

Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua

Dalia Sánchez Merlo

*Fundación Cocibolca, Managua, Nicaragua
dsanchez@catie.ac.cr*

Celia A. Harvey

CATIE. charvey@catie.ac.cr

Alfredo Grijalva

*Herbario Nacional de Nicaragua,
Universidad Centroamericana
Managua, Nicaragua. herbarionacional@ns.
uca.edu.ni*

Arnulfo Medina

*Fundación Cocibolca, Managua, Nicaragua
arfitoria@hotmail.com*

Sergio Vílchez

*Fundación Cocibolca, Managua, Nicaragua
tipitapa13@hotmail.com*

Blas Hernández

*Fundación Cocibolca, Managua, Nicaragua
reise3us@yahoo.com*



Foto: Arnulfo Medina.

El agropaisaje de Rivas (a pesar de lo degradado y fragmentado) tiene potencial para la conservación y restauración del bosque seco en Nicaragua. Para ayudar a la conservación de los árboles en la región, se recomienda promover proyectos de plantación de especies nativas maderables, frutales y leñosas, para así disminuir la presión sobre los parches de bosque y facilitar la regeneración natural en esta zona.



Foto: Proyecto Fragment.

Resumen

Se comparó la diversidad, composición y estructura de la vegetación en seis tipos de hábitat (bosque secundario, bosque ripario, charral, cerca viva, potreros con alta y con baja cobertura arbórea) en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. En parcelas temporales establecidas en cada tipo de hábitat se registraron 2362 individuos de 146 especies arbóreas y 50 familias. Las especies más abundantes en cuanto al número de individuos fueron *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Myrospermum frutescens* y *Calycophyllum candidissimum*. Hubo diferencias importantes en la abundancia, riqueza, diversidad, estructura y composición florística entre hábitats. Los bosques riparios tuvieron un mayor número de especies arbóreas y una mayor abundancia de árboles. Los bosques secundarios y charrales mostraron una riqueza intermedia de especies arbóreas y los potreros presentaron la riqueza más baja. El estudio demostró que el agropaisaje de Rivas (a pesar de lo degradado y fragmentado) aún conserva algunas especies arbóreas típicas del bosque original y tiene potencial para la conservación y restauración del bosque seco en Nicaragua. Se resalta la importancia del bosque secundario y ripario para conservar la diversidad florística en agropaisajes.

Palabras claves: Vegetación; bosque secundario; bosque seco; bosque fragmentado; paisaje; composición botánica; cobertura arbórea; Rivas, Nicaragua.

Summary

Diversity, composition and structure of vegetation in a fragmented landscape of dry forest in Rivas, Nicaragua. Diversity, composition and structure of vegetation in six types of habitat (secondary forest, riparian forests, *charral*, live fence, and pastures with high and low tree cover) was compared in a fragmented landscape of dry forest in Rivas, Nicaragua. Temporary plots were established in each type of habitat, and a total amount of 2,362 individuals of 146 tree species (50 families) were registered. The most abundant species were *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Myrospermum frutescens*, and *Calycophyllum candidissimum*. There were important differences in abundance, richness, diversity, and floristic composition among habitats. Riparian forests had the highest number of tree species and higher tree abundance. Secondary forests and *charral* showed an intermediate tree species richness, and pastures had the lowest species richness. The study suggests that agricultural landscapes still retain some tree species typical of natural forests and could play a potential role in the conservation and restoration of tropical dry forests in Nicaragua. It also highlights the importance of remnant secondary forests and riparian forests in conserving floristic diversity within agricultural landscapes.

Keywords: Vegetation; secondary forest; dry forest; fragmented forest; landscape; botanical composition; forest cover; Rivas, Nicaragua.

La mayoría de los paisajes en Centroamérica han sido deforestados y fragmentados por la conversión a la agricultura. En la actualidad, el bosque seco de Nicaragua se encuentra dramáticamente alterado con grandes áreas deforestadas y convertidas a potreros. Se estima que menos del 1% de bosque seco persiste y prácticamente nada en estado natural (Stevens 2001). Esta deforestación y fragmentación viene provocando una serie de

impactos en la evolución de la vegetación; por ejemplo, es probable que muchos de los árboles dominantes del bosque no se estén reproduciendo en forma efectiva, ya sea porque el clima actual es muy seco para el establecimiento de los semilleros, porque los semilleros mueren debido a las quemaduras frecuentes o al pastoreo del ganado, o porque no hay suficientes animales dispersores de semillas. Por otro lado, la deforestación de grandes áreas y la extracción de madera y

leña han reducido las poblaciones de muchas especies arbóreas y amenazan su supervivencia a largo plazo.

En los paisajes deforestados y dominados por la agricultura aún existe alguna cobertura arbórea remanente en forma de pequeños parches de bosque, cercas vivas o árboles dispersos. Estos árboles remanentes pueden haber sido sembrados, ser relictos del bosque original, o haber aparecido por regeneración natural. La cobertura arbórea

en los paisajes fragmentados podría ser importante para la conservación de la biodiversidad porque representa los remanentes de la vegetación original, ya desaparecida en las áreas agrícolas. Además, ofrece hábitat y alimento para algunas especies de animales, mejora las condiciones microclimáticas locales, actúa como zona de amortiguamiento y ayuda a mantener cierto nivel de conectividad entre paisajes agrícolas (Guevara *et al.* 1998, Harvey *et al.* 2004a). Sin embargo, a pesar de su importancia potencial para la conservación, existe muy poca información sobre la composición de la cobertura arbórea en paisajes agrícolas en los trópicos, y aún menos información sobre la flora en agropaisajes de Nicaragua, donde la flora ha sido poco estudiada (Gillespie *et al.* 2000).

