

Variación de las características de la comunidad vegetal en relación al efecto de borde en fragmentos de bosque

Las Pavas, Cuenca del Canal de Panamá

Caracterizar los fragmentos de bosque en términos de su biodiversidad vegetal y establecer como ésta es afectada por el área del fragmento y el efecto de borde constituye un punto importante de partida para el manejo de estos ecosistemas

Hilda Lezcano
Bryan Finegan
Richard Condit
Diego Delgado

RESUMEN

Existen pocos estudios sobre efectos de borde en la composición, diversidad y estructura de la vegetación en fragmentos de bosques tropicales, en este sentido, el presente estudio que analiza los efectos de borde en fragmentos de bosque en Las Pavas, cuenca del Canal de Panamá, constituye una herramienta importante para comprender mejor aspectos de la ecología a nivel de bosques tropicales fragmentados.

Para esta investigación se estableció en cada uno de los cuatro fragmentos de bosque estudiado un total de cinco parcelas de 20 m x 40 m, las cuales se ubicaron de manera consecutiva desde el borde hacia el interior del bosque a distancias de 20 metros hasta los 100 m; se evaluaron las variables abundancia, número de familias, géneros, especies, índice de valor de importancia, área basal y diversidad determinadas por los índices de Shannon - Wiener, Simpson y Alfa para tres categorías diamétricas: fustales, latizales y brinzales. Para fustales se evaluó además la cantidad de árboles muertos en pie y caídos.

No hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) al hacer los análisis de las variables consideradas por categoría de distancia. Los fragmentos estudiados presentan áreas pequeñas y al parecer han sufrido diferentes grados de alteración; esto ha hecho que no se detecten efectos de borde con respecto a los parámetros florísticos evaluados.

Los resultados señalan que los sitios más alterados presentan mayor número de individuos para clases diamétricas inferiores en todas las categorías de distancia estudiadas. Para la variable árboles muertos se observó que el bosque con mayor alteración presenta un número mayor de árboles muertos en pie y caídos y que en todos los sitios los mayores valores para esta variable se encuentran muy cerca al borde hasta unos 40 m hacia el interior.

Palabras claves: Bosque tropical húmedo; fragmentación; árboles muertos; comunidades vegetales; Canal de Panamá; Panamá.

SUMMARY

Variation of Vegetation Characteristics with Relation to Edge Effects on Forest Fragments, Las Pavas, Panama Canal Watershed. There are a few studies about edge effects in composition, diversity and structure of fragments vegetation in tropical forest; in these sense, the present study that analyze edge effects in forest fragments in Las Pavas, Panama watershed constituting an important tool to understand the best aspect of the ecology in level of fragments tropicals forests.

For this research it was established in each of four fragments of studied forest a total of 5 plots from 20m x 40m, which were located in a consecutively way, since the edge to the inner of forest in a 20 m of distances until 100m; some variables were evaluated such as: abundance, number of families, genera, species basal area, importance value indices and Shannon-Weiner, Simpson and Alpha diversity indices for three diametrics categories: trees, shrubs and seedling. Therefore trees were evaluated in the number of death standing trees and falling down trees.

There were not significant differences ($p > 0.05$) in the statistical analysis. The studied fragments showed small areas and they seemed had suffered several alteration grades; it means not edge effects are detected regarding to the evaluated floristic parameters.

The results appointed that more altered sites present a large number of individuals by smaller diametric classes in all studied distance categories. In the death trees variable it was observed that greater alteration forest showed a greater death standing trees and falling down trees, and also in all sites the greater value to this variable are found very close to the edge until 40 m to the interior.

Key words: Tropical forest; fragmentation; dead trees; vegetation; Panama Canal; Panama.

