

Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua¹

Ma. Jimena Esquivel², Celia A. Harvey³, Bryan Finegan⁴,
Fernando Casanoves⁵, Christina Skarpe⁶, Andreas Nieuwenhuys⁷

RESUMEN

La regeneración natural de árboles y arbustos puede constituir una estrategia sostenible para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en Centroamérica. Se compararon la abundancia, riqueza, diversidad y composición de especies de plántulas, juveniles y adultos de árboles y arbustos en 46 potreros activos en el municipio de Muy Muy, Nicaragua, para identificar su capacidad potencial para regenerarse de manera natural en potreros activos. En total, se encontraron 6.379 plántulas (altura < 30 cm), 5.698 juveniles (altura > 30 cm y dap < 10 cm) y 1.769 adultos (dap > 10 cm) pertenecientes a 85 especies de árboles y arbustos. Treinta y siete especies presentaron altas probabilidades de regenerarse naturalmente, mientras que otras presentaron limitaciones en diferentes momentos. Estos resultados indican que bajo condiciones de manejo extensivo existe un alto potencial para el establecimiento de sistemas silvopastoriles mediante el manejo de la regeneración natural. Sin embargo, la riqueza y diversidad arbórea en potreros disminuirá si no se toman medidas para facilitar la regeneración de las especies que actualmente enfrentan limitaciones.

Palabras claves: Bosque tropical seco, sistemas silvopastoriles, árboles, arbustos, regeneración natural, composición botánica, cubierta vegetal.

Natural regeneration of trees and shrubs in active pastures in Nicaragua

ABSTRACT

The natural regeneration of trees and shrubs is a sustainable strategy for establishing silvopastoral systems in Central America. The abundance, richness, diversity and species composition of seedlings, saplings and adult trees and shrubs were compared in 46 active pastures in the municipality of Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua, in order to identify their potential to naturally regenerate in active pastures. A total of 6,378 seedlings (height < 30 cm), 5,698 saplings (height > 30 cm and dbh < 10 cm) and 1,769 adults (dbh > 10cm) from 85 tree and shrub species were found. Thirty seven species had high regeneration rates in active pastures, while the remaining species showed possible limitations at different stages of regeneration. These results indicate that under the current extensive management conditions there is a high potential for establishing silvopastoral systems using natural regeneration. However, the richness and diversity of trees and shrubs will probably decrease unless measures are taken to facilitate the natural regeneration of those species that currently face limitations.

Keywords: Tropical dry forest, silvopastoral systems, trees, shrubs, natural regeneration, plant composition, plant cover.

INTRODUCCIÓN

La disminución de la cobertura arbórea en potreros, el manejo inapropiado del pastoreo y la inestabilidad de los mercados de carne y leche han propiciado la degradación del 50% de los pastizales centroamericanos y la insostenibilidad del sistema convencional de producción ganadera en la región (Kaimowitz 1996, Villacís et ál. 2003). Según Murgueitio et ál. (1999), una alternativa para la recuperación sostenible de las pasturas y la productividad de las fincas ganaderas centroamericanas es incrementar y mantener la cobertura arbórea

en potreros mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP). La conversión de sistemas convencionales hacia SSP pasa por la plantación de árboles nativos en pasturas ya establecidas (Aide y Cavalier 1994). La construcción de cercas de protección para el establecimiento de plantones, o el retiro temporal de animales para facilitar la regeneración, son estrategias que limitan las actividades ganaderas y exigen altas inversiones económicas y de mano de obra; condiciones que desmotivan a los productores ganaderos a implementar SSP en sus fincas (Viana et ál. 2001).

¹ Basado en Esquivel (2005).

² Centro de Investigaciones en Producción Pecuaria Sostenible (CIPAV), Cali, Colombia. jimena@cipav.org.co (autora para correspondencia).

³ Manejo y Conservación de la Biodiversidad, CATIE. charvey@catie.ac.cr

⁴ Grupo Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, CATIE. bfinegan@catie.ac.cr

⁵ Unidad de Biometría, CATIE. casanoves@catie.ac.cr

⁶ Norwegian Institute for Nature Research, NINA. Oslo, Noruega. Department for Forestry and Wildlife Management, University College of Hedmark, Evenstad, Norway. Correo electrónico: christina.skarpe@hihm.no

⁷ Experto en suelos tropicales. Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE. andreas@catie.ac.cr

Una estrategia económica y ecológicamente viable para conciliar la implantación de SSP con la continuidad de la actividad ganadera en pasturas es el manejo de la regeneración natural de especies arbóreas en pasturas activas (Clavo y Baca 1999). Desafortunadamente, se conoce poco sobre la dinámica de la regeneración natural de árboles nativos en potreros activos. Aunque los árboles aislados en potreros pueden constituir hasta el 60% de la diversidad arbórea de una localidad (Harvey et ál. 2003 a, b), es probable que no todas esas especies sean capaces de mantener sus poblaciones en los potreros activos. La susceptibilidad de plántulas y juveniles a las interacciones con el ganado y a las prácticas de manejo realizadas por los productores podrían limitar la regeneración natural de algunas especies (Janzen 1986), mientras que beneficiaría la dispersión y el establecimiento de otras (Somarriba 1985).