Para conocer el estado actual de la vegetación en agropaisajes e identificar las oportunidades de cómo aprovechar esta cobertura para esfuerzos de conservación y restauración, hemos caracterizado la vegetación presente en un agropaisaje de bosque seco en Belén, Rivas, Nicaragua. Los objetivos específicos del estudio fueron: 1) caracterizar la diversidad, composición y estructura de la vegetación en seis tipos de hábitat (bosque secundario, bosque ripario, charral, cerca viva, potrero con alta cobertura arbórea y potrero con baja cobertura arbórea); 2) comparar la diversidad, composición y estructura de la vegetación entre los diferentes hábitats. Esta caracterización es el primer paso para determinar la posibilidad de mantener la biodiversidad dentro de estos paisajes. Además, permite comparar el valor para la conservación de diferentes tipos de cobertura arbórea y contribuye al conocimiento general de la flora de Nicaragua.

El sitio de estudio

El estudio se realizó en el departamento de Rivas, municipio de Belén,

ubicado entre las coordenadas 11°30' Norte y 85°53' Oeste. Según Holdridge (1987), el sitio corresponde a la zona de vida bosque seco tropical. La temperatura media anual es superior a 27°C con una precipitación media anual de 1400 mm; la elevación oscila entre 100 y 200 msnm (INETER 2000).

Los pobladores se dedican a la agricultura de cultivos anuales y perennes y a la ganadería en menor grado (Gómez *et al.* 2004). Según la interpretación de una foto aérea del año 1996, los potreros ocupan el mayor porcentaje de uso de suelo (56,7%), seguidos por pequeños fragmentos de bosque (0,5 ha – 10 ha) a lo largo de ríos o en pendientes mayores a 45°; estos fragmentos ocupan un poco más del 10% del total del área estudiada.

Metodología

Muestreo

A partir de la fotointerpretación, se escogieron seis tipos de hábitat principales (se seleccionaron al azar un total de ocho unidades de mues-

treo, para un total de 48 parcelas). Para cada hábitat se definieron algunos criterios básicos que aseguraran que la parcela de muestreo pudiera caber en cada hábitat (Cuadro 1).

En los bosques secundarios, charrales, potreros con alta y baja cobertura se estableció una parcela de 0,1 ha (20x50 m, Fig. 1a) para medir todos los árboles con dap \geq a 10 cm; además, se anotaron algunos aspectos fenológicos como presencia de flores, frutos y semillas. Si no se logró identificar el árbol en el campo, se colectó una muestra para identificarla en el Herbario Nacional de Nicaragua. Dentro de cada parcela de 0,1 ha se establecieron tres subparcelas de 5x10 m (0,005 ha) para identificar todos los individuos leñosos con altura mayor a 1,5 m y árboles con dap \leq a 10 cm. Estas subparcelas se ubicaron en dos esquinas opuestas de la parcela y una en el centro (Fig. 1a).

En los bosques riparios se utilizó una forma diferente de parcela dado que estos no eran suficientemente anchos para contener las parcelas de

Cuadro 1.
Criterios utilizados para la selección de los hábitats

Hábitat	Descripción general	Criterios utilizados en la verificación de campo
Bosque secundario (BS)	Bosque secundario originado por regeneración natural	Tamaño mínimo 100x100 m, estrato de sotobosque presente, altura promedio mínima de 15 m
Bosque ripario (BR)	Vegetación a la orilla de los ríos	350 m de largo, 10 m mínimo de ancho o 5 m a ambos lados del cauce
Charrales (CH)	Áreas que se dejan en descanso después de cultivar la tierra, regeneración natural	Tamaño mínimo 100x100 m y altura entre 3 y 10 m
Cercas vivas (CV)	Líneas de árboles sembradas por los productores o establecidas por regeneración natural bajo cercos	350 m de largo; se excluyeron las cercas a la orillas de caminos transitados
Potrero alta cobertura (PAC)	Potreros que antes fueron charrales o bosques secundarios	Cobertura arbórea de 16 – 25%, tamaño 100x100 m, definidos con base en la distribución de frecuencias de cobertura
Potrero baja cobertura (PBC)	Potreros que antes fueron charrales o bosques secundarios	Cobertura arbórea de 1 – 5%, los demás criterios igual que PAC

20x50 m, aunque el área total muestreada fue igual que en los demás hábitats. Se estableció una parcela de 100x10 m (0,1 ha) para medir todos los árboles con dap \geq a 10 cm y tres subparcelas de 5x10 m (0,005 ha, Figura 1b) para medir todos los árboles y arbustos leñosos con dap \leq a 10 cm.

En cercas vivas se hizo un censo total de los árboles con dap \geq a 10 cm en 350 m lineales (Fig. 1b). En los potreros con alta y baja cobertura arbórea se establecieron parcelas adicionales de 100x100 m (1 ha) para medir todos los árboles con dap \geq a 10 cm y tener una mejor caracterización del sistema. Para caracterizar cada hábitat se seleccionaron cinco puntos aleatorios en cada parcela; allí se midió la altura del dosel y se calculó un promedio. El muestreo se realizó de abril 2002 a enero 2003. Cada tipo de hábitat se muestreó en periodos de 4-6 semanas. El orden del muestreo y la parcela muestreada fue aleatorio.

Análisis de datos

Para cada parcela, se registró el número total de individuos y el número total de especies. Además, para cada una de las parcelas se calcularon los índices de diversidad de Shannon¹ (calcula la diversidad de especies) y equitatividad² (indica en qué medida las especies son abundantes por igual), con el programa estadístico Infostat v. 4 (Robledo *et al.* 2000).