El efecto de borde en un hábitat fragmentado es una área de influencia o de cambio de variables bióticas y abióticas alrededor de la “zona de contacto” entre dos ecosistemas de características contrastantes. Este varía en extensión dependiendo del tamaño del fragmento, su forma y la edad de formación, entre otras cosas (Bennett 1999). Diversos factores ambientales como la radiación solar, humedad, temperatura y velocidad del viento afectan el bosque desde el borde y pueden alterar el microclima, la estructura, la composición y la diversidad de especies. Fenómenos extrínsecos e intrínsecos degradan los bordes alterando las condiciones ecológicas naturales. Hay una gran variación en el grado de influencia que el borde puede ejercer sobre los organismos del fragmento; esto depende en buena medida del contraste entre el bosque y el tipo de hábitat adyacente, por ejemplo si es un cultivo, un pastizal o una urbanización (Bennett 1999, Laurance 1991, Ferreira y Laurance 1997).

El efecto de borde para algunas áreas, bajo determinados tamaños y formas, puede ser muy intenso. Los fragmentos pequeños se ven sometidos a un mayor efecto de borde que los fragmentos grandes pudiendo incluso llegar a perder el núcleo del bosque cuyos hábitats son requeridos por ciertas especies (Bennett 1999, Forman 1995, Aizen y Feinsinger 1994a, Murcia 1995, Shafer 1981, Aizen y Feinsinger 1994b). En un estudio de fragmentos de bosques húmedos tropicales en el norte de Paraná, Brasil, Rodríguez (1997), encontró que la densidad de árboles de tipo pionero o colonizadores de sitios abiertos era menor hacia el interior del bosque donde las condiciones de luminosidad son más bajas, y que aumentaba cerca del borde donde estas especies encuentran sitios apropiados para su desarrollo.

Laurance *et al.* (1998), en fragmentos de bosques húmedos tropicales en Manaus, Amazonía Brasileña, evaluaron los efectos de la fragmentación sobre la vegetación arbórea; considerando las siguientes tres variables: distancia al borde, área del fragmento y edad del fragmento; para ello

analizaron fragmentos de 1 ha, 10 ha, y 100 ha. Los resultados señalaron que a medida que aumentaba la edad de formación del borde decrecía la tasa de daños y la mortalidad en la comunidad de árboles. En el caso de la distancia al borde, encontraron que la mortalidad y el grado de alteración en las condiciones de bosque incrementaban cerca del borde, y con respecto al tamaño de los fragmentos observaron un mayor grado de alteración, mayor número de árboles muertos y cambios más pronunciados en composición, diversidad y estructura en fragmentos pequeños.

La mayoría de la información colectada sobre el tema de fragmentación procede de estudios hechos por el Proyecto Dinámica Biológica de Fragmentos de Bosques (BDFFP, por sus siglas en inglés) en la Amazonía brasileña en fragmentos de bosque primario con edades y características claramente definidas (Laurance 1997), siendo estos estudios no necesariamente “generalizables” al comparar con lo que ocurre en otros fragmentos de bosque neotropical en condiciones naturales.

En este sentido, esta investigación pretendió buscar relaciones entre las características de composición, diversidad, estructura y número de árboles muertos en pie y caídos en fragmentos de bosque en Las Pavas, cuenca del Canal de Panamá, con respecto a la distancia al borde.

Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en la región de Las Pavas dentro de la Cuenca del Canal de Panamá, en bosques fragmentados ubicados en la zona de vida de bosque húmedo tropical (Holdridge 1987) con temperaturas promedio de 26°C, precipitación anual entre 2.000 y 2.500 mm, vientos moderados de unos 10 km/h y suelos de poca fertilidad, en un área que fue entregada en concesión en 1998 a la empresa reforestadora Ecoforest. Los fragmentos utilizados para este estudio fueron escogidos considerando tamaños entre 5 y 10 ha, en los mismos se ha determinado unos 20 años de aislamiento, referidos al periodo de construcción de la cuenca canalera y la extracción de madera para cons-

trucción, según relatan los pobladores. Luego de la construcción del canal, la zona se convirtió en área de protección de la cuenca y zona de amortiguamiento del Monumento Natural Barro Colorado. El sitio en la actualidad tiene varias matrices que rodean a los fragmentos estudiados, algunas de estas matrices son plantaciones de *Tectona grandis* (teca), pajonales de *Saccharum spontaneum* (paja blanca), potreros y en algunos casos áreas extensas de bosque (Figura 1).