El manejo de la regeneración natural arbórea requiere, como primer paso, identificar las capacidades de árboles y arbustos para regenerarse naturalmente bajo condiciones particulares de manejo. El objetivo de esta investigación es, por una parte, evaluar la composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies de árboles y arbustos –y su estado de desarrollo (adulto, juvenil, plántula) – en potreros activos. Por otra parte, se quiere identificar las especies que regeneran activamente en potreros y que pueden fácilmente ser utilizadas para el establecimiento de SSP, así como las especies de regeneración natural limitada y para las cuales deben desarrollarse estrategias de manejo específicas para superar las barreras existentes a su establecimiento en pasturas activas. Estos resultados aportan al entendimiento de las dinámicas de colonización y establecimiento de especies arbóreas en pasturas activas y al desarrollo de SSP.

El área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua, en el área de acción del proyecto Pasturas Degradadas (12°31' - 13°20' N, 84°45' - 86°15' O). El ecosistema de esta localidad es de bosque seco tropical subhúmedo con promedios anuales de 24,5°C y 1576 mm, lluvias entre mayo y setiembre y bosques bajos o medianos, caducifolios y subcaducifolios (Salas 1993). El 53% del área de Muy Muy está cubierta por pastos naturalizados (mezcla de gramas nativas no sembradas), 22% de pastos mejorados braquiaria (*Brachiaria* spp.) y estrella africana (*Cynodon* spp.), 10% de tacotales y 5% de bosques. Las fincas ganaderas tienen un área promedio de 40 ha, un promedio de 39,6



Potreros activos y sus árboles dispersos en el municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua (foto: Proyecto PACA, CATIE)

cabezas de ganado de doble propósito (leche y carne) y entre 6 y 10 potreros de 3 a 6 ha con una carga animal promedio de 1,08 UA ha⁻¹. El sistema de producción es de ganadería extensiva; la eliminación de malezas se realiza mediante limpiezas manuales (chapias), quemas y herbicidas (CATIE-NORAD 2002).

Áreas de muestreo

Se seleccionaron 46 potreros con pastoreo activo, de acuerdo con la composición de sus pasturas y su historia de quema: 15 potreros con pastos braquiaria, 13 potreros con pasto estrella y 18 potreros con pastos naturalizados, como *Paspalum* spp. En 16 de estos potreros se realizaron quemas hace menos de cinco años, mientras que en los 30 potreros restantes las quemas se realizaron hace más de cinco años. Los efectos de la quema sobre la regeneración natural se describen en detalle en Esquivel (2005). El área promedio de los potreros es de 5,82 ± 1,34 ha y se localizan en planicies y terrenos ondulados con pendientes de planas a intermedias, suelos vérticos (vertisoles, inceptisoles y alfisoles) inundables, entre 100 y 450 msnm (CATIE-NORAD 2002).

Diseño de muestreo

Se estableció un total de 835 parcelas circulares (PC) de 1,5 m de radio (7 m²) para el muestreo de plántulas (10 cm ≥ altura ≤ 30 cm), 441 parcelas cuadradas o cuadrantes (C) de 20 m x 20 m (400 m²) para juveniles (30 cm > altura y diámetro altura pecho (dap) ≤ 10 cm) y 46 parcelas de 1 ha (P) para el muestreo de árboles y arbustos adultos (dap > 10 cm). Las PC se establecieron a una distancia de 20 m entre sí, con un promedio de 18

PC por potrero. Estas PC constituyeron las esquinas de los C; en promedio hubo 10 C por potrero (Figura 1). En P se registraron las especies presentes, así como la altura total (m) y dap (cm) de todos los árboles y arbustos encontrados. Las mediciones se hicieron entre mayo y julio del 2004.

Análisis de información

Para caracterizar la composición de plántulas, juveniles y adultos se calcularon índices de valor de importancia (IVI) de cada especie y etapa de desarrollo utilizando las abundancias, frecuencias y dominancias relativas (Magurran 2003). La riqueza esperada para cada estado de desarrollo se obtuvo promediando estimadores de riqueza no paramétricos (Jack 1, Chao 1, Chao 2) y estimadores basados en cobertura y abundancia (ICE y ACE) calculados por Estimates V 7 (Cowell 2004). Los índices de riqueza (Margaleff), diversidad (Shannon), dominancia (Simpson) y equitatividad (Evenness) para plántulas, juveniles y adultos se calcularon por potrero utilizando Species Diversity & Richness V 3.0 (Henderson y Seaby 2002). Se construyeron curvas de rarefacción y de acumulación de especies para comparar la riqueza acumulada y la densidad de individuos entre los tres estados de desarrollo. Los índices fueron comparados con ANDEVA y pruebas de Tukey utilizando InfoStat (2004). La capacidad de regeneración natural de las especies arbóreas en potreros activos se determinó comparando la presencia de individuos y sus índices de valor de importancia (IVI) en los tres estados de desarrollo.