Con el análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan se determinaron las diferencias estadísticas entre hábitats en cuanto a abundancia, riqueza, índice de Shannon y equitatividad. La prueba de Kolmogorov – Smirnov & Shapiro – Wilk se utilizó para determinar la normalidad de los datos, mediante el programa estadístico SAS v. 8 (1999). En la comparación entre hábitats no se incluyeron las



Foto: Proyecto Fragment.

La mayoría de los paisajes boscosos en Nicaragua han sido deforestados y fragmentados, lo cual conlleva a una pérdida de biodiversidad. Agropaisaje de Rivas, Nicaragua

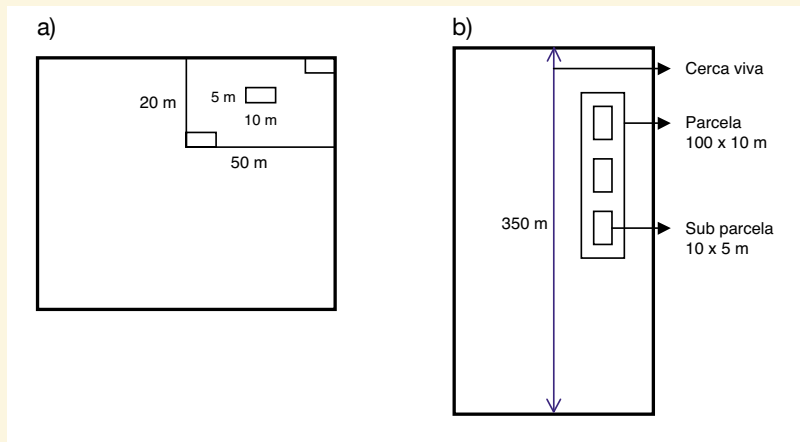


Figura 1. Parcela de muestreo de vegetación en a) bosques secundarios, charrales, potreros con alta y baja cobertura arbórea (parcela de 20x50 m y subparcelas de 5x10 m); b) bosques riparios (parcela 100x10 m y subparcelas de 5x10 m) y cercas vivas de 350 m lineales

cercas vivas porque el área muestreada fue distinta a los demás hábitats (350 m lineales, comparado con parcelas de 0,1 ha).

Para comparar la composición de las especies encontradas en cada hábitat, se calculó el coeficiente de similitud de especies de Jaccard entre

¹ Índice de diversidad de Shannon $H = - \sum p_i \ln p_i$ donde: p_i = es la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima y \ln = logaritmo natural.

² Índice de equitatividad $E = H' / H'_{max} = H' / \ln S$ expresa que H' es relativo al valor máximo, que H' puede obtener cuando todas las especies en la muestra están perfectamente uniformes con un individuo por especie (ej., $\ln S$).

pares de hábitat (Magurran 1998). Además, se generaron curvas de acumulación de especies utilizando el programa estadístico Biodiversity Pro (McAleece *et al.* 1997) y se calculó la altura promedio y el área basal en m²/ha (dap²x π/4x10000) con Infostat v. 4 (Robledo *et al.* 2000). Se utilizó el índice de Clench (especies acumuladas = a*abundancia)/(1+(b*abundancia) para calcular el número de especies totales esperadas para el paisaje utilizando el programa estadístico Infostat v. 4 (Robledo *et al.* 2000).

Resultados generales del paisaje

En total, se muestrearon los árboles en 40 parcelas de 0,1 ha, 40 subparcelas de 0,005 ha, censos totales en ocho cercas vivas de 350 m lineales y censos totales en 16 potreros de 1 ha. Se registraron 2362 individuos de 146 especies (el índice de Clench

estimó una riqueza total de 157 especies para el paisaje) y 50 familias. De estos individuos, el 67,5% (1595 individuos) tuvieron un dap >10 cm y 32,4% (767 individuos) dap <10 cm.

Las especies más abundantes, en cuanto al número de individuos, fueron: *Cordia alliodora* (192 ind., 8,1% del total), *Guazuma ulmifolia* (166 ind., 7,0%), *Gliricidia sepium* (117 ind., 4,9%), *Myrospermum frutescens* (112 ind., 4,7%) y *Calycophyllum candidissimum* (92 ind., 3,8%). Estas cinco especies juntas representaron el 28,7% de los individuos totales.

De las 146 especies registradas, 12 tuvieron más de 50 individuos (Cuadro 2). Las especies menos comunes que reportaron solamente un individuo para todos los hábitats fueron *Bunchosia nitida*, *Manilkara chicle*, *Neea fagifolia*, *Phyllanthus acuminatus* y *Siparuna thecaphora*. Solamente

nueve de las especies ocurrieron en todos los hábitats: *Acacia collinsii*, *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea*, *Calycophyllum candidissimum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Bursera simaruba*, *Simarouba amara*, *Cordia alliodora* y *Karwinskia calderonii*. Las familias mejor representadas en el paisaje según el número de especies fueron Fabaceae (15 spp, 13,9%), Mimosaceae (11 spp, 8,1%) y Caesalpiniaceae (10 spp, 2,3%).

Se encontró un total de 231 individuos de 41 especies con flores y 267 individuos de 52 especies con frutos. El mayor número de especies florecieron y fructificaron durante la estación seca (principalmente en el mes de abril, cuando hubo 18 spp con flores y 22 spp con frutos). Las especies más comunes que se encontraron floreciendo fueron *C. alliodora* (67 individuos) y *B. crassifolia* (35 individuos).

Cuadro 2.