El fragmento de bosque 1, con un área de 6,2 ha, se encontraba aislado por grandes pajonales de *Saccharum spontaneum* que están siendo reemplazados por plantaciones de *Tectona grandis*. Entrevistas hechas señalan que en este sitio no ha habido intervención desde hace unos 20 años.

El fragmento 2 de 5,8 ha se encontraba en un área rodeada de paja blanca, plantaciones de teca de un año y estaba cerca de un área boscosa extensa de la cual lo separa una barrera de bambú y paja blanca, aquí la historia refiere un periodo de no intervención de 18-20 años.

En el caso del fragmento 3 el área era de 10,6 ha. En este sitio se notaba un mayor grado de alteración que los dos anteriores, observándose una mayor proporción de claros (observación personal), esto a pesar que se indicó que no había habido intervención desde hacía unos 20 años. El sitio estaba rodeado de *S. spontaneum* y a unos 250 m hacia el este se encontraban áreas anegadas que colindan con el Lago Gatún.

El fragmento 4 tenía un área de 7,9 ha. Es quizás el fragmento de más reciente formación ya que su composición reflejaba una fuerte regeneración de especies pioneras y colonizadoras de sitios abiertos, además que en su interior había áreas de anegamiento en donde predominaba la palma *Elaeis oleifera*. Este sitio se encontraba rodeado por grandes pastizales dedicados a la ganadería extensiva, *S. spontaneum* y una carretera que se construyó para acarreo de material desde el lago y la cual separa este fragmento de otro de mayor extensión. De acuerdo al propietario del área, ésta no había sufrido intervención desde hace unos 18 años.

Por último, un fragmento de 585 ha el cual estaba rodeado en uno de sus costados por *S. spontaneum* y bordeado en su mayoría por el Lago Gatún fue también considerado para la instalación de parcelas de condición de interior.

Muestreo

La vegetación arbórea: En cada uno de los fragmentos 1,2,3 y 4 se establecieron 5 parcelas contiguas de 20 m x 40 m distribuidas en cinco categorías de distancias que iban de 20,40,60,80 y 100 metros del borde, lo que hace un área de 0,08 ha por categoría de distancia por fragmento. Tres parcelas de 20 m x 40 m fueron establecidas en el fragmento de 585 ha para evaluar condiciones de interior, 300 m o más desde el borde; a estas parcelas se les refiere en adelante como parcelas de interior. Todas las parcelas se establecieron en dirección norte en cada fragmento. Dentro de cada parcela se midió, marcó, mapeó e identificó cada especie arbórea a nivel de fustal (≥ 10 cm de dap), incluyendo palmas, pero no las lianas.

El sotobosque: *Latizales entre 1 y 9,9 cm de dap.* Anidadas dentro de cada una de las parcelas de 20 m x 40 m en todos los fragmentos se esta-

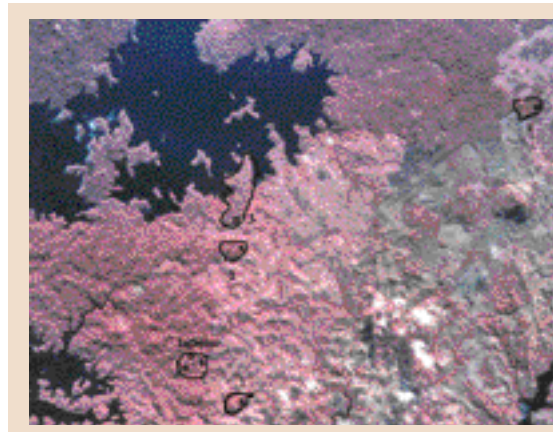


Figura 1. Área de estudio, Las Pavas, canal de Panamá, 2001.

