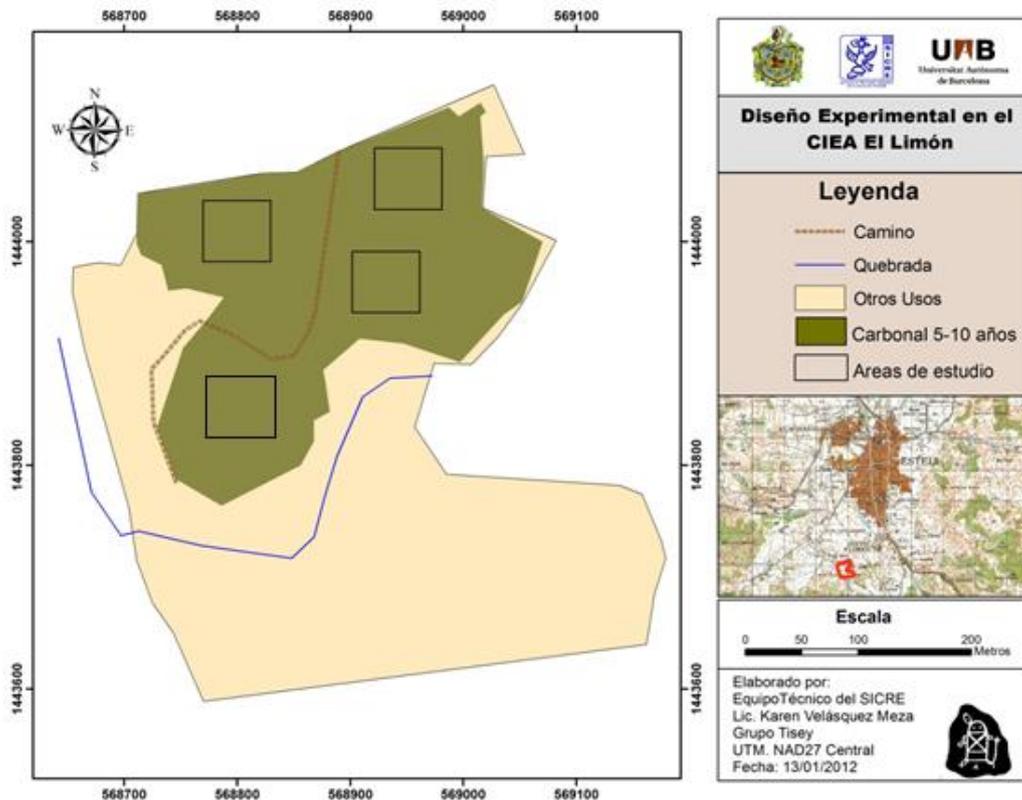


Fig. 26. Ejemplo de zonas de estudio del protocolo. Fuente: Elaboración propia.

Zona 0. Control: No recibe tratamiento alguno. La principal finalidad de esta área es, dar continuidad al estudio previo realizado y caracterizar la dinámica natural del carbonal. La obtención de variables en el tiempo en una misma muestra mejora la calidad y precisión del estudio. Las comunidades vegetales tienen un ritmo de crecimiento que hace que se necesite una escala de tiempo anual para realizar una buena descripción de la dinámica. Estudiando la misma población es posible ajustar el crecimiento diamétrico, así como calcular tasas específicas como la tasa de mortalidad o de reclutamiento.

Esta zona también será conocida como el área o muestra control. A partir de la densidad de individuos, se realizarán los tratamientos de tala en las otras áreas y se comparará

para verificar los beneficios o inconvenientes de cada tratamiento.

Zona 1. Tratamiento de tala mínimo: El número de individuos de *A. pennatula* que se talarán será para obtener un 10% menos de densidad que en la muestra control.

Zona 2. Tratamiento intermedio de tala: La población se reduce de forma apreciable, agrandándose los espacios entre árboles. La densidad de individuos a mantener, mediante el clareo, es un 25% menor respecto al control.

Zona 3. Tratamiento mayor de tala: Se aplica la tala para obtener una densidad de individuos del 50% respecto la muestra control. Se generan grandes espacios entre árboles.

11.5.2. Variables de estudio

En la siguiente tabla se muestran las diferentes variables que se tendrán en cuenta para el estudio del protocolo.

Variable	Tipo de Variable	Definición	Definición operacional	Escala de medición
Densidad de individuos <i>A. pennatula</i>	Independiente	Número de individuos de <i>A. pennatula</i> por hectárea (Ind/Ha).	Se contarán el número de árboles. Se cortarán el número proporcionado de árboles según la zona de estudio.	Cuantitativo Discreto
DAP	Dependiente	Anchura del tronco a 1,30	Medición con cinta diamétrica.	Cuantitativo Continuo

<p>Nº Individuos por especie</p>	<p>Dependiente</p>	<p>metros del suelo (cm). Cantidad total de arboles de la especie.</p>	<p>Censando anualmente los individuos de las diferentes especies mayores de 2,5 cm de DAP.</p>	<p>Cuantitativo Discreto</p>
<p>Nº Especies</p>	<p>Dependiente</p>	<p>Número de especies diferentes en el área de estudio.</p>	<p>Contando anualmente el número de especies diferentes.</p>	<p>Cuantitativo Discreto</p>

Tabla 24. Variables de estudio. Fuente: Elaboración propia.

11.5.3. Procedimientos e instrumental

Previamente a la selección de las áreas de estudio, sería recomendable volver a cartografiar los carbonales del centro de forma más exacta. Con el uso del GPS, se marcarán los puntos que delimitan el área ocupada por el carbonal para su posterior digitalización mediante un programa de SIG que nos permitirá calcular la superficie precisa ocupada por carbonal.

Establecimiento de las zonas de estudio

El establecimiento de las diferentes zonas de estudio se pueden establecer de forma aleatoria pero sin que se sobrepongan y con al menos una distancia de entre 25 y 50 metros. Una vez seleccionadas, se catalogarán en función del tratamiento previo que han de recibir. Así, el establecimiento se realizará de forma aleatoria, pero la catalogación se realizará en función de la densidad de individuos que haya en cada zona.

Cada zona de estudio tendrá una forma cuadrada de 100 metros de arista, formando un

área total de 1 hectárea.

Tratamiento previo

Una vez establecidas las cuatro zonas, se utilizará una adaptación del método desarrollado por Gentry (1982) ya que permite realizar buenas comparaciones. En esta parte del protocolo, este método servirá para dividir el área de la zona de estudio en 10 parcelas, donde se calculará la densidad de individuos de *A. pennatula*. Consistirá en censar, en diez áreas de 0,1 ha (20x50m) (fig. 27), cada individuo de esta especie. Este método nos permite cuantificar de forma rápida y efectiva el número total de carbonos.

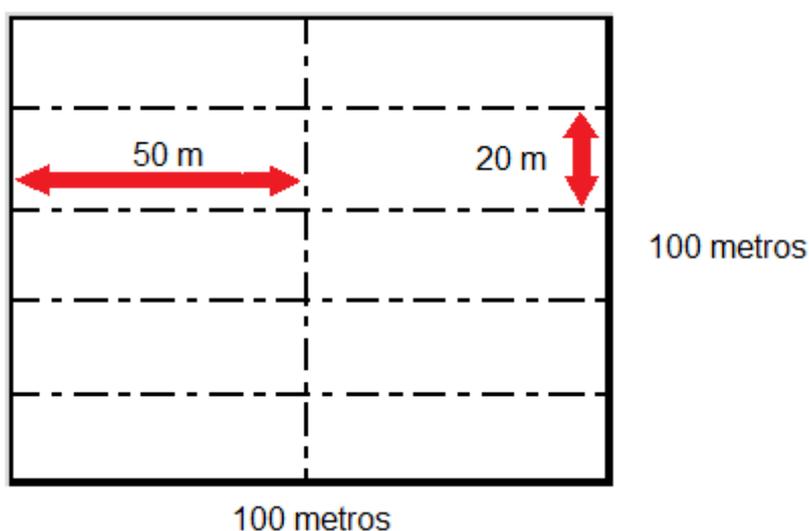


Fig. 27. Delimitación de las parcelas de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Se puede estimar el número de individuos de carbón por área, pero debido a las características morfológicas que lo diferencian del resto de árboles, no será un problema muestrear toda la superficie que ocupa cada zona (1 ha), para obtener así el dato de densidad exacto.