Resumen de las 12 especies más comunes en el paisaje de Rivas, Nicaragua (con base en 2362 individuos muestreados con ≥/≤10 cm dap)

Especie	BS	BR	CH	PAC	PBC	CV	Total	%
<i>Cordia alliodora</i>	14	2	14	137	19	6	192	8,1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	25	24	39	41	21	16	166	7,0
<i>Gliricidia sepium</i>	16	0	1	33	11	56	117	4,9
<i>Myrospermum frutescens</i>	6	0	27	37	24	18	112	4,7
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	31	37	18	2	3	1	92	3,8
<i>Acacia collinsii</i>	8	10	21	12	12	6	69	2,9
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	28	4	26	2	0	0	60	2,5
<i>Spondias mombin</i>	18	19	2	8	1	9	57	2,4
<i>Thouinidium decandrum</i>	11	32	6	0	0	6	55	2,3
<i>Simarouba amara</i>	7	26	4	9	4	1	51	2,1
<i>Cordia dentata</i>	0	4	1	3	2	40	50	2,1
<i>Pachira quinata</i>	4	4	0	2	0	40	50	2,1

BS: bosque secundario; BR: bosque ripario; CH: charral; PAC: potrero alta cobertura; PBC: potrero baja cobertura; CV: cerca viva

Resultados por parcelas de 0,1 ha

En las 48 parcelas de 0,1 ha se inventariaron 1137 individuos (48,1% del total) de 109 especies y 37 familias arbóreas (Cuadro 3). El área basal promedio por parcela fue de 16,6 m²/ha. *G. ulmifolia* fue la especie más numerosa (103 ind.), seguida por *G. sepium* (79 ind.), *C. alliodora* (59 ind.), *C. vitifolium* (55 ind.) y *C. candidissimum* (51 ind.).

La composición de especies varió entre hábitats. En cercas vivas y potreros, los cuales tienen manejo esporádico en la zona de estudio, las especies más comunes y abundantes fueron las usadas para leña (*G. ulmifolia*, *G. sepium* y *C. dentata*), madera (*C. alliodora* y *P. quinata*) y forraje para ganado (*G. ulmifolia*). En los bosques riparios, las especies más comunes fueron *T. decandrum*, *S. amara*, *C. candidissimum* y *S. mombin*. En cambio, los bosques secundarios y charrales fueron dominados principalmente por *C. vitifolium* y *G. ulmifolia*.

Cuadro 3.Especies de árboles ≥ 10 cm de dap registrados en parcelas de 0.1 ha, (continua...)

Especie	Familia	BS	BR	CH	PAC	PBC	CV	Total
<i>Acacia collinsii</i> Saff.;	Mimosaceae	1			1		6	8
<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schlttdl.) Benth.,	Mimosaceae	3						3
<i>Acrocomia mexicana</i> Karw. ex Mart.;	Arecaceae			3				3
<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand;	Mimosaceae	3						3
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart,	Mimosaceae	6		1				7
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) F. Muell.;	Mimosaceae	2	5					7
<i>Allophyllus racemosus</i> Sw.;	Sapindaceae	8	1	1		1		11
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb. ex) Kunth Skeels,	Anacardiaceae		13					13
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex Dc.;	Fabaceae		14					14
<i>Annona glabra</i> L.;	Annonaceae		2					2
<i>Annona holosericea</i> Saff.;	Annonaceae		2					2
<i>Annona purpurea</i> Moç. & Sessé ex Dunal,	Annonaceae		3					3
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.;	Tiliaceae			2				2
<i>Apoplanesia paniculata</i> C.	Fabaceae						1	1
<i>Ardisia revoluta</i> Kunth in Humb.; Bonpl. & Kunth,	Myrsinaceae		10					10
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.;	Anacardiaceae		1					1
<i>Bauhinia divaricata</i> L.;	Caesalpinaceae			1				1
<i>Bauhinia unguolata</i> L.,	Caesalpinaceae			1				1
<i>Bixa orellana</i> L.;	Bixaceae		2					2
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Moraceae		3					3
<i>Bunchosia nitida</i> (Jacq.) Dc.;	Malpighiaceae		1					1
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.;	Burseraceae	9	2	1		1	16	29
<i>Bursera tomentosa</i> (Jacq.) Triana & Planch.;	Burseraceae		2					2
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth in Humb.; Bonpl. & Kunth,	Malpighiaceae			3	4	1		8
<i>Caesalpinia exostemma</i> Dc.	Caesalpinaceae		1					1
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) Dc.;	Rubiaceae	18	16	14	1	1	1	51
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth in Humb., Bonpl. & Kunth,	Flacourtiaceae	1	1	2			8	12
<i>Cassia grandis</i> L.	Caesalpinaceae	1	3	5	1	1	2	13
<i>Cecropia peltata</i> L.;	Cecropiaceae	1	3				1	5
<i>Cedrela odorata</i> L.;	Meliaceae	3	2					5
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.;	Bombacaceae		3					3
<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.;	Rubiaceae	3		1		1	1	6
<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn. In A. Dc.;	Polygonaceae		2					2

Cuadro 3.Especies de árboles ≥ 10 cm de dap registrados en parcelas de 0.1 ha, (continuación...)