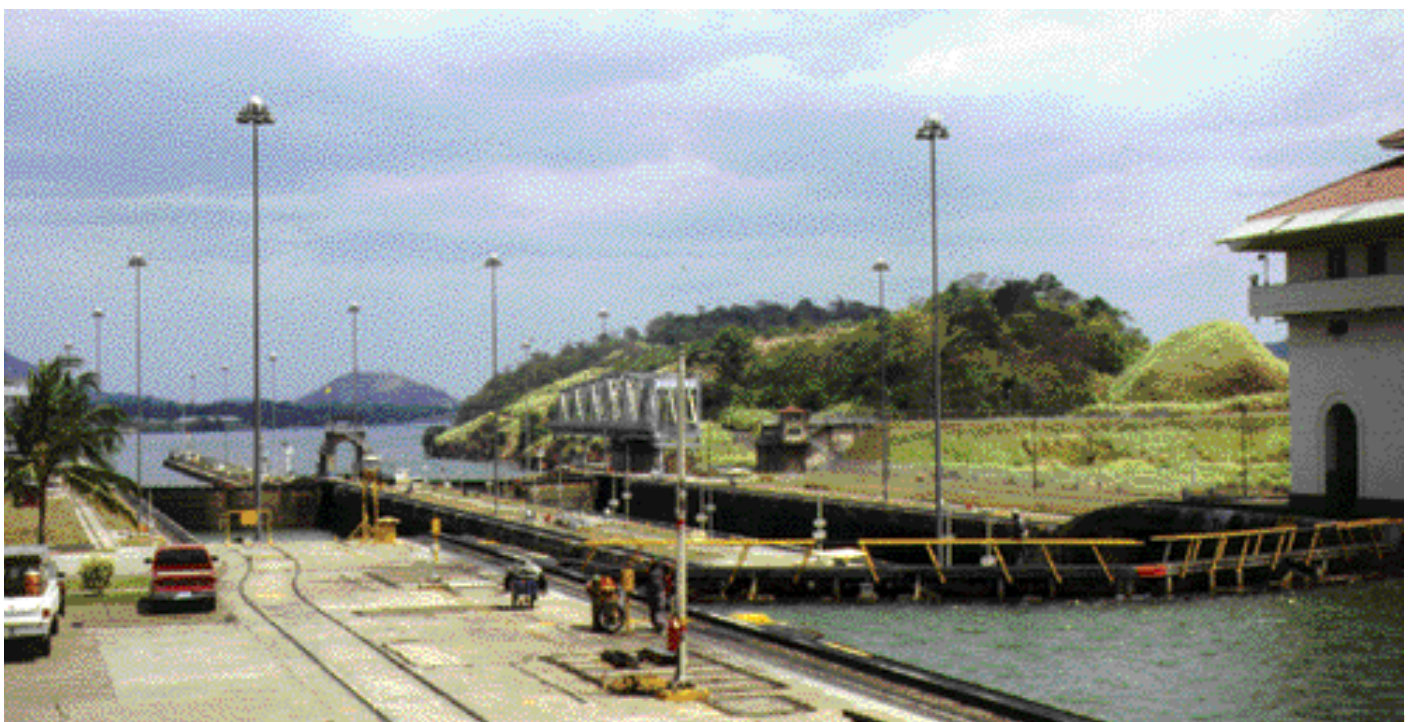
blecieron 4 parcelas de 5 m x 5 m (0,01 ha). Dentro de cada parcela se midió, marcó, mapeó e identificó cada especie comprendida dentro de esta categoría diamétrica, sin incluir lianas.

Brinzales mayores de 20 cm de altura y menores de 1 cm dap. Dentro de cada parcela de 20 m x 40 m se establecieron también 16 parcelas de 1 m x 1 m (0,0016 ha). En estas parcelas se procedió a medir, marcar, mapear e identificar cada especie encontrada, incluyendo las lianas.

Árboles muertos en pie y caídos: Para el estudio de los árboles muertos se contó y midió todo árbol muerto en pie o caído que se encontrara dentro

de cada una de las parcelas de 20 m x 40 m en cada fragmento. Se asignaron dos códigos para ubicar el estado del árbol $c =$ árbol muerto caído y $s =$ árbol muerto en pie. También se evaluó el grado de descomposición de los mismos, para ello se utilizó un clavo de acero que fue dividido mediante marcas en 4 partes iguales, el mismo se introducía en el tronco en 3 o 4 sitios distintos sin ejercer presión y hasta donde el tronco lo permitía, esto con el propósito de obtener un promedio (modificado de Williams-Lineira 1990). Se asignaron valores a cada división de la siguiente manera, I = 0-25 % de descomposición, II = 26-50% de descomposición, III = 51-75% y IV = 76-100%.