La catalogación de las zonas irá en función de la densidad de individuos, dónde el porcentaje de tala será inversamente proporcional a la densidad de individuos. Esta

catalogación es con el fin de talar el mínimo número de árboles¹.

- ⤴ Zona 0: Zona con mayor densidad de individuos.
- ⤴ Zona 1: La densidad de individuos de esta zona será la siguiente más alta.
- ⤴ Zona 2: Inferior densidad de individuos que la zona designada 1 y superior a la 3.
- ⤴ Zona 3: Zona con menor densidad de individuos.

Esta catalogación es una recomendación para que la afectación del estudio a la zona sea la menor posible, pero si se cree conveniente se pueden catalogar las zonas al azar ya que los tratamientos van en relación a la zona 0 o muestra.

Selección de individuos

El principal factor determinante en la selección de los árboles a talar es la distribución en el espacio de los restantes. Para que la utilización del espacio para las raíces y copas sea la más eficiente posible, es necesario que los árboles estén distribuidos uniformemente sobre la superficie (Singh, 1968). Aun así, se optará por dejar una distribución aleatoria (fig. 28) de los árboles que facilite el clareo y evite la formación de agrupaciones (que aumentaría la densidad de individuos en una sola zona, hecho que sería contrario al objetivo del estudio).

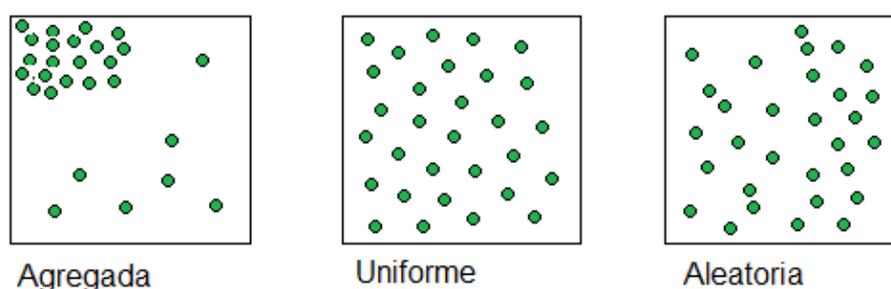


Fig. 28. Ejemplos de distribución. Fuente: Elaboración propia.

Para conseguir una distribución aleatoria o al azar se seguirán los siguientes pasos:

¹ Posible problemática: Si la zona con mayor densidad de individuos es superior en un 10% a las demás zonas, está será la zona 1, y la zona 0 pasará a ser la segunda de mayor densidad. La prioridad en el estudio es mantener la relación porcentual establecida entre parcelas.

- ⤴ Cuantificar el número de individuos que se mantendrán en la zona, en relación a la muestra control, según el porcentaje asignado a la zona en el apartado diseño y área de estudio.
 - Zona 0: Individuos a mantener = nº individuos total.
 - Zona 1: Individuos a mantener = (nº individuos zona 0) * 0'9.
 - Zona 2: Individuos a mantener = (nº individuos zona 0) * 0'75.
 - Zona 3: Individuos a mantener = (nº individuos zona 0) * 0'5.

- ⤴ Establecer la relación entre los individuos a mantener y el número total de individuos en la zona. N° total en la zona - N° de individuos a mantener = nº de individuos a talar

- ⤴ Se dividirá el número de individuos a talar entre 10, que son el número de subparcelas establecidas en apartado "tratamiento previo". Así, se talará número proporcional de individuos en cada una de ellas. Los decimales se aproximarán al entero. Por ejemplo: Si hay que talar 98 individuos en la zona, se talarán 10 individuos en cada subparcela ($98/10=9'8$ individuos/subparcela).

Ni la altura, ni el DBH de los individuos se tomará en cuenta para realizar la selección. El propósito del tratamiento no es dejar los árboles más viables o mejor desarrollados de *A. pennatula*, sino validar si hay un aumento de diversidad, riqueza, si hay una facilitación en el reclutamiento de otras especies y observar si el crecimiento es más óptimo.

Los árboles se marcarán para su posterior tala.

Tala de árboles

Debido a que la *A. pennatula* es una gran rebrotadora, la tala de los árboles se realizará a 30 cm por debajo del nivel del suelo para asegurar la muerte del individuo (Somarriba,

2001).

Se procederá a la contratación de un equipo de profesionales para la tala de los árboles y la retirada de los árboles del área de estudio.

La tala se realizará a finales de la época seca, cuando ya han caído todas las hojas, aproximadamente durante el mes de Marzo. El principal motivo es minimizar la pérdida de nutrientes en el suelo, ya que un porcentaje elevado de nitrógeno (N) y fósforo (P) se encuentra en las hojas. En el siguiente gráfico se observa que más del 20% de estos componentes se almacena en esta parte del árbol.

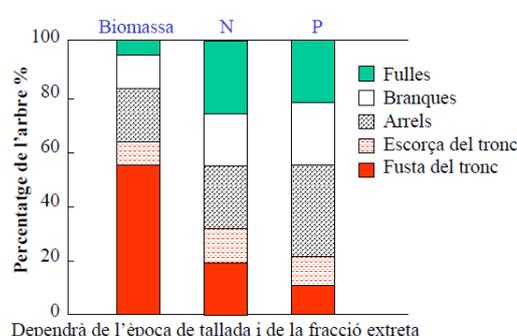


Fig. 29. Composición de nitrógeno (N) y fósforo (P) en un árbol. Fuente: Apuntes Eco Aplicada.

Selección de parcelas y obtención de datos

Utilizando la misma metodología, descrita en el apartado del tratamiento, de establecimiento de 10 parcelas de 20x50 metros y se seleccionarán al azar 5 de ellas para el estudio. Estas parcelas serán permanentes, por lo que se tienen que delimitar bien. Se marcarán los extremos de la parcela en el GPS y los árboles más próximos a cada vértice pertenecientes a la parcela se marcarán de un color y los no pertenecientes cercanos de otro color, para evitar confusión.

Para la selección de parcelas y la obtención de datos se conformará con 4 equipos de estudiantes, dirigidos por un coordinador de la universidad. Cada equipo deberá hacerse

cargo de una de las cuatro zonas de estudio.

Se usará una metodología similar a la de Gentry para la obtención de datos, ya que es un método utilizado para determinar la riqueza de especies de plantas leñosas y proporciona información de la estructura de la vegetación. Los datos a obtener son el número de árboles de cada especie, así como el DBH y la altura de cada uno de ellos. Se registrarán todos los individuos con $DBH \geq 2,5$ cm. Los datos se anotarán en una tabla como la del anexo 3, para su posterior procesamiento y análisis.

Dentro de cada una de las parcelas se establecerá una área de 16 m^2 , (4 metros de arista), situada al azar, en donde se contabilizarán y se identificarán todas las plántulas entre 50 y 75 cm. Los datos se anotarán en una tabla como la del anexo 4.

11.5.4 Procesamiento y análisis de datos

La metodología a usar para el procesamiento y análisis de datos será la misma que la utilizada en el proyecto (punto 8.3.4).

Al ser un estudio que se obtienen resultados anualmente, en la misma zona de estudio, se pueden calcular una serie de tasas útiles en el estudio. A continuación se detallan las fórmulas de estas tasas:

Variación del tamaño del DBH de los individuos para cada especie.

$$\ast r_g = (\ln(N_o - N_m + \Delta N) - \ln(N_o - N_m)) / \Delta t$$

Calculo de la tasa de crecimiento y de la tasa de mortalidad para cada especie, respectivamente.

$$\ast t_m = (\ln(N_o) - \ln(N_m)) / \Delta t$$

$$\ast (N_i / N_t) \cdot 100$$

Tasa de reclutamiento. Variación de la biodiversidad vegetal.