Especie	Familia	BS	BR	CH	PAC	PBC	CV	Total
<i>Coccoloba floribunda</i> (Benth.) Lindau,	Polygonaceae		1					1
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd) Spreng.;	Bixaceae	28	4	23				55
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken,	Boraginaceae	13	2	11	25	2	6	59
<i>Cordia bicolor</i> A. Dc.,	Boraginaceae		3				1	4
<i>Cordia collococca</i> L.;	Boraginaceae						11	11
<i>Cordia dentata</i> Poir.;	Boraginaceae		3	1		1	40	45
<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth in Humb.; Bonpl. & Kunth,	Boraginaceae			1				1
<i>Cordia panamensis</i> L. Riley,	Boraginaceae	6		1				7
<i>Cornutia pyramidata</i> L.;	Verbenaceae		2	1				3
<i>Couroupita nicaraguarensis</i> Dc.;	Lecythidaceae		1					1
<i>Crescentia alata</i> Kunth in Humb.; Bonpl. & Kunth,	Bignoniaceae			2	1	1	2	6
<i>Crescentia cujete</i> L.;	Bignoniaceae						1	1
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.;	Fabaceae	1	1	21			2	25
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.;	Caesalpiniaceae	1						1
<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.;	Ebenaceae	5						5
<i>Diphyssa americana</i> (Mill.) M. Sousa,	Fabaceae				1	2		3
<i>Dipteryx oleifera</i> Benth.;	Fabaceae		2					2
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.;	Mimosaceae	4	6	6	2		2	20
<i>Erythrina berteriana</i> Urb.;	Fabaceae		2					2
<i>Eugenia hondurensis</i> A. Molina R.;	Myrtaceae		1					1
<i>Eugenia salamensis</i> (Standl.) Mc Vaugh,	Myrtaceae		1					1
<i>Ficus insipida</i> Willd.;	Moraceae						1	1
<i>Genipa americana</i> L.;	Rubiaceae	1		1				2
<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	16			5	2	56	79
<i>Guarea glabra</i> Vahl,	Meliaceae		1					1
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	24	24	32	3	4	16	103
<i>Guettarda macrosperma</i> Donn. Sm.;	Rubiaceae		1					1
<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.;	Hernandiaceae		1					1
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.;	Caesalpiniaceae	2						2
<i>Hymenaea courbaril</i> L.;	Caesalpiniaceae		1	1				2
<i>Inga vera</i> Willd.;	Mimosaceae		8					8
<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.;	Rhamnaceae	1	3	3	5	1	12	25

Cuadro 3.Especies de árboles ≥ 10 cm de dap registrados en parcelas de 0.1 ha, (continuación...)

Especie	Familia	BS	BR	CH	PAC	PBC	CV	Total
<i>Licania arborea</i> Seem.;	Chrysobalanaceae		4	2				6
<i>Lonchocarpus macrocarpus</i> Benth.;	Fabaceae	1		1				2
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.;	Fabaceae	1			1			2
<i>Lonchocarpus parviflorus</i> Benth.;	Fabaceae	1				1		2
<i>Lonchocarpus phlebophyllus</i> Standl. & Steyerl.;	Fabaceae			1				1
<i>Luehea candida</i> (Moç. & Sessè ex Dc.)	Tiliaceae	7	1				1	9
<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch.;	Tiliaceae		8					8
<i>Lysiloma auritum</i> (Schltdl.) Benth.;	Mimosaceae	4	1	3				8
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli,	Fabaceae	2						2
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	Moraceae	1	1	1				3
<i>Mangifera indica</i> L.;	Anacardiaceae						4	4
<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly,	Sapotaceae	1						1
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.;	Sapindaceae						1	1
<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.;	Fabaceae	5		15	1	1	18	40
<i>Neea fagifolia</i> Heimerl,	Nyctaginaceae			1				1
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson,	Bombacaceae	4	4				40	48
<i>Pisonia aculeata</i> L.;	Nyctaginaceae		2					2
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.;	Mimosaceae	9	7	4				20
<i>Pithecellobium oblongum</i> Benth.;	Mimosaceae		1					1
<i>Platymiscium parviflorum</i> Benth.;	Fabaceae	1			1			2
<i>Psidium guajava</i> L.;	Myrtaceae				1			1
<i>Randia armata</i> (Sw.) Dc.;	Rubiaceae	1	3	1				5
<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.;	Euphorbiaceae	1						1
<i>Sapranthus violaceus</i> (Dunal) Saff.;	Annonaceae		1					1
<i>Schoepfia schreberi</i> J. F	Olacaceae	2		1				3
<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb.;	Araliaceae		2	2				4
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega,	Hippocrateaceae		2					2
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby,	Caesalpiniaceae		2	3			1	6
<i>Sideroxylon capiri</i> (Pittier) T. D. Penn.;	Sapotaceae		6					6
<i>Simarouba amara</i> Aubl.;	Simaroubaceae	4	18	4	1		1	28
<i>Spondias mombin</i> L.;	Anacardiaceae	18	15	2	1		9	45
<i>Spondias purpurea</i> L.;	Anacardiaceae	2	1		2		14	19

Cuadro 3.Especies de árboles ≥ 10 cm de dap registrados en parcelas de 0.1 ha, (continuación...)

Especie	Familia	BS	BR	CH	PAC	PBC	CV	Total
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Apocynaceae	8	3				2	13
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.;	Sterculiaceae	2	7	2				11
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.;	Meliaceae	1		6	2			9
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson,	Bignoniaceae	1						1
<i>Tabebuia ochracea</i> (A.H. Gentry) A. H. Gentry,	Bignoniaceae	3			3	1	2	9
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Dc. In A. Dc.;	Bignoniaceae	1	7	2		3	17	30
<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.;	Sapindaceae	8	26	1			6	41
<i>Trema micrantha</i> (L.)	Ulmaceae		7	4				11
<i>Trichilia americana</i> (Sessè & Moç.) T. D. Penn.;	Meliaceae	1	2				3	6
<i>Trichilia martiana</i> C. Dc. in Mart.;	Meliaceae		2	1				3
<i>Xylosma flexuosa</i>	Flacourtiaceae		4					4
<i>Xylosma horrida</i> Rose,	Flacourtiaceae		1					1
Total de Individuos		251	298	196	62	25	305	1137

BS: bosque secundario; BR: bosque ripario; CH: charral; PAC: potrero alta cobertura arbórea; PBC: potrero baja cobertura arbórea; CV: cerca viva

Diversidad de árboles con dap ≥ 10 cm en parcelas de 0,1 ha

El hábitat que presentó el mayor número de especies fue el bosque ripario (69 spp), seguido del bosque secundario (51 spp) y charrales (45 spp). Los potreros tuvieron la riqueza de especies más bajas (20 spp en PAC y 17 spp en PBC). En cercas vivas la riqueza total fue intermedia (34 spp; Cuadro 4).