RESULTADOS

Composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies

Se encontraron un total de 13.845 árboles y arbustos entre plántulas (46%), juveniles (41%) y adultos (13%) pertenecientes a 85 especies y 36 familias en los 46 potreros evaluados. En los tres estados de desarrollo, Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae, Bignoniaceae, Sterculiaceae y Borraginaceae fueron las familias más ricas (entre 25% y 31% de las especies en cada estado de desarrollo) y abundantes (entre 54% y 86% de los individuos en cada estado de desarrollo). La mayoría de las especies en cada estado de desarrollo presentaron menos de dos individuos (30% de especies de juveniles y 35% de especies de plántulas y adultos) y se registraron en menos de dos potreros (47% de especies de plántulas y 40% de especies de juveniles y adultos). La proporción de especies con más de 65 individuos fue mayor en plántulas y juveniles (21%) que en árboles adultos (13%) (Cuadro 1).

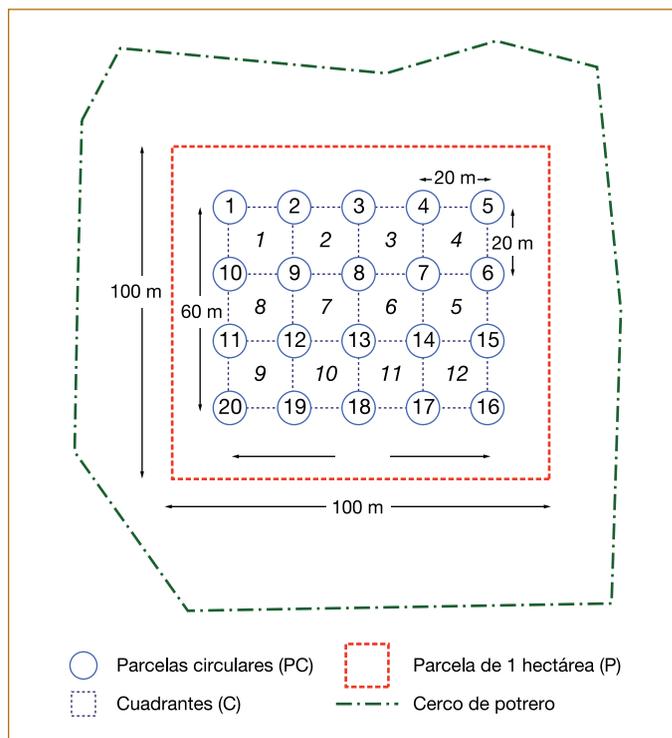


Figura 1. Número y distribución espacial esquematizada de las parcelas de muestreo de vegetación arbórea en potreros de Muy Muy, Nicaragua

El muestreo permitió registrar el 66% de las especies de plántulas, 79% de las especies de juveniles y el 81% de las especies de adultos esperados. La diversidad de adultos fue mayor que la diversidad de juveniles y plántulas, ya que con un menor número de individuos se acumuló un mayor número de especies de árboles y arbustos adultos que de juveniles y plántulas. El número de especies y de individuos por la mayor unidad de área comparable (0,5 ha) fue mayor para plántulas y juveniles que para árboles y arbustos adultos (Figura 2). En promedio se encontró 1 plántula/m², 1 juvenil/50 m² y 1 adulto/250 m². El índice de equitatividad (Evenness) fue significativamente mayor para juveniles y plántulas que para árboles adultos (ANDEVA, $F_{2,135}=8.97$, $p=0.002$) mientras que los índices de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson no presentaron diferencias significativas entre estados de desarrollo (Cuadro 1).

Las diez especies de árboles y arbustos con los mayores índices de valor de importancia (IVI) en las tres etapas de desarrollo fueron especies típicas de áreas perturbadas, consideradas pioneras y tolerantes a las condiciones de micrositio de las pasturas, al ramoneo y al pisoteo del ganado (Cuadro 2); entre ellas, frijolillo (*Leucaena shanoni*) y carao (*Cassia grandis*). La mayo-

Cuadro 1. Abundancia, riqueza, diversidad, dominancia, equitatividad y densidad de especies de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Nicaragua