Foto: Archivo Revistal Forestal.



Canal de Panamá.

Análisis de datos

Para las categorías fustal y latizal se obtuvo el número de familias, géneros, especies e individuos, Índice de Valor de Importancia (IVI, Curtis y McIntosh 1950)¹ y los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson (Magurran 1988) y Alfa de Fisher (Colwell 1997), esto para caracterizar la composición y diversidad de las parcelas en las diferentes distancias con respecto al borde. Asimismo, se caracterizó también la estructura de las parcelas mediante las variables abundancia, área basal y distribución de abundancia por clases diamétricas. Para la clase brinzal se evaluaron todas las anteriores variables por categoría de distancia por fragmento exceptuando el IVI, el área basal y la distribución de abundancia por tamaño del individuo.

Se hizo un análisis de todas las variables antes mencionadas, a las cuales se les aplicaron pruebas comparativas ANOVA para significancia estadística $\alpha = 0,05$ para cada categoría de distancia para determinar si existía o no influencia del efecto de borde sobre las diferentes variables.

Resultados y discusión

Diversidad y composición de la vegetación de acuerdo a la distancia al borde

En el Cuadro 1 se pueden observar los valores promedio por distancia al borde para las variables número de familias, número de géneros, riqueza, IVI, e índices de diversidad junto con los resultados de las pruebas de ANDEVA por categorías de distancia.

Para los índices de diversidad presentes en el Cuadro 1, se puede observar que no hay diferencias entre categorías de distancia al borde para los tamaños de vegetación evaluados, aunque para los índices Shannon-Wiener ($p = 0,082$) y Alfa ($p = 0,063$) los valores para brinzales se acercan mucho a la significancia estadística. Es de esperar que exista diferencia entre categorías de distancia, pero la misma puede ser enmascarada por el tamaño pequeño de los fragmentos y los grados de alteración de los sitios, los cuales hacen que los efectos de borde penetren hasta bien adentro de

los fragmentos. No obstante, Knight (1975), Laurance (1991), Laurance *et al.* (1997), Matlack (1994), Tabanez *et al.* (1997) y Williams-Linera (1990) señalan que cerca de los bordes en fragmentos pequeños pueden haber cambios evidentes en composición y diversidad comparado con los sitios de interior.

Estructura de los fragmentos de bosque con relación a la distancia al borde

En el caso de la variable abundancia, los valores tienden a disminuir hacia el interior del bosque en las diferentes categorías diamétricas evaluadas (Cuadro 1), sobretodo para el caso de los brinzales y latizales, pero no hay diferencias estadísticamente significativas. En este sentido, Oliveira-Filho *et al.* (1997), Hubbell y Foster (1983), Knight (1975), Laurance (1991), Laurance *et al.* (1997), Metzger (2000), Tabanez *et al.* (1997) y Williams-Linera (1990) señalan que la abundancia de individuos (principalmente de brinzales y latizales) decrece una vez que se adentra en el bosque, quizás fenómenos de competencia por luz pueden inhibir el desarrollo de los individuos ubicados en estas categorías diamétricas al interior del bosque.

Los valores de abundancia señalan que el mayor número promedio de individuos se encontró a distancias de 40-60 m del borde, seguidos de la distancia 0-20 m para la categoría de fustales (Cuadro 1), mientras que para latizales la mayor abundancia promedio se halló a la distancia entre 0-20 m y en el caso de los brinzales fue en la distancia 60-80 m del borde.

En el caso del área basal se observó que para fustales los mayores valores promedios de área basal se encontraron a distancias entre 80-100 m del borde seguidos de cerca por los valores promedios de área basal en las distancias 40-60 m y 0-20 m del borde, mientras que para los latizales el mayor valor promedio de área basal se encontró a distancias de 0-20 m, seguidos por la distancia 60-80 m y 80-100 m. No hubo diferencia significativa relacionada a la distancia al borde para ninguna de estas variables estructurales a diferencia de lo que en-

contró Williams-Linera (1990) en fragmentos de bosque húmedo de tierras bajas en San Blas, en Panamá; ella señala que la densidad y