Los hábitats también difirieron en cuanto a la abundancia de individuos ($F_{4,35} = 18.97$ $P = .0001$; Cuadro 4). La prueba de comparación de medias de Duncan mostró que el bosque ripario tuvo una mayor abundancia de árboles que los demás hábitats, excepto el bosque secundario. Los potreros no mostraron diferencias entre ellos pero tuvieron abundancias menores a los demás hábitats.

El índice de diversidad de Shannon indicó que los bosques riparios y los bosques secundarios fueron más diversos que los potreros. El índice de equitatividad no mostró diferencias entre hábitats (Cuadro 4).

Cuadro 4.Diversidad de árboles (árboles ≥ 10 cm dap) en seis tipos de hábitat en Rivas, Nicaragua. Los datos provienen de parcelas de 0,1 ha (excepto las cercas vivas que representan 350 m lineales) 8 parcelas/hábitat

Hábitat	BS	BR	CH	CV	PAC	PBC
No. especies	51	69	45	34	20	17
No. individuos	251	298	196	305	62	25
Especies promedio	12,3b*	18,8a	9,8b	9,12	4,5c	2,8c
Individuos promedio	31,3ab	37,2a	24,5b	38,1	7,7c	3,1c
Índice de Shannon	2,1a	2,6a	2,0ab	0,71	1,1b	0,9b
Índice equitatividad	0,8a	0,9a	0,8a	0,71	0,7a	0,9a

* Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Las cercas vivas no fueron incluidas en el análisis por la diferencia de área muestreada.**Curva de acumulación de especies**

Las curvas de acumulación de especies muestran un aumento gradual de las especies conforme aumenta el número de individuos, tanto para el paisaje como para hábitats individuales. Como estas curvas no llegaron a un plano, pareciera que el área muestreada fue insuficiente de

capturar todas las especies presentes en los diferentes hábitats. Las curvas destacan que los bosques riparios, secundarios y charrales fueron los hábitats que acumulan especies más rápidamente (Fig. 2). El índice de Clench estimó una riqueza de 127 especies arbóreas en parcelas de 0,1 ha, en comparación con las 109 especies inventariadas.

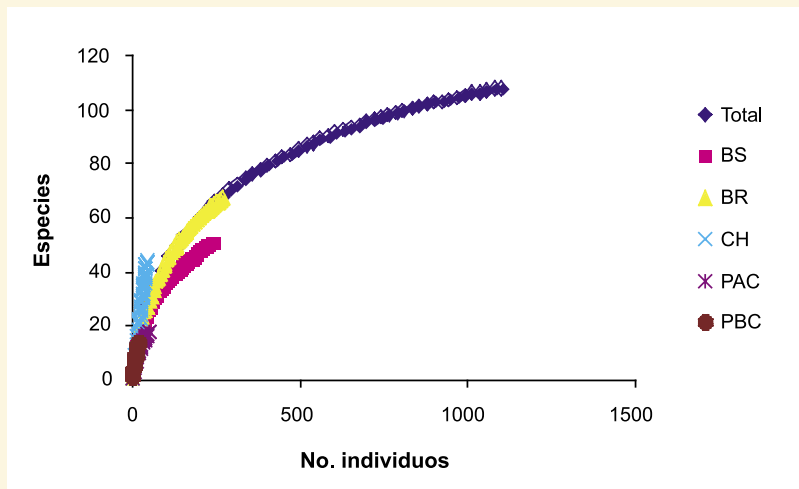


Figura 2. Curva de acumulación de especies para árboles ≥ 10 cm dap en cinco hábitats en Rivas, Nicaragua

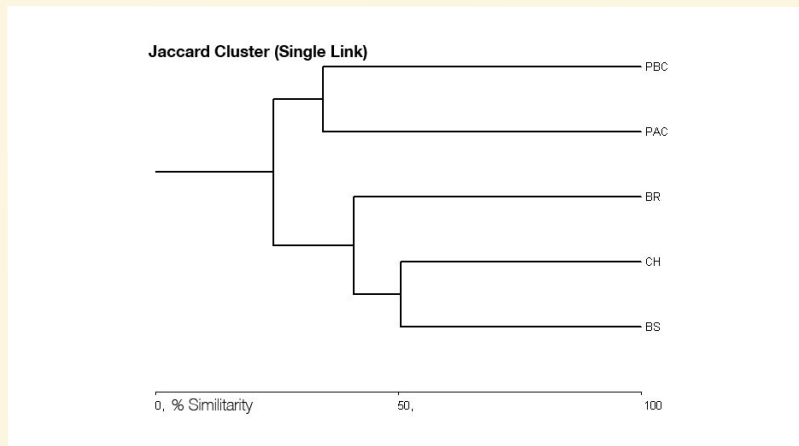


Figura 3. Cluster de similitud para árboles ≥ 10 cm dap, utilizando el índice de Jaccard.

Índice de Jaccard

La composición de especies varió entre hábitats y hubo poca similitud de especies. De las 109 especies encontradas en las parcelas de 0,1 ha, solamente cinco especies estuvieron presentes en todos los hábitats; seis especies se encontraron en cinco hábitats, diez especies en cuatro hábitats, 15 especies en tres hábitats, 18 especies en dos hábitats y 55 especies en uno solo.