Categoría de desarrollo	Adultos	Juveniles	Plántulas
Talla (cm): dap y altura	dap >10	30 > a y dap ≤10	10 ≥ a ≤30
No. de parcelas	46	441	835
Área (ha)	46,0	17,6	0,6
Abundancia (no. de individuos)	1769	5698	6378
No. de familias	28	31	24
No. de géneros	52	50	41
No. de especies observadas	72	70	60
No. de especies esperadas (promedio de Jack 1, ICE, ACE, Chao 1 y Chao 2)	89	89	93
No. de especies con uno o dos individuos	25	21	21
No. de especies con más de 65 individuos	9	15	12
Densidad de especies (No. de especies / 0,5 ha)	5	22	56
Densidad de individuos (No de individuos / 0,5 ha)	20	177	5446
Índice de riqueza de Margaleff (media ± EE)	1,82 ±0,10 ^a	1,68 ±0,12 ^a	1,49 ±0,09 ^a
Índice de diversidad de Shannon (media ± EE)	1,76 ±0,07 ^a	1,66 ±0,08 ^a	1,56 ±0,07 ^a
Índice de dominancia de Simpson (media ± EE)	0,25 ±0,02 ^a	0,30 ±0,03 ^a	0,33 ±0,03 ^a
Índice de equitatividad o Evenness (media ± EE)	0,83 ±0,02 ^a	0,73 ±0,02 ^b	0,71 ±0,02 ^b

Letras diferentes en distintas filas indican diferencias significativas según ANDEVA ($p \leq 0,05$).

ría de las especies con IVI alto fueron dispersadas por el ganado, como jenízaro (*Samanea saman*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Todas estas especies ofrecen usos potenciales para diferentes actividades de la finca; ya sean frutales como jobo (*Spondias mombin*) y guayaba (*Psidium guajava*), maderables como roble macuela (*Tabebuia rosea*) y laurel (*Cordia alliodora*) y/o forrajeras como guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) (Cordero y Boschier 2003).

Los potreros bajo continua actividad ganadera pueden albergar una densa y rica regeneración natural de especies arbóreas a pesar de la presencia y presión del ganado. Se encontraron 5446 plántulas (56 sp) y 177 juveniles (22 sp) en la media hectárea de pastura muestreada para plántulas y juveniles. Las características de la cobertura arbórea adulta y el manejo de las pasturas pueden influir en la riqueza y densidad de la regeneración natural de árboles y arbustos en potreros (Esquivel 2005). El manejo extensivo de la ganadería

que tradicionalmente se ha practicado en Muy Muy se caracteriza por potreros grandes y poca tecnificación convencional; esto probablemente ha favorecido el desarrollo de una mayor riqueza y densidad de árboles que la encontrada en otras localidades ganaderas de bosque seco centroamericano (Esquivel et ál. 2003, Villacís et ál. 2003). Esta abundante y rica cobertura arbórea dentro de los potreros se ha visto favorecida por el establecimiento de pasturas que crecen en macolla y que dejan espacios abiertos en el suelo (como *Brachiaria* spp.), el control del sobrepastoreo y la colindancia de potreros con bosques secundarios (Esquivel 2005). Estas características hacen que aumente la disponibilidad y riqueza de las fuentes de semillas en los potreros, atraen un mayor número de animales silvestres dispersores de semillas, mejoran las condiciones microclimáticas en las pasturas y disminuyen la competencia de los pastos, permitiendo que la colonización arbórea supere las principales barreras para la dispersión, germinación y establecimiento de plántulas de árboles y arbustos en las pasturas activas (Esquivel y Calle 2002).