TISEY, 2012

$$r = (\ln(N_o - N_m + N_r) - \ln(N_o - N_m)) / \Delta t$$

N_o = número de individuos o área basal al comienzo del período Δt

N_m = número de individuos muertos en una determinada área

N_r = individuos que fueron reclutados en las diferentes categorías de área basal durante el período Δt

ΔN = incremento del área basal de individuos sobrevivientes del período Δt

11.6. Consideraciones éticas

La puesta en práctica de este protocolo de estudio tiene unas repercusiones que hay que tener presente, principalmente por el elevado número de individuos talados que puede conllevar problemáticas en las propiedades del suelo. Hay que tener presente esta posible degradación del suelo en las zonas con mayor porcentaje de tala. Además, se debería de buscar una forma de aprovechamiento para los pies talados. Se realizan propuestas para minimizar ambas problemáticas, contempladas pero no estudiadas en el presente protocolo.

El protocolo se considera que puede de gran beneficio para muchas regiones de Nicaragua. Si los resultados son los esperados, se podrían realizar estudios que permitirían dar un buen manejo a zonas muy extensas, las fincas ganaderas con uso silvopastoril. Estas zonas, en ser abandonadas, pueden ser un punto fuerte en la recuperación del BsT, siendo parches o fragmentos de grandes dimensiones con especies representativas. Además, los estudios derivados de unos resultados óptimos de este protocolo pueden ir encaminados a la gestión para el aprovechamiento de la especie *A. pennatula*, una especie muy apreciada en la zona por sus múltiples usos.

Así el protocolo pretende establecer un punto de inicio para futuros planes de manejo que mejoren las condiciones ambientales de estos sistemas forestales y garanticen las necesidades de la población local:

- ✦ Regeneración del BsT, el bioma especialmente degradado en la zona y en muchas regiones de Nicaragua y Centroamérica.
- ✦ Aplicar una mejor gestión y manejo de los carbonales que surgen como consecuencia del abandono de los sistemas silvopastoriles.
- ✦ Optimizar el aprovechamiento forestal de los bosques secundarios, favoreciendo un crecimiento máximo del tamaño de los individuos y una reducción de la mortalidad.
- ✦ El aumento del área basal, que conduce a un aumento en la fijación de CO₂.

Como se ha mencionado, los tratamientos de tala usados en el protocolo pueden tener connotaciones negativas, que se deberían tener en cuenta:

- ✦ Variación en el contenido de nutrientes.
- ✦ Cambios en las propiedades físicas del suelo: aumento de erosión, escorrentía, lixiviación, laterización, etc.
- ✦ Un gran número de árboles talados.

Con el fin de tener en cuenta y solucionar estas problemáticas, se propone:

- ✦ Un estudio complementario a este, que analice de forma exhaustiva las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- ✦ La venta de los árboles como biomasa o como madera para subvencionar parte del estudio.
- ✦ Notificar de la tala a la población de las comunidades con el fin de regalar los pies talados, haciendo un bien social y evitando la tala furtiva.

11.7. Cronograma

ACTIVIDAD	Febrero				Marzo				Abril		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Cartografiar i digitalizar el área de estudio	X										
Seleccionar y delimitar las zonas de estudio		X									
Marcar las parcelas de estudio			X								
Recuento de individuos de <i>A. pennatula</i> por parcela				X							
Tala de árboles					X	X	X				
Muestreo anual (Recuento individuos y medición DAP)								X			
Análisis e interpretación de los datos obtenidos									X	X	X

Tabla 25. Cronograma. Fuente: Elaboración propia.

12. Bibliografía

Artículos

AGUIRRE, Z et al. (2006). "Bosques secos en Ecuador y su diversidad". Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. p. 162-187.

ANDRADE, G. et al, (2007). "Flora del bajo y de regiones adyacentes. Familia leguminosae, subfamilia mimosoideae". *Departamento de Biología, División de CBS Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa*, 150: p. 37-40.

ARCHER, S. y PYKE, D.A. (1991). "Plant-animal interactions affecting plant establishment and persistence on revegetated rangeland". *Journal of Range Management*, 44: p. 558-565.

AULD, T.D. (1993). "The impact of grazing on regeneration of the shrub *Acacia carnei* in arid Australia". *Biological Conservation*. 65: p. 165-176.

BEER, J. et al., (2003). "Servicios ambientales de los sistemas agroforestales". *Agroforestería en las Américas*, 10:80. p. 37-38.

BROWN, S. y LUGO, A. E. (1990). "Tropical secondary forests." *Journal of Tropical Ecology* 6, p.1-32.

BUDOWSKI, G. (1965). "Distribution of tropical American rainforest species in the light of successional processes". Turrialba, Costa Rica 15 (1): p. 40-42

CAJAS-GIRÓN, Y.R. y SINCLAIR, F. (2001). "Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of

TISEY, 2012

Colombia". *Agroforestry Systems*, 53: p. 215.

CHARÁ, J.; BAIRD, D. y TELFER, T. (2004). "Effects of land use on biotic and abiotic aspects of low-order streams of the Colombian Andes". *Bulletin of the North American Benthological Society*. nº 1: p. 21.

CHAZARO, M. (1977). "El Huizache *Acacia pennatula* (Schelecht & Cham.) Benth. Una invasora del Centro de Veracruz". *Biótica*. 2: p. 1-18.

COX, J.R. et al. (1993). "Biological and physical factors influencing *Acacia constricta* and *Prosopis velutina* establishment in the Sonoran Desert". *Journal of Range Management*. 46: p. 43-48.

DÁVILA, O. (2007). "Efectos del PSA en indicadores socioeconómicos y productividad ganadera". *Proyecto efectos silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas*. Nicaragua. p. 30.

DE HAAN, C. (2002). "Cees de Haan: promotor de los sistemas silvopastoriles como alternativa al desarrollo rural". *Agroforestería en las Américas*, 9:6. p. 33-34.

ESPINAL, L. S. (1985). "Geografía ecológica del departamento de Antioquia". *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 38:1. p. 24-39.

FAO. (1995). "Forest Resources Assessment 1990. Survey of Tropical Forest Cover and Study of Change Processes" *FAO Forestry Paper* nº 112.

FAO. (1996) "Forest Resources Assessment 1990. Survey of Tropical Forest Cover and Study of Change Processes". *FAO Forestry Paper* nº 130.

GIRALDO L.A. y VÉLEZ, G. (1993). "El componente animal en los sistemas silvopastoriles". *Industria & Producción Agropecuaria. AZOODEA*. Vol. 1 (3): p. 27-31.

GIRALDO V., L. A. (1998). "Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles". *Agroforestía para la Producción Animal en Latinoamérica*, p. 201-215.

GONZALEZ-CARRANZA, Z. et al. (2008). "Changes of seasonally dry forest in the Colombian Patia Valley during the early and middle Holocene and the development of a dry climatic record for the northernmost Andes". *Review of Palaeobotany and Palynology en imprenta*, 152: p. 1-10.

GREENBERG, R, et al. (1997). "Acacia, cattle and migratory birds in Southeastern Mexico". *Biological Conservation*, 80: p. 235-247.

GUTIERREZ, J.R. y ARMESTO, J.J. (1981). "El rol del ganado en la dispersión de las semillas de *Acacia caven* (Leguminosae)". *Ciencia e Investigación Agraria*, 8: p. 3-8.

HARVEY, C. A. et al. (2005). "Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives. Mesoamerican and Caribbean Region, Conservation Science Program." *The Nature Conservancy (TNC)*. p. 140.

HARVEY, C. A. et al. (2005). "Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes in Central America". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111: p. 200.

HARVEY, C. y HABER, W.A. (1999). "Remnant trees and the conservation of

biodiversity in Costa Rican pastures". *Agroforestry Systems*, 44:37.

HECHT, S.B. (1993). "The logic of livestock and deforestation in Amazonia". *Bioscience*, 43. p. 687-695.