Los hábitats menos similares fueron el bosque ripario y los potreros, que compartieron solamente entre 8 y 9% de las especies. Los hábitats boscosos -charrales y bosques secundarios- fueron los más similares pues compartieron el 51% de las especies.

Según el análisis de *cluster*, y utilizando el índice de Jaccard, los hábitats se agrupan en dos grupos principales: 1) los potreros y 2) los

charrales, bosques riparios y bosques secundarios (Fig. 3).

Distribución de diámetros

El 17,3% de los individuos tenían diámetros >40 cm, y el 82,7% <40 cm. El dap promedio de todos los árboles ($n=1137$) fue de 26,8 cm (Fig. 4). De las diez especies más comunes, seis se encontraron en todas las clases diamétricas (*G. ulmifolia*, *C. candidissimum*, *S. mombin*, *T. decandrum*, *P. quinata* y *C. dentata*). Las otras especies (*C. alliodora*, *C. vitifolium*, *M. frutescens* y *G. sepium*) estuvieron representadas solamente por árboles con diámetros <40 cm porque son aprovechadas por los productores para leña cuando alcanzan diámetros mayores (Ruiz *et al.* 2005).

En los bosques secundarios, riparios y charrales, la distribución diamétrica tuvo forma de J invertida con mayor abundancia de individuos en las clases inferiores y menor abundancia en las clases diamétricas superiores. En cambio, en los potreros la distribución fue más uniforme y plana, lo que indica poca regeneración (Fig. 5).

Hubo diferencias en la estructura de la vegetación presente en los seis hábitats. Los bosques secundarios y los riparios tuvieron árboles más altos que los otros hábitats ($F_{5,42} = 7,68$, $P = 0,0001$; Cuadro 5). Sin embargo no se encontró diferencias estadísticas en los diámetros entre hábitats ($F_{5,42} = 1,93$, $p = 0,110$; Cuadro 5).

Resultados generales en parcelas de 0,005 ha

En las parcelas de 0,005 ha se registró un total de 767 individuos de 107 especies y 46 familias. De estas, 90 especies eran plantas jóvenes del estrato arbóreo y 17 especies arbustivas del sotobosque. Las familias mejor representadas fueron Fabaceae y Mimosaceae, seguidas por Bignoniaceae, Boraginaceae y Caesalpiniaceae. Las especies

de árboles con mayor dominancia fueron *Acacia collinsii* (51 ind.), *Myrospermum frutescens* (45 ind.), *Calycophyllum candidissimum* (39 ind.) y *Stemmadenia obovata* (30 ind.). Los arbustos fueron dominados por *Lantana urticifolia* (26 ind.).

Hubo diferencias de composición entre hábitats. En el bosque secundario, las especies dominantes fueron *Diospyros salicifolia* y *Stemmadenia obovata*, que son árboles del estrato medio, de 10-15 m de alto. El dosel fue dominado por *C. candidissimum* y *T. ochracea*. El sotobosque fue dominado por *L. urticifolia*. En el bosque ripario, *C. candidissimum* fue la especie dominante seguida por *Piper marginatum* que es un arbusto de sotobosque de áreas húmedas. Los charrales estuvieron dominados por *A. collinsii*, *Croton niveus*, *Jacquinia nervosa* y *M. frutescens*. En cambio, en los potreros de alta cobertura dominaron *M. frutescens*, *C. alliodora*, *L. urticifolia* y *Byrsonima crassifolia*. En los potreros de baja cobertura dominaron *A. collinsii*, *Baltimora recta* (considerada maleza), *M. frutescens* y *G. sepium*.

Diversidad de árboles ≤10cm dap y arbustos en parcelas de 0,005 ha

Hubo diferencias en la riqueza, abundancia y composición de especies de árboles y arbustos con dap ≤10 cm. El

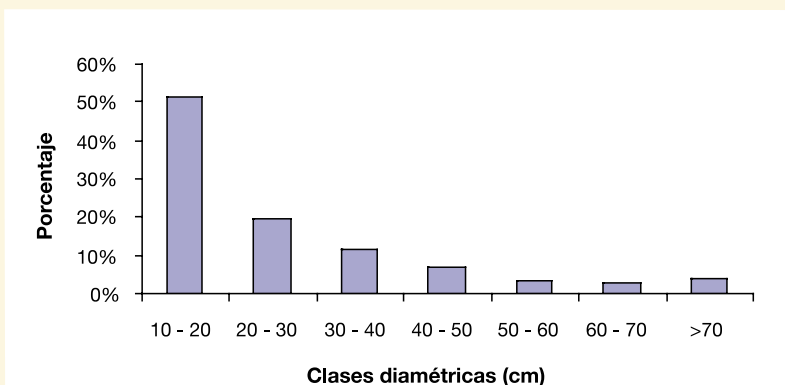


Figura 4. Distribución diamétrica de todos los árboles registrados en 48 parcelas de 0,1 ha

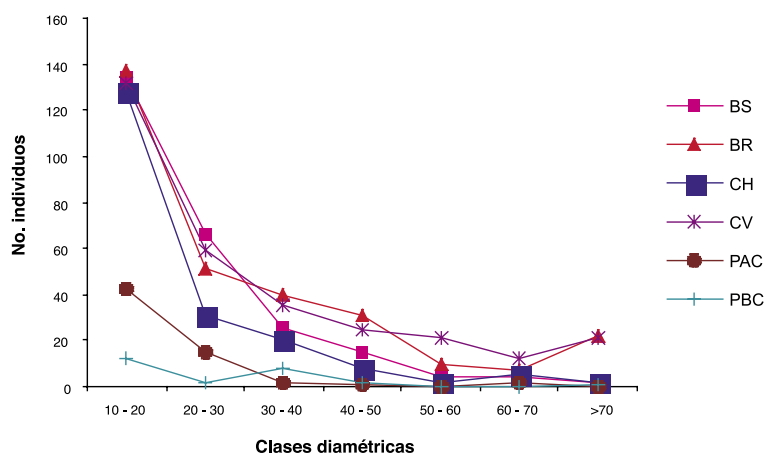


Figura 5. Distribución de abundancias por clases diamétricas en seis hábitats en Rivas, Nicaragua