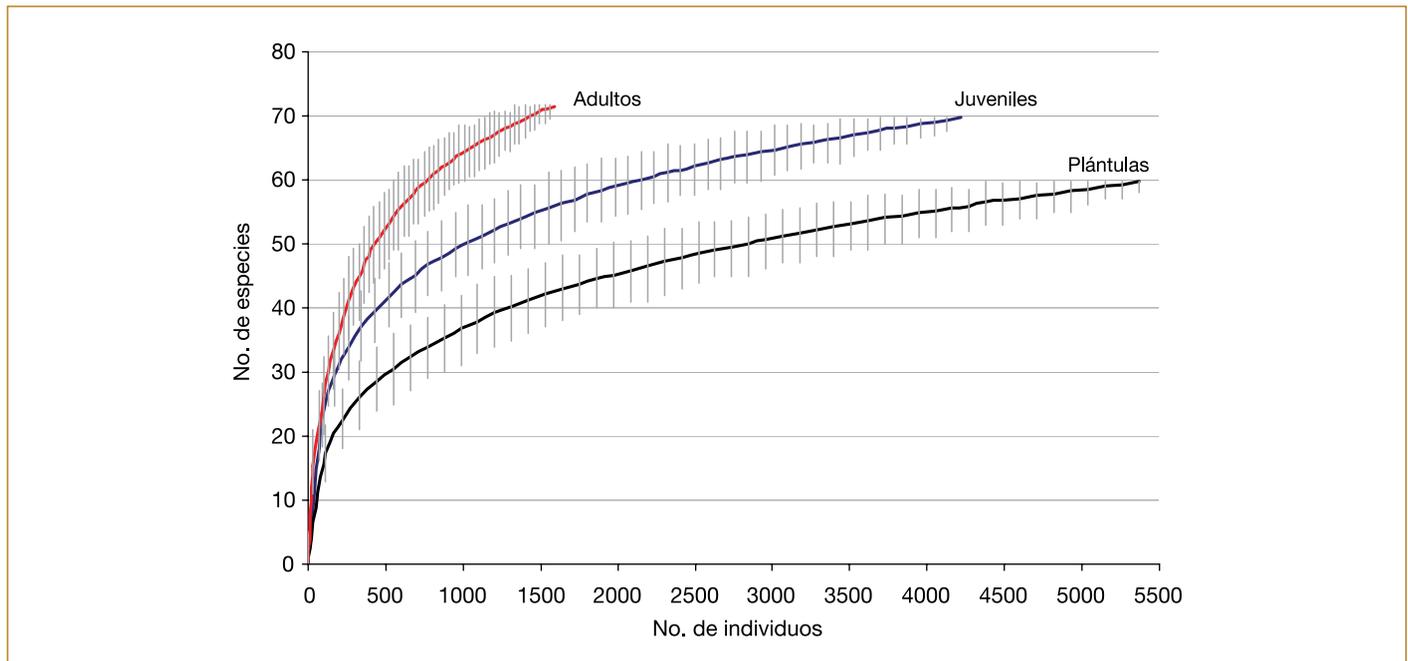


Figura 2. Curvas de acumulación de especies de árboles y arbustos en función del número de individuos en potreros activos en Muy Muy, Nicaragua. Las barras indican el error estándar de cada curva

Cuadro 2. Especies de árboles y arbustos con mayor IVI encontradas en 46 potreros en Muy Muy, Nicaragua, y su afinidad de hábitat

Especies	Nombre común	Hábitat	Dispersión	Usos	IVI		
					adultos	juveniles	plántulas
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo ternero	Br, Ap	As,G	Fo, M, L	82*	109*	99*
<i>Cassia grandis</i>	Carao	Ap	G	S	80*	83*	46*
<i>Tabebuia rosea</i>	roble macuelí	Br, Bs, ap	V	M	80*	78*	99*
<i>Albizia saman</i>	jenízaro/cenízaro	Bs, Ap	G	M,Fo,S	74*	58*	33*
<i>Bursera simaruba</i>	jiñocuabo	Br, Bs, ap	As	L,Fo, Cv	63*	18*	41*
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	guanacaste	Bs, Ap	G	Fo,S	52*	108*	91*
<i>Cordia alliodora</i>	laurel hormiguero	Bs, Ap	V	M	47*	48*	84*
<i>Leucaena shannoni</i>	frijolillo	Ap	G	Fo	45*	57*	48*
<i>Gliricidia sepium</i>	madero negro	Bs, Ap, c	G	Fo, Cv	40*	31*	28*
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Ap, C	As	Fr,Cv	37*	24*	31*
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	Bs, Ap	V	M	34*	9	48*
<i>Cordia collococca</i>	Muñeco	Bs, Ap	As	M,Fo-	25*	41*	26*
<i>Platymiscium parviflorum</i>	coyote	Bs	V	M	24*	34*	37*
<i>Psidium guajava</i>	guayaba	Ap, C	As, G	Fr,Fo	22*	55*	18*
<i>Genipa americana</i>	Jagua	Bs, Ap, c	As	Fr	14*	31*	53*
<i>Pithecellobium dulce</i>	espino de playa	Br, Ap	As, G	Fo,L	7	43*	7

IVI adultos = abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa

IVI juvenil y plántula = abundancia relativa + frecuencia relativa

*Los 16 IVI más altos por categoría

Hábitat: bosque ribereño (Br), bosque secundario (Bs), áreas perturbadas (Ap), cultivos (C)

Vectores de dispersión de semilla: animales silvestres (As), viento (V), ganado (G)

Usos potenciales: forraje (Fo), madera (M), leña (L), sombra (S), cercas vivas (Cv), frutales (Fr)

Capacidad de regeneración de las especies

Las especies arbóreas en los potreros tienen diferentes capacidades para establecer sus plántulas y juveniles en potreros activos. Se identificaron dos grupos de especies con diferente capacidad para regenerarse naturalmente en potreros: (i) especies con regeneración natural activa y (ii) especies con regeneración natural limitada. El primer grupo estuvo compuesto por 37 de las 85 especies registradas, las cuales presentaron plántulas, juveniles y adultos en potreros. Seis de estas especies mostraron IVI altos en las tres etapas de desarrollo (Cuadro 2) y otras diez presentaron IVI altos solo en una o dos de estas etapas (Cuadro 3). Por ejemplo, *P. guajava* y *P. dulce* tuvieron un IVI alto solo en la etapa de juveniles; *C. odorata*, *P. parviflorum* y *G. americana*, solo como plántulas y *G. sepium* y *S. mombin* solo como adultos. Las 21 especies restantes mostraron IVI bajos en las tres etapas de desarrollo (Cuadro 3).