HOLDRIDGE, L.R., et al. (1971). "Forest environments in tropical life zones, a pilot study". *Pergamon Press, Oxford*. p. 747.

IBRAHIM, M et al. (2007). "Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua" *Agroforestería en las Américas* n° 45 p. 27-36.

IBRAHIM, M. et al. (2006). "Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos". *Pastos y Forrajes*, 29:2, p. 383-419.

IBRAHIM, M. y HARVEY, C. (2003). "Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ambientales". *Agroforestería en las Américas*, 10:4. p. 39-40.

IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C. y MORA J. (2005). "Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms". *Silvopastoralism and sustainable land management*. CAB. p. 13.

JACKSON, J. y ASH, A. (1998). "Tree-grass relationships in open eucalypt woodlands of northern Australian: influence of trees on pasture productivity, forage quality and species distribution". *Agroforestry Systems*, 40: p. 159.

JANZEN, D.H. (1983). "Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse

pasture”. *Oikos*, 41: p. 274-283.

JANZEN, D.H. (2000). “Costa Rica’s Área de Conservación Guanacaste: a long march to survival through nondamaging biodevelopment”. *Biodiversity*. 1: p. 7-20.

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

LEIVA, J et al. (2009). “Cronología de la regeneración del bosque tropical seco en Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica y Características edáficas”. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 57 (3): 801-815.

LINARES-PALOMINO, R. (2004a). “Los bosques tropicales estacionalmente secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú”. *Arnoldia*. 11(1): p. 85-102.

LINARES-PALOMINO, R. (2004b). “Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística”. *Arnoldia*. 11(1): p. 103-138.

MAHECHA, L. (2002). “El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina”. *Rev Col Cienc Pec*, 15:2, p.226-231.

MEDINA, E. (1995). “Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest”. *Seasonally Dry Forest*. Cambridge University Press, UK. p. 221-241

MORAN, E.F et al. (1994). “Secondary succession”. *National Geographic Research and Exploration*. 10: p. 458-476.

MURPHY, P.G y LUGO, A.E. (1986). “Ecology of tropical dry forest”. *Annuals Review of Ecology and Systematics*. 17 : p 67-68 .

MYERS, N. (1981). "The Hamburger Connection: How Central America's Forest become North America's Hamburgers". *Ambio X*, p. 3-8.

MYERS, N. et al. (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature*, n°403. p. 853-858.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1993). "Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics. Committee on Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics". *National Academy Press*. Washington, DC.

NATIONS, D.J. y KOMER, D.I. (1983). "Central America's tropical rainforest. Positive steps for survival". *Ambio XII*, p. 222-238.

NIEDER, J, et al. (2001). "Epiphytes and their contribution to canopy diversity". *Plant Ecology*, 153: p. 51-63.

NYBERG, G. y HOGBERG, P. (1995). "Effects of young agroforestry trees on soils in on-farm situations in western Kenya". *Agroforestry Systems*, 32: p. 45.

ORTIZ, R. (1998). "CO₂ mitigation service of Costa Rican secondary forests as economic alternative for joint implementation initiatives". *Ecology and management of tropical secondary forest: Science, people and policy*. p. 213 - 227.

PAYNE, W. J. A. (1985). "A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics". *Forest Ecology and Management*, 12:1-36.

PENNINGTON, R.T., et al. (2000). "Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes". *Journal of Biogeography*, 27: p. 261-273.

PRANCE, W. (2006). "Tropical savannas and seasonally dry forests: an introduction". *Journal of Biogeography*, 33: p. 385-386.

PURATA, S.E. (1999). "Economic potential of the huizache, *Acacia pennatula* (Mimosoideae) in central Veracruz, Mexico". *Economic Botany*, 53: p. 15-29.

SÁNCHEZ, P. (1995). "Hacia dónde va la Agroforestería?". *Agroforestería en las Américas*, 5: p. 4-5.

SIPS, P.A. (1993). "Management of Tropical Secondary Rain Forests in Latin America." *Today's Challenge, Tomorrow's Accomplished Fact?* Wageningen, Netherlands.

SOUTHGATE, B.J. (1979). "Biology of the bruchidae". *Annual Review of Entomology*, 24: p. 449-473.

WADSWORTH, F.H. (1987). "A time for secondary forestry in tropical America." *Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies*. p. 189-198.

WOODELL, S.R.J. (1990). "Regeneration in the shrub *Acacia burkittii* FvM. Ex Benth. In the arid zone of South Australia". *Biological Conservation*, 51: p. 39-48.

ZAMORA, S. et al. (2001). "Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua". *Agroforestería en las Américas*, 8 (31):31.

Libros

CHAVARRÍA SACASA, M. R. (2001). *Proyecto Información y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en*

TISEY, 2012

13 países tropicales en América Latina (GCP/RLA/133/EC): Árboles fuera del bosque en Nicaragua. FAO. Santiago, CHILE. 26 p.

CIFOR. (1997). *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina.* Center for International Forestry Research. ISSN 0854-9818

DE CAMINO, R. V et al. (2002). *Teak (Tectona grandis) in Central America.* Forest Plantations Working Papers. FAO. Roma, IT. 64 p.

DELGADO DE LA TORRE, R. (2008). *Probabilidad y estadística para ciencias e ingenierías.* Delta Publicaciones, Madrid (España). 438 p.

FASSBENDER, H. 20^a ed. (1993). *Modelos edafológicos de sistemas agroforestales.* CATIE. Turrialba, Costa Rica. 490 p.

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

GÓMEZ, J.E. y VELÁSQUEZ, J. E. (1999). *Proceso integral de recuperación y manejo de praderas, condición fundamental para el desarrollo ganadero en Caquetá.* Boletín Técnico Corpoica-Pronatta. 42 p.

GRIME, J. P (1979). *Plant strategies and vegetation processes.* Wiley, Chichester. 222 p.

HOLDRIDGE, L.R. (1978). *Ecología basada en zonas de vida.* MCA, San José (Costa Rica). 216 p.

INAFOR. (2004). *Frontera Agrícola.* Departamento de Fomento Forestal.

TISEY, 2012

Managua, Nicaragua. 15 p.

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

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. (1998). *El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia*. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental (GEMA). 24 p.

LAMPRECHT, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Paul Parey, Hamburg y Berlín, Alemania. 335 p.

MONTAGNINI, F. 2^a ed (1992). *Sistemas agrofloreales: 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.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES. (2002). *Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados*. Serie de políticas forestales nº 13. ISBN 4 902045 05 2

PEZO, D. e IBRAHIM M. (1998). *Sistemas silvopastoriles*. Colección de Modelos de Enseñanza Agroforestal No. 2. CATIE, Costa Rica. 247 p.

PEZO, D.; IBRAHIM, M.; BEER, J. y CAMERO, L. (1999). *Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central*. Serie técnica. Informe técnico nº. 311. CATIE, Costa Rica. 46 p.

TISEY, 2012

PIÑOL, J. y MARTÍNEZ-VILALTA, J. (2006). *Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación*. Lynx Edicions, Bellaterra (Barcelona). 419 p.

SALAS ESTRADA, J.B. 1ª ed. (2002). *Biogeografía de Nicaragua*. ISBN: 99924-0-203-2. INAFOR. Managua, Nicaragua. 548 p.

SMITH, J. et al. (1997). *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los Trópicos de América Latina*. CIFOR. Pucallpa, Perú. 31 p.

SZOTT, L.; IBRAHIM, M. y BEER, J. (2000). *The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America*. (Serie técnica. Informe técnico No. 313). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 71 p.

THE NATURE CONSERVACY. (2007). *Sitios Prioritarios para la Conservación del Bosque Seco en la Ecorregión del Pacífico de Nicaragua*. TNC-Nicaragua. 63 p.

TÖB. (2000). *The Significance of Secondary Forest Management for Development Policy*. Tropical forest research. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. ISBN 3-933-984-49-1

VILLANUEVA C., IBRAHIM M., CASASOLA F. y ARGUEDAS R (2005). *Las cercas vivas en las fincas ganaderas*. INPASA, Nicaragua. 8 p.

VILLARREAL H., M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA y A.M. UMAÑA. 2ª ed. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de*

Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Documentos no publicados

BOTERO, R. (1996). "Manejo de praderas y cobertura arbórea en ganado de doble propósito en la zona Caribe". En: *Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles*. Año 1996. Corpoica. p. 125-140.

CASASOLA, F. (2000). "Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua". *Tesis Mag. Sc. CATIE*. Turrialba, Costa Rica. 95 p.

CORREA, A.P. (2000). "Evaluación de un paisaje fragmentado para la conservación y recuperación de biodiversidad, área demostrativa Miraflores Moropotente, Estelí, Nicaragua". *Tesis Mag. Sc. CATIE*. Turrialba, Costa Rica. 137 p.

ENRIQUEZ, M.L. (2005). "Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje de Esparza, Costa Rica". *Tesis Mag. Sc. UNA*. Heredia, Costa Rica. 52 p.

FEDLMEIER, C. (1996). "Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica." *Ph.D.Thesis*. Göttingen, DE. Georg - August University. 177 p.

GIRALDO, L. A. (1996a). "Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural". En: *Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Casos Exitosos y su Potencial en Colombia*. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta. Noviembre 27-29/Diciembre 1 de 1995. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. p. 57-72.

TISEY, 2012

GIRALDO, L. A. (1996b). "El papel de la Agroforestería en la Producción Animal y el Medio Ambiente". En: *Memorias Primer Seminario Nacional Agroambiental. El manejo ecológico de la producción y la sanidad agropecuaria*. Medellín, Agosto 21 al 23 de 1996. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. p. 51-67.

IBRAHIM, M. (2001). "Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales". *Conferencia electrónica en potencialidades de los sistemas Silvopastoriles para la generación de servicios ambientales*. FAO, 2001.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. (1998). "Bosque seco tropical". En: Chávez M. y N. Arango (Editores). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá. Ministerio del Medio Ambiente/United Nations. Tomo 1. p. 56-71.

JANZEN, D.H. (1986). "Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem". In: E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity. National Academic*, Washington DC. (EEUU). p. 130-137.

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.

KRAMER, E.A. (1997). "Measuring landscape changes in remnant tropical dry forest". In: W.F. Lawrence & R.G. Bierregaard (eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago University, Chicago, EEUU. p. 386-399.

MAHECHA, L. et al. (1999). "Evaluación de un sistema silvopastoril de pasto

estrella, Leucaena y Algarrobo forrajero, a través del año, en el Valle del Cauca”. En: *Memorias VI Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles*. 28-30 de Octubre 1999. Realizado por la Fundación CIPAV y LA FAO. Cali, Colombia.

MONTENEGRO, J. y ABARCA S. (2000). “Fijación de carbono y emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica”. En: *Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales*. Ed: Pomareda C. y Steinfeld, H. CATIE, FAO, SIDE. p. 151-171.

MOONY, H.A., et al. (1995). Introducción. En: Bulluck, S.H., Mooney, H.A. & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 1-8.

NIETO, H. (2000). “Contribución de *Acacia pennatula* (carbon) a la productividad agroforestal sostenible de la reserva natural Miraflor-Moropotente, Estelí, Nicaragua”. *Tesis Mag. Sc. CATIE*. Turrialba, Costa Rica. 69 p.

RÍOS, J. (2006). “Comportamiento hidrológico de sistemas de producción ganadera convencional y silvopastoril en la zona de recarga hídrica de la subcuenca del Río Jabonal, cuenca del río Barranca, Costa Rica”. *Tesis Mag. Sc. CATIE*. Turrialba, Costa Rica. 116 p.

RUIZ, A. et al. (2004). “Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica de fincas ganaderas en Matiguás, Nicaragua”. *Agroforestería en las Américas*. (En prensa)

SEGURA, M.A. (1999). “Valoración del servicio ambiental de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central.” *Tesis Mag. Sc. CATIE*. Turrialba, Costa Rica. 115 p.

SIPS, P.A, et al., (1996) "The potential of tropical secondary rainforest management in Latin America" (unpublished paper).

SOMARRIBA, E. (2001). "*Acacia pennatula* en los potreros de la reserva natural Mesas de Moropotente, Estelí, Nicaragua". 26 p.

THREN, M. (1997). "Manejo de montes secundarios: Valoración de identificación de inversiones internacionales." Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en America Latina (Pucallpa, Perú). CIFOR. p. 216-224.

USLAR, Y.; MOSTACEDO, B; SALDÍAS, M. (2003). "Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia." *USAID*, Bolivia. (Documento técnico 114/2003). 28 p.

VAZQUEZ, R. (2010). "La producción sustentable de energía mediante una plantación energética: El caso de Cuentepec. *Tesis Mag. Sc. UNAM*. Centro de investigación en energía, México. 199 p.

WADSWORTH, F.H. (1993). "El manejo de los bosques naturales en México tropical, América Central y las islas del Caribe." Congreso Florestal Panamericano. Curitiba, Brasil. 19 - 24 Sept. 1993.

WEAVER, P.L. (1993). "Secondary forest management". In: Management and Rehabilitation of Degraded Lands and Secondary Forests in Amazonia. Proceedings. Santarém, Brasil. April 1993.

13. Acrónimos

- AECID** Agencia Española de Cooperación Internacional
BST Bosque Tropical Seco
CONAFOR Comisión Forestal Nacional
CIEA Centro de Investigación Experimental Ambiental
CREAF Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals
FAO Food and Agriculture Organization
FONADEFO Fondo Nacional de Desarrollo Forestal
FAREM Facultad Regional Multidisciplinaria
INAFOR Instituto Nacional Forestal
INF Inventario Nacional Forestal
IRTA Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries
MAGFOR Ministerio de Agricultura y Forestal
MARENA Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
OAS Organization American States
PAF-NIC Plan de Acción Forestal de Nicaragua
SINAP Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNAF Sistema Nacional de Administración Forestal
SICRE Socios de la Información de la Cuenca del Río Estelí
SSP Sistemas Silvopastoriles
TNC The Nature Conservancy
UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural organization
UNAN Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UAB Universitat Autònoma de Barcelona

14. Presupuesto

GASTOS DIRECTOS

Trabajadores

Precio/hora	10€/h
Horas de trabajo de campo	60 horas
Horas de redacción	120 horas
Número de trabajadores	4
Total	7200 €

Desplazamientos

Transporte público	2,5 €/trabajador
Avión	900 €/persona
Total	3610 €

GASTOS INDIRECTOS

Alojamiento	1000 € (4 meses)
Dietas	600 € (4 meses)
Material fungible	50 €
Total	1650 €

PRECIO FINAL

Total	12460 €
18% IVA	2242,8 €
Total + IVA	14702,8 €

Tabla 26. Presupuesto estimado. Fuente: Elaboración propia

15. Programación

Tarea	Duración	Oct	Oct	Oct	Oct	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Dic	Dic	Dic	Dic	Ene	Ene	Ene	Ene	
Reunión con los coordinadores de la FAREM (1)	1 día	x																	
Reunión con el equipo técnico del CEIA "El Limón" (2)	3 días	x				x					x								
Recerca bibliográfica de artículos y libros	2 meses		x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Reunión con los profesores Alejandrina Herrera y Josué Urrutia	2 días		x							x									
Exposición del proyecto a realizar a los profesores del CEIA "el Limón"	1 día			x															
Reunión con Josué Urrutia	3 días			x			x								x				
Reconocimiento y localización de las parcelas de estudio	1 día		x																
Trabajo de campo a la zona del Limón	3 semanas						x	x			x								
Trabajo de campo a la zona del Quebracho	1 semana										x								
Redacción del proyecto	2 meses											x	x	x	x	x	x	x	
Trabajo en Sistemas de Información Geográfica en el SICRE	3 días																x		
Análisis y discusión de los resultados	3 semanas																x	x	x

Tabla 27. Programación. Fuente: Elaboración propia.