Cuadro 5. Resumen de altura y diámetro promedio por hábitat

Variables		BS	BR	CH	CV	PAC	PBC
Altura	n	40	40	40	40	40	40
	Altura promedio	14,87 ± 0,89a*	15,41 ± 1,29a	10,20 ± 1,12bc	11,94 ± 0,82b	10,61 ± 0,62bc	8,87 ± 0,84c
Diámetro	n	251	298	196	305	62	25
	Diámetro promedio	26,52 ± 2,90a	31,25 ± 2,33a	23,31 ± 2,40a	29,32 ± 4,20a	18,99 ± 1,92a	26,66 ± 5,40a

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

bosque ripario fue el hábitat con el mayor número de especies (52 spp), seguido por el bosque secundario (49 spp), charral (42 spp), potrero alta cobertura (34 spp) y potrero baja cobertura (32 spp).

Los bosques riparios y los bosques secundarios tuvieron un mayor número de especies que los potreros. Además, el bosque ripario tuvo una mayor abundancia de individuos que los potreros de baja cobertura. ($F_{4,35} = 4,25$, $P = 0,0066$; Cuadro 6). El índice de equitatividad no mostró diferencias entre hábitats.

Discusión

El paisaje boscoso de Rivas está muy fragmentado y degradado. Actualmente queda un mosaico de pequeños parches de vegetación secundaria, charrales y franjas angostas de árboles a lo largo de los ríos, todo ello en medio de una matriz de cultivos agrícolas y potreros. Estos pequeños parches siguen siendo intervenidos por la ganadería, extracción de leña, madera y quemas para la siembra de cultivos, por lo que sufren un proceso acelerado de degradación (López y García 2002). La abundancia de especies como *Calotropis procera*, y de asociaciones como *Curatella* y *Byrsonima*, son indicadores de que los suelos en la zona son pobres y que las áreas han sufrido perturbación por quemas y pastoreo excesivo (Janzen 1991). Además, la dominancia de especies pioneras, como *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia* y *Cochlospermum vitifolium* indican un nivel de alteración del paisaje (Stevens *et al.* 2001).

El paisaje mantiene una flora degradada, con alrededor de la mitad de las especies originales de la zona. Las 146 especies de árboles encontradas representan un 58,2% de las especies reportadas para el bosque seco del Pacífico Norte de Costa Rica (Poveda y Sánchez 1999). Sin embargo, las curvas de acumulación

Cuadro 6.

Diversidad de árboles y arbustos ≤ 10 cm dap en cinco tipos de hábitat en Rivas, Nicaragua. Los datos provienen de parcelas de 0,005 ha (8 parcelas/hábitat).

Hábitat	BS	BR	CH	PAC	PBC
No. especies	49	52	42	34	32
No. individuos	161	201	188	131	86
Especies promedio	11,75a*	13,5a	10,5ab	7,375b	7,13b
Individuos promedio	20,125ab	25,125a	23,5ab	16,375bc	10,75c
Índice de Shannon	2,267ab	2,357a	2,109abc	1,727c	1,864bc
Índice de equitatividad	0,944a	0,915a	0,902a	0,914a	0,926a

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

muestran que se podrían encontrar más especies con un mayor esfuerzo de muestreo (el índice de Clench estimó una riqueza total de 157 especies para el paisaje). Es probable, entonces, que en realidad haya un mayor porcentaje de especies de lo que aquí se reporta.

El paisaje boscoso de Rivas está muy fragmentado y degradado. Actualmente queda un mosaico de pequeños parches de vegetación secundaria, charrales y franjas angostas de árboles a lo largo de los ríos, todo ello en medio de una matriz de cultivos agrícolas y potreros.

La vegetación de este paisaje está dominada por especies típicas de áreas abiertas o perturbadas. De las 146 especies, 39 son típicas de áreas abiertas y representan el 40,26% de los árboles inventariados. Hubo 46 especies típicas de áreas cerradas; sin

embargo, estas representan solamente un 20,4% de los árboles inventariados. En el paisaje de Rivas, encontramos pocas especies de árboles dominantes del bosque seco, como *Astronium graveolens*, *Gyrocarpus americanus*, *Hymenaea courbaril*. Otras especies de árboles como *Manilkara chicle*, *Bunchosia nitida* y *Couroupita nicaraguarensis* parecen estar amenazadas, pues la abundancia es baja, hay pocos individuos con buena forma como para ofrecer un buen material genético y poca regeneración natural. La baja abundancia y riqueza de árboles típicos del bosque seco es el resultado de la deforestación y fragmentación del paisaje y de cambios en las condiciones ambientales que generan un proceso de pérdida de especies sensibles (Jiménez 1999). Además, el pastoreo y uso del fuego disminuye la regeneración natural de los árboles en potreros y otros hábitats y disminuye la diversidad florística.

Los diferentes tipos de hábitat varían en cuanto a abundancia, riqueza, diversidad, composición y estructura de los árboles. Los bosques riparios tuvieron más especies de árboles que todos los demás hábitats y una mayor abundancia, con excepción del bosque secundario. La diversidad florística fue mayor en los bosques riparios y bosques secundarios que en los potreros (los charrales tuvieron una diversidad intermedia).