Plántula de *Cedrela odorata* en un potrero activo de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua (foto: Proyecto PACA, CATIE)

La regeneración natural está dominada por especies típicamente pioneras, colonizadoras de claros en bosques secos y subhúmedos, dispersadas por viento o ganado, tolerantes a la interacción con el ganado y con usos identificados por los productores para las actividades de la finca (Cordero y Boschier 2003). Esta alta proporción de especies con capacidad para mantener sus poblaciones en pasturas activas indica que es posible desarrollar estrategias de manejo que favorezcan el establecimiento y mantenimiento de sistemas silvopastoriles, aprovechando la dinámica de la regeneración natural en las pasturas centroamericanas. Algunas especies con regeneración activa tienen potencial para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con árboles maderables; entre ellas, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Platymiscium parviflorum*, *Cedrela odorata*, *Cordia collococca*, *Tabebuia ochracea*, *Pachira quinata*. Otras especies con regeneración natural activa tienen además potencial forrajero, lo cual las hace especialmente deseables para el establecimiento de sistemas de pastoreo/ramoneo, corte y acarreo, árboles dispersos o cercas vivas; entre ellas *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Albizia saman*, *Albizia guachapele*, *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium dulce*, *Psidium guajava*, *Acrocomia mexicana*, *Erythrina berteroana*, *Bursera simarouba*. También hay especies frutales con regeneración natural activa para el establecimiento de sistemas silvopastoriles; entre ellas *Genipa americana*, *Spondias mombin*, *Calycophyllum candidissimum*, *Inga vera*, *Annona cherimola*, *Annona reticulata*. Un último grupo de especies con regeneración natural activa pueden cumplir un papel ecológico al atraer animales silvestres como aves y murciélagos a las pasturas activas: *Cordia collococca*, *Cornutia pyramidata*, *Casearia sylvestris* (Cordero y Boschier 2003).

Las especies que presentaron individuos solo en una o dos de las tres etapas de desarrollo conformaron el grupo de especies con regeneración natural limitada. En esta condición se encontraron 48 especies: 18 no presentaron árboles adultos en los potreros, como zapotillo negro (*Diospyros salicifolia*) y lagarto (*Sciadodendron excelsum*). En contraste, 16 especies registraron solo árboles adultos, como *Ficus isophlevia* y *Lisiloma auritum*. De las 14 especies restantes, no se encontraron plántulas, como fue el caso de *Zanthoxylum elephantiasis* y *Ceiba aescutifolia* (Cuadro 3). Las especies con regeneración natural limitada son típicas de bosque, intolerantes a las condiciones de micrositio de las pasturas o a las presiones de pisoteo y ramoneo por el ganado y sin usos potenciales valorados por los productores (Cordero y Boschier 2003).

Cuadro 3. Especies arbóreas por categoría de regeneración natural en potreros en Muy Muy, Nicaragua

Categorías de regeneración	Especies	Nombre común	Abundancia			Total
			plántulas (n=835)	juveniles (n=441)	adultos (n=46)	
I: Regeneración natural potencialmente activa (individuos presentes en los tres estados de desarrollo)						
IA. Regeneración natural abundante y frecuente en los tres estados de desarrollo (Especies dominantes)	<i>Cordia alliodora</i>	laurel	2717	239	102	3058
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	guanacaste	525	1200	82	1807
	<i>Tabebuia rosea</i>	roble macuelí	750	597	226	1573
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo ternero	358	898	251	1507
	<i>Cassia grandis</i>	carao	44	293	189	526
IB. Baja abundancia en uno o dos estados de desarrollo (Especies co-dominantes)	<i>Platymiscium parviflorum</i>	coyote	533	206	40	779
	<i>Albizia saman</i>	genízaro	43	228	118	389
	<i>Cedrela odorata</i>	cedro	264	4	66	334
	<i>Gliricidia sepium</i>	madero negro	138	138	57	333
	<i>Psidium guajava</i>	guayaba	25	264	12	301
IC Baja representatividad en los tres estados de desarrollo (Especies no dominantes)	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	chaperno	45	175	7	227
	<i>Tabebuia ochracea</i>	cortéz amarillo	60	156	4	220
	<i>Trichilia americana</i>	piojo	98	13	8	119
	<i>Acrocomia mexicana</i>	coyol	12	79	1	92
	<i>Sapium macrocarpum</i>	palo de leche	54	5	13	72
II: Regeneración natural probablemente limitada (ausencia de individuos en uno o dos estados de desarrollo)						
IIA: Presencia solo de adultos (<i>Living deads</i>)	<i>Ficus isophlevia</i>	matapalo	0	0	12	12
	<i>Robinsonella lindeniana</i>	guácimo blanco	0	0	8	8
	<i>Zuelania guidonea</i>	plomo	0	0	6	6
	<i>Myrciaria floribunda</i>	escobillo	0	0	5	5
	<i>Lysiloma auritum</i>	quebracho	0	0	2	2
IIB. Presencia solo de plántulas y/o juveniles	<i>Capparis frondosa</i>	verga 'e toro	88	24	0	112
	<i>Randia armata</i>	reseda	32	52	0	84
	<i>Curatella americana</i>	chaparro	20	47	0	67
	<i>Casearia corymbosa</i>	chocoyo	3	63	0	66
	<i>Cupania guatemalensis</i>	cola de pava	1	15	0	16
IIC. Presencia solo de adultos y juveniles	<i>Vitex gaumeri</i>	valona	0	11	2	13
	<i>Croton draco</i> spp. <i>panamensis</i>	sangregado	0	6	4	10
	<i>Zanthoxylum elephantiasis</i>	chinche	0	4	5	9
	<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba	0	1	4	5
	<i>Ceiba aescutifolia</i>	ceiba pochote	0	1	3	4