(1) Coordinadores de la FAREM:

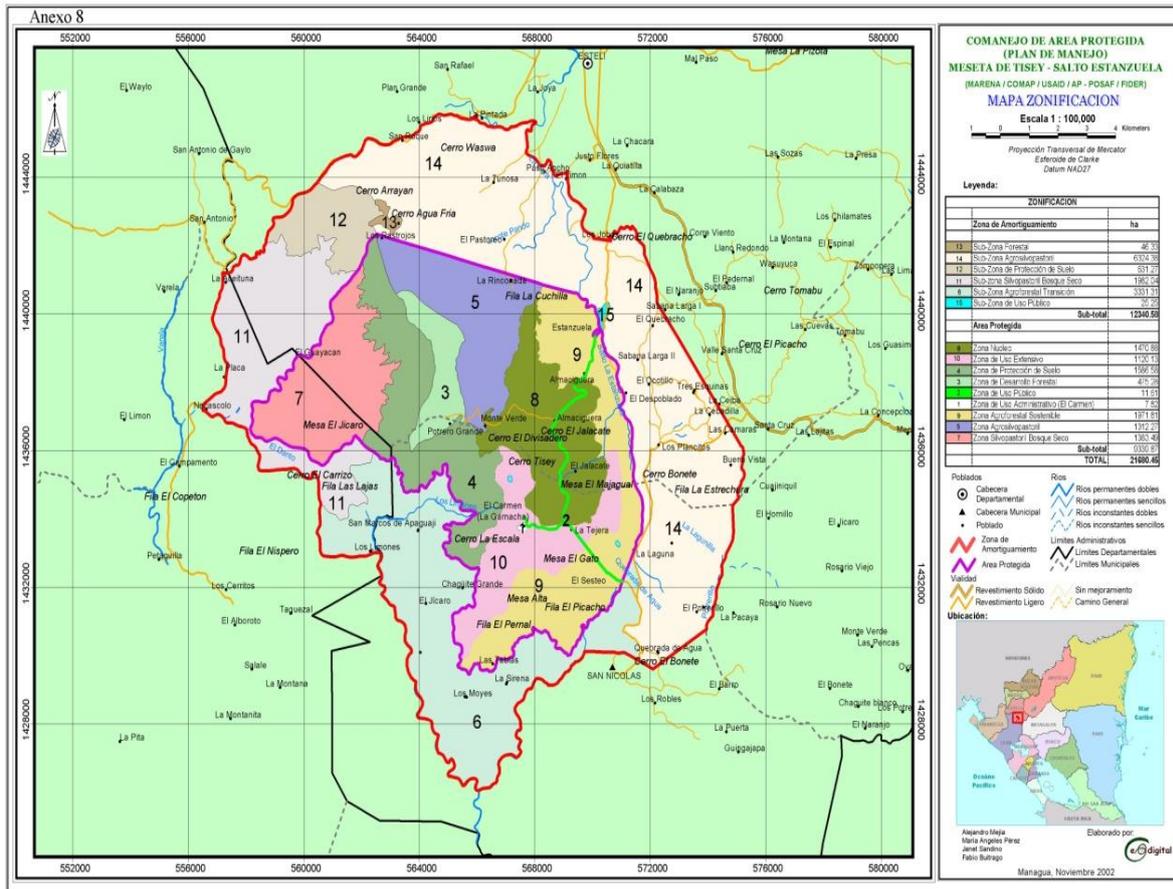
- Beverly Castillo (Coordinadora de Proyectos de la FAREM)
- Alejandro Raudez (Vicedecano de la FAREM)
- Ertilia Herrera (Coordinadora de Departamento de Ciencias Ambientales de la FAREM)
- Alba Marina Zeledón (Coordinadora del Departamento de Posgrado e investigación de la FAREM)
- Alejandrina Herrera (Coordinadora del CEIA "El Limón")

(2) Equipo Técnico del CEIA "El Limón":

- Alejandrina Herrera (Coordinadora del CEIA "El Limón")
- Josué Urrutia (Investigador del CEIA "El Limón")
- Kenny López (Investigador del CEIA "El Limón")
- Rafael Lanuza (Investigador del CEIA "El Limón")

16. Anexos

Anexo 1. Reserva Natural Tisey-La Estanzuela con su zona de amortiguamiento



Mapa de la Reserva Natural Tisey-La Estanzuela con su zona de amortiguamiento. Fuente: MARENA

Anexo 2. Figuras de protección ambiental

Figuras de Protección	Lugar y fecha de creación	Atribuciones
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARENA	Decreto Ejecutivo N° 1-94 (7 de Enero 1994) Reforma de la Ley creadora de los ministerios de estado. Decreto No. 6, Aprobado el 20 de Julio de 1979	Formulación de propuestas, evaluación, seguimiento de las políticas nacionales del medio ambiente, aprobadas por el Ejecutivo. Participación en la elaboración de planes, programas y proyectos de protección al ambiente y los recursos naturales. Formulación, evaluación, actualización, seguimiento y coordinación de la Estrategia de Ordenamiento Ambiental, y Plan de Acción Ambiental. Organización y coordinación del Sistema de Vigilancia Ambiental. Administración y manejo de Aéreas Forestales, Reservas y Parques Nacionales. Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental de programas y proyectos. Competencia para diseñar e implementar políticas de protección y explotación de los recursos pesqueros y acuicultura.
Ministerio Agropecuario y Forestal MAGFOR	Decreto N° 1-90 (25 de Abril 1990) Reforma de la Ley creadora de los ministerios de estado. Decreto No. 6, Aprobado el 20 de Julio de 1979	Formular políticas de desarrollo agropecuario. Impulsar el desarrollo de las áreas agrícola, pecuaria, forestal, piscícola, avícola, industrial, etc. Delimitar las áreas de cultivo en coordinación con el Instituto Nicaragüense de Reforma Agraria. Desarrollar planes y programas para la protección del sistema ecológico a nivel nacional. Desarrollo del Plan de Acción para la Agricultura e implementación de programas de desarrollo rural.
Sistema Nacional de Administración Forestal SNAF	Ley No. 462. Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Aprobado el 26 de Junio del 2003	Aprobar la política forestal formulada y elaborada por el MAGFOR. Conocer de las concesiones forestales que otorgue el Estado. Recibir trimestralmente del INAFOR un informe de los permisos otorgados, suspendidos o cancelados. Recibir trimestralmente del Comité Regulador del Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEFO), un informe del uso, distribución y disponibilidad de dicho fondo. Otras que se establezcan en el Reglamento de

		esta Ley.
Instituto Nacional Forestal INAFOR	Ley N°. 290. Ley Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo. Aprobado el 3 de junio de 1998	El Instituto Nacional Forestal (INAFOR), bajo la rectoría sectorial del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), tiene por objeto velar por el cumplimiento del régimen forestal en todo el territorio nacional.
Comisión Nacional Forestal CONAFOR	Ley No. 462. Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Aprobado el 26 de Junio del 2003	Instancia del más alto nivel y foro para la concertación social del sector forestal, la cual tendrá participación en la formulación, seguimiento, control y aprobación de la política, la estrategia y demás normativas que se aprueben en materia forestal.
Comité regulador del Fondo Nacional de Desarrollo Forestal FONADEFO	Ley No. 462. Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Aprobado el 26 de Junio del 2003	Financiar los programas y proyectos que se enmarquen en los objetivos de fomento de la presente Ley.
Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP	Ley No. 217. Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales Aprobada el 27 de Marzo de 1996	El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), se integra por las Áreas Protegidas; los Parques Ecológicos Municipales, declarados legalmente por las respectivas Municipalidades; el conjunto de Reservas Privadas, formadas y reconocidas conforme a los criterios, clasificación y procedimientos que para tal fin MARENA establezca; así como por los instrumentos legales, de gestión ambiental y administrativos requeridos para su desarrollo.

Anexo 5. Especies representativas en áreas fuera de bosque.