Las limitaciones de estas especies para mantener sus poblaciones en potreros activos se dan en diferentes momentos de su regeneración natural. La ausencia de plántulas y juveniles de algunas especies remanentes del bosque en los potreros podría indicar la presencia de 'living deads'; es decir, árboles adultos incapaces de reproducirse en las condiciones ambientales del nuevo hábitat (Janzen 1986). Otras especies presentan limitaciones en el establecimiento y/o crecimiento de plántulas y juveniles, ya que a pesar de que sus semillas son dispersadas a partir de otros componentes arbóreos del paisaje (bosques y cercas vivas) hasta el interior de las pasturas activas, no logran desarrollarse hasta individuos adultos (Aide y Cavalier 1994). Finalmente, otras especies parecen tener una dispersión de semillas limitada espacial y/o temporalmente, o requerimientos de micrositio muy específicos para la germinación de sus semillas en pasturas, lo cual limita los procesos de dispersión y/o germinación y se reflejan en la ausencia de plántulas en los potreros a pesar de que existen fuentes de semillas e individuos juveniles en los potreros activos (Cornett et ál. 2000).

La identificación de los dos grupos de especies con diferente capacidad potencial para regenerar sus poblaciones en pasturas activas indica que si se mantienen las condiciones actuales de manejo de los potreros probablemente la riqueza, diversidad y composición actual de la cobertura arbórea disminuirá a largo plazo con la pérdida de individuos *living deads*, la pérdida de especies que no logran establecerse en pasturas activas y la dominancia de especies pioneras, dispersadas por el viento o el ganado. Los resultados de este estudio resaltan el potencial de una importante proporción de especies arbóreas nativas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles mediante el manejo de la regeneración natural. Sin embargo, si se quiere mantener la riqueza y diversidad de la cobertura arbórea a futuro, las estrategias de manejo deben asegurar la regeneración de especies con regeneración natural limitada. Estas estrategias de manejo deben ser dirigidas específicamente, dependiendo de las características ecológicas de las especies y de sus respuestas a diferentes condiciones de manejo, a las primeras etapas de desarrollo para el mantenimiento de sus poblaciones en pasturas activas. Por ejemplo, la regeneración de especies con limitaciones para el establecimiento de plántulas podría favorecerse con el mantenimiento selectivo de un mayor número de fuentes de semilla dentro de las pasturas, la dispersión manual de semillas en micrositios apropiados para su germinación, el

trasplante de plántulas y el control del sobrepastoreo. Así se garantizaría la permanencia de especies con potencial maderable y/o forrajero como tusa (*Cordia panamensis*), guácimo rojo (*Luehea seemanii*), quebracho (*Lysiloma auritum*), capulín (*Mutingia calabura*), jocote (*Spondias purpurea*), plomo (*Zuelania guidonea*), ceiba pochote (*Ceiba aescutifolia*, *Ceiba pentandra*), aguacatillo (*Cinamomun triplinerve*) y balona (*Vitex gaumer*).

Adicionalmente, la limpieza manual selectiva (chapia), el control del sobrepastoreo y la protección física de juveniles son prácticas que podrían ayudar a superar las barreras de la regeneración natural de especies como mangle (*Bravaisia intigerrima*), guapinol (*Hymenaea coubaril*), lagarto (*Sciadodendron excelsum*) y sangregado blanco (*Pterocarpus officinalis*), con potencial maderable pero con limitaciones en el desarrollo de juveniles (Clavo y Baca 1999, Barrios 1999, Camargo 1999).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que existe un alto potencial para establecer sistemas silvopastoriles mediante el manejo de la regeneración natural de árboles en las pasturas de Muy Muy, Nicaragua. Existe una alta riqueza y abundancia de árboles y arbustos en las pasturas activas. La mitad de las especies arbóreas presentes tienen la capacidad de regenerar naturalmente sus poblaciones en los potreros activos, en tanto que las demás especies presentan limitaciones en uno o varios de sus estados de desarrollo.