Las diez especies más frecuentes en áreas fuera de bosque:

Nº	Nombre científico	Nombre común	AFB	%
1	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guácimo de ternero	1,696	7.132
2	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	Laurel	1,452	6.106
3	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth. ex Walpers	Madero negro	909	3.823
4	<i>Morinda panamensis</i>	Morinda	720	3.028
5	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) D.C.	Nancite	612	2.574
6	<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	593	2.494
7	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg	Jiñocuabo	591	2.485
8	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	585	2.460
9	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) D.C.	Roble sabanero	581	2.443
10	<i>Inga densiflora</i>	Guaba	570	2.397

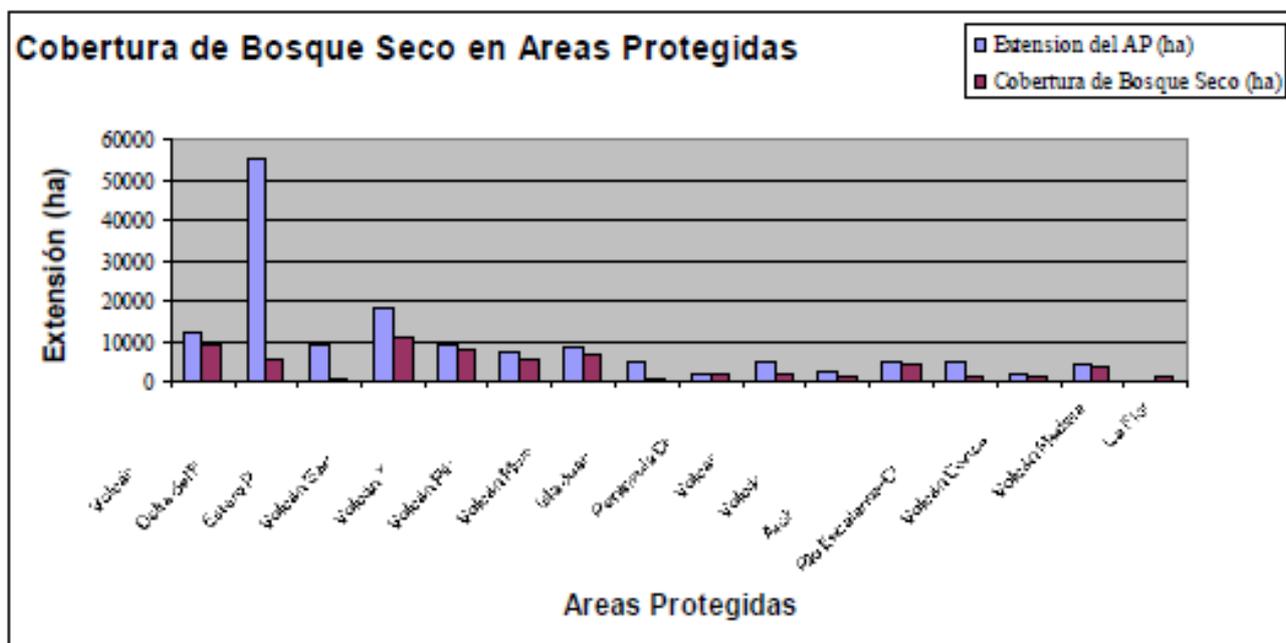
Fuente: INF, 2007-2008.

Anexo 6. Área de Bosque Seco por Área Protegida en la Región Ecológica del Pacífico de Nicaragua.

Nombre del AP	Extensión del AP (ha)	Cobertura de Bosque Seco (ha)
Volcán Cosigüina	12,420	9,462
Delta del Estero Real	55,000	5,432
Estero Padre Ramos	8,800	456
Volcán San Cristobal	17,950	10,576
Volcán Telica-Rota	9,088	7,942
Volcán Pilas-El Hoyo	7,422	5,569
Volcán Momotombo	8,500	6,251
Isla Juan Venado	4,600	297
Península Chiltepe	1,800	1,874
Volcán Masaya	5,100	1,774
Volcán Mombacho	2,487	1,137
Archipiélago Zapatera	5,227	4,108
Río Escalante-Chacocente	4,800	1,192
Volcán Concepción	2,200	1,091
Volcán Madera	4,100	3,507
La Flor	---	1,286

Fuente: TNC-Nicaragua, 2007.

Anexo 7. Proporciones de bosque seco en áreas protegidas en la Región Ecológica del Pacífico de Nicaragua.



Fuente: TNC-Nicaragua, 2007.

Anexo 8. Listado de especies vegetales de la Reserva Natural Tisey-La Estanzuela

	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Jocote de monte
2		<i>Tapirira mexicana</i> Marchand.	Trotón
3	Anonaceae	<i>Annona holosericeae</i> Sofford	Anona
4		<i>Sapranthus violaceus</i> (Dunal) Saff.	Palanco
5	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Flor blanca
6		<i>Stemmademia galeottiana</i> (A.Rich.) Miers.	Cachito
7	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreo</i> (L.) Decne & Planch	Basajo de venado
8		<i>Oreopanax geminatus</i> El. Marchal	Mano de León
9		<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch	Mano de León
10	Asteraceae	<i>Eupatorium murifolium</i> Mill	Lengua de vaca
11		<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L) K. Beacker	Flor amarilla
12		<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass	Salvia
13		<i>Senecio arborescente</i> Steetz	Manto del Señor
14		<i>Senecio patasioides</i> Greenm	Flor amarilla
15		<i>Tithonia diversifolia</i> Hemsl.	Jalacate

16	Bignonaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> A. Gentry	Cortés
17		<i>Tabebuia rosea</i> Bertol.	Macuelizo
18	Bixacea	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Will.) Spreng.	Tecomenjuche
19	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth.) Brotton & E.G Baker	Cedro pochote
20		<i>Bernullia flammea</i> Oliver	Ceiba
21		<i>Ochroma pyramidales</i> (cav. ex Lan) Urb.	Desconocido
22	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel
23		<i>Cordia collococca</i> L.	Laurel negro
24		<i>Cordia bullata</i> (L.) Roem & Schult.	Escoba negra
25		<i>Tournefortia angustiflora</i> Ruis & Pav.	Cola de alacrán
26	Buddlejaceae	<i>Buddleja americana</i> L.	Teposan
27	Burseraceae	<i>Bursera penicillata</i> (Sesse & Moc. ex DC.) Engl.	Caraña

	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
28		<i>Bursera simarouba</i> L.	Jiñocuabo
29	Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.	Desconocido
30		<i>Senna papilosa</i> (Britton & Rose) H.S.Irwin & Barneby	Desconocido
31	Clethraceae	<i>Clethra occidentalis</i> (L.) Kuntze	Pimienta de montaña
32		<i>Clethra</i> sp.	Desconocido
33		<i>Clethra vicentina</i> Standl.	Pimienta de montaña
34	Clusiaceae	<i>Clusia flava</i> Jacq.	Quiata
35		<i>Clusia minor</i> L.	Desconocido
36		<i>Garciana intermedia</i> (Pitt.) Hammel.	Jocomico
37	Ebenaceae	<i>Diospyros salisifolia</i> Humb. & Bonpl. Ex Will	Bum Bum
38	Ericaceae	<i>Agarista mexicana</i> (Standl. & L.O. Williams) Sleum	Guacuco
39	Eritroxilaceae	<i>Erytroxylum guatemalensis</i> Lundell	Desconocido
40	Euphorbiaceae	<i>Adelia barbinervis</i> Schlecht. & Cham	Mora blanca
41		<i>Croton cortesianiua</i> Kunth	Muñeco
42		<i>Croton draco</i> (Klotzch) Webst.	Sangre de grado
43		<i>Croton niveus</i> Jacq.	Escarcha
44		<i>Croton reflexifolius</i> H.B.K.	Achiote de monte
45		<i>Croton</i> sp.	Guesito
46		<i>Croton schiedeanus</i> Schlecht.	Quina
47		<i>Croton xalapensis</i> H.B.K.	Muñeco
48		<i>Ricinus communis</i> L.	Higuera
49		<i>Sapium macrocarpum</i> Muell.	Leche de sapo
50	Fabaceae	<i>Coursetia polyphylla</i> Brandegee	Ebano
51		<i>Cracca mollis</i> (HBK) Benth. & Orst.	Desconocido
52		<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq) Urban	Desconocido
53		<i>Dalbergia</i> sp.	Desconocido
54		<i>Diphysa americana</i> Miller	Guachipilín
55		<i>Erytrina berterona</i> Urban	Helequeme
56		<i>Lonchocarpus ferrugineo</i> M. Sousa	Chaperno
57		<i>Machaerium nicaraguense</i> rudd.	Desconocido

	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
58		<i>Piscidia carthaginensis</i> Jacq.	Zopilocua
59	Fagaceae	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	Encino
60		<i>Quercus segoviense</i> Liebm.	Roble
61	Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Comida de culebra
62		<i>Xylosma flexuosa</i> (HBK) Hemsl.	Aguja de arra
63	Hydrophylaceae	<i>Wigandia urens</i> (Kunth) D. Gibson	Chicicaste de amor
64	Lamiaceae	<i>Lippia chiapensis</i> Loes.	Tatascame
65	Lauraceae	<i>Cinnamomun cinnamomifolium</i> (Kunth) Korstem.	Aguacate canelo
66		<i>Persea coerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Aguacate de monte
67	Lythraceae	<i>Pehria compacta</i> (Rusby) Sprague	Varilla calorada
68	Malphygiaceae	<i>Buchosia cornifolia</i> HBK	Mandapan
69		<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) HBK	Nancite
70		<i>Galphimia glauca</i> Cav.	Purísima
71	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Quesillo
72	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
73		<i>Trichilia americana</i> (Sesse & Moc) Penn.	Cedro mata piojo
74		<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Limoncillo
75		<i>Trichilia martiana</i> C. DC	Matapiojo
76	Melastomataceae	<i>Miconia desmantha</i> Benth.	Desconocido
77		<i>Miconia guatemalensis</i> Cogn	Desconocido
78		<i>Miconia lauriformes</i> Naudin	Desconocido
79	Mimosaceae	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	Quebracho
80		<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Will.	Espino blanco
81		<i>Acacia pennatula</i> (Schlecht. & Cham) Benth.	Carbón
82		<i>Albizia adinocephalla</i> Donn Sm	Desconocido
83		<i>Calliandra caeciliae</i> Harms	Barba de chivo blanca
84		<i>Calliandra calothyrsus</i> Meissn.	Barba de chivo
85		<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill) Standley.	Barba de chivo
86		<i>Calliandra</i> sp.	Chupada de gorrión

	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
87		<i>Inga paterno</i> Harms.	Guaba extranjera
88		<i>Inga punctata</i> Will.	Guaba negra
89		<i>Inga vera</i> Wil.l	Cuajiniquil
90		<i>Lysiloma auritum</i> (Sctdl.) Benth.	Quebracho Sabanero
91		<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bunpl. Ex Will	Zarza
92		<i>Mimosa pigra</i> L.	Zarza
93	Moraceae	<i>Ficus goldmanii</i> Standl.	Higo
94		<i>Ficus insipida</i> Will.	Chilamate
95		<i>Ficus isophlebia</i> Standl.	Mata palo
96		<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Lechoso
97		<i>Ficus ovalis</i> (Liebm). Miq.	Higo (Chilamate)

98		<i>Ficus racemosa</i> (L.) Urb.	Desconocido
99		<i>Ficus tonduzii</i> Standley	Mata palo
100	Myricaceae	<i>Myrica cerifera</i> L.	Encinillo
101	Myrsinaceae	<i>Ardisia costaricensis</i> Lundell	Cuya de montaña
102		<i>Ardisia revoluta</i> Kunth	Cuya
103		<i>Myrsine pelucido-punctata</i> Orst.	Vara blanca
104	Myrtaceae	<i>Calyptanthus paxillata</i> Mac vaugn.	Saray
105		<i>Eugenia acapulcensis</i> Stend.	Muñeco (Sontule)
106		<i>Eugenia hondurensis</i> A. Molina	Guacuco
107		<i>Eugenia salamensis</i> J.D. Sm.	Desconocido
108		<i>Eugenia</i> sp.	Guayabillo
109		<i>Pimenta diotica</i> (L.) Merr.	Pimienta (de olor)
110		<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba
111	Olacaceae	<i>Shoepfia schreberi</i> J.F. Gmelin	Desconocido
112	Onagraceae	<i>Hauya ruacophila</i> Donn-Sm & Rose	Desconocido
113	Papaveraceae	<i>Bocconia arborea</i> S. Wats.	Desconocido
114	Pinaceae	<i>Pinus maximino</i> H.E. Moore	Pino
115		<i>Pinus oocarpa</i> H.E. Moore	Pino

	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
116	Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Desconocido
117		<i>Piper auritum</i> Kunth	Santa María
118		<i>Piper hispidium</i> Sw.	Cordoncillo
119		<i>Piper pseudolindenii</i> C. Dc.	Cordoncillo
120	Poligonaceae	<i>Ruprechtia costata</i> Meisn.	Cajonero
121	Rhannaceae	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	Guliguiste
122	Rosaceae	<i>Prunus capuli</i> Cav.	Sapotillo
123		<i>Prunus</i> sp.	Desconocido
124		<i>Rubus adenotrichus</i> Schlechtend.	Zarza parilla
125	Rubiaceae	<i>Bouvardia leiantha</i> Benth	Desconocido
126		<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitch	Garrapata
127		<i>Chiococca pachyphylla</i> Wernhan.	Campanita
128		<i>Guettarda macrosperma</i> Donn. Sm.	Chachito
129		<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Desconocido
130		<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	Desconocido
131	Rutaceae	<i>Casimiroa sapota</i> Llave & Lex	Matasano
132		<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> Macfady	Chinche
133		<i>Zanthoxylum nicaraguense</i> Standl. & L.O. Williams	Chinche
134	Saliaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Suace
135	Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i> Popp. & endl	Cola de pava
136		<i>Cupania guatemalensis</i> (Tunez) Randlk	Piojillo
137		<i>Sapindus saponaria</i> L.	Pacón
138		<i>Thouinia brachybotrya</i> donn. Sm	Desconocido
139	Sapotaceae	<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly.	Níspero

140	Solanaceae	<i>Cestrum lanatum</i> M.M. Martens & Galeotti	Comida de paloma
141		<i>Cestrum aurantiacum</i> Lindl.	Flor de noche
142		<i>Solanum antillanum</i> K. Roe.	Quiebra platos
143		<i>Solanum hispidum</i> Pers.	Quiebra platos
144		<i>Solanum ochraceo-ferrugineum</i> (donn) fern,	Quiebra platos
145		<i>Witheringia</i> sp.	Desconocido

	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
146	Staphyllaceae	<i>turpia occidentalis</i> (Sw.) G. Donn.	Sauco de montaña
147	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guacimo
148	Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i> K. Pers	Álamo
149	Symplocaceae	<i>Symplocus</i> sp.	Desconocido
150	Thymeliaceae	<i>Daphnopsis americana</i> (Griseb.) Nevl.	Pellejo de vieja
151	Tiliaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sesse. ex DC) mart.	Guácimo de molinillo
152	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L). Blume	Capulín
153	Urticaceae	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L). Sw	Desconocido
154		<i>Myriocarpa longipes</i> Liemb.	Palo de humo
155		<i>Urera carasana</i> (Jacq.) Griseb	Palo de humo
156	Verbenaceae	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Cucaracha
157		<i>Lantana camara</i> L.	Siete negritos
158		<i>Lantana velutina</i> Mart & Gal.	Cuasquite
159		<i>Lippia Myriocaphala</i> Schlechtend	Mampaz
160		<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	Balona

Fuente: Plan de Manejo de la Reserva Natural Tisey-La Estanzuela.