Las estrategias de manejo convencionales que se aplican actualmente en estas pasturas podrían reducir en corto plazo la riqueza de árboles y arbustos en los potreros de Muy Muy debido a la pérdida de las especies con regeneración natural limitada. La conservación de las poblaciones arbóreas en pasturas activas requiere de estrategias alternativas de manejo de pasturas que protejan a los árboles en sus diferentes etapas de desarrollo. El cambio en el manejo de las pasturas es imprescindible para asegurar el mantenimiento de la alta riqueza y diversidad arbórea encontrada en estas pasturas centroamericanas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por los proyectos CATIE/NORUEGA-PD (Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso Sostenible de la Tierra en Áreas de Pasturas Degradadas en América Central) y PACA

(Pasturas en Centroamérica). La identificación de los especímenes se realizó con la colaboración de la Bióloga Dalia Sánchez y el Herbario de la UNA, Managua, Nicaragua. Los autores agradecen la colaboración de G. Rush, M. Ibrahim, E. Murgueitio y Z. Calle por sus aportes al desarrollo de esta investigación. A D. Pezo y A. Aguilar, J. Tiberino, F. Polanco y demás miembros del equipo del proyecto PD por su colaboración durante el trabajo en Nicaragua. Agradecemos también a los productores ganaderos en Muy Muy por permitirnos trabajar con ellos en sus fincas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aide, M; Cavalier, J. 1994. Barriers of lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta. *Restoration Ecology* 2(4):219-229.
- Barrios, CA. 1999. Pastoreo regulado de bostas de ganado como herramientas forestales para protección de arbolitos en potreros. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Camargo, J. 1999. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* ((Ruiz y Pavon) Oken) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) / NORAD (Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo). 2002. Línea base del proyecto “Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica”. Turrialba, CR, CATIE. 122 p.
- Clavo, M; Baca, JF. 1999. Regeneración natural de especies arbóreas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 10(1):71-81.
- Cordero, J; Boschier, DH. 2003. Árboles de Centroamérica, un manual para extensionistas. Oxford, OK, Oxford Forestry Institute. 1079 p.
- Cornett, MW; Reich, PR; Puettmann, J; Frelich, LE. 2000. Seedbed and moisture availability determine safe sites for early *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) regeneration. *American Journal of Botany* 87(12):1807-1814.
- Cowell, RK. 2004. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from simples. Versión 7. User guide and applications (en línea). Disponible en <http://viceroy.eeb.econn.edu/eEstimates>
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, C; Villanueva, C; Benjamín, T; Sinclair, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):24-29.
- Esquivel, MJ; Calle, Z. 2002. Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión vegetal: Evaluación de plántulas bajo su dosel. *Agroforestería en las Américas* 9(33-34):25-30.
- _____. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 158 p.
- Harvey, CA; Tucker, N; Estrada, A. 2003 a. Live fences, isolated trees, and windbreaks: Tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. In Schroth, G; da Fonseca, G; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, H; Izac, A. (eds.). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, US, Island Press. p. 261-289.
- _____.; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, F; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F. 2003 b. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10:30-39.
- Henderson, PA; Seaby, RM. 2002. *Pisces conservation – Species Diversity & Richness III (SDR) V. 3.0*.
- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004, Manual del usuario. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat, FCA.
- Janzen, DH. 1986. The future of tropical ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:305-24.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 80s and 90s: a policy perspective. Bogor, ID, CIFOR. 88 p.
- Magurran, A. 2003. *Measuring biological diversity*. Oxford, UK, Blackwell Publishing. 256 p.
- Murgueitio, E; Rosales, M; Gómez, ME. 1999. *Agroforestería para la producción animal sostenible*. Cali, CO, Fundación CIPAV. 67 p.
- Salas, J. 1993. *Árboles de Nicaragua*. Managua, NI, IRENA / Servicio Forestal Nacional. 390 p.
- Somarriba, E. 1985. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. II Consumo de fruta y dispersión de semillas. *Turrialba* 35(4):329-332.
- Viana, V; Mauricio, R; Machado, R; Pimenta, I. 2001. Management of natural regeneration for introduction of livestock agroforestry systems. In Ibrahim, M (ed.). 2001. *International Symposium on Sylvopastoral systems [Second congress on agroforestry and livestock production in Latin America*. San José, CR]. p. 75-78.
- Villacís, J; Harvey, CA; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Riofrío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):17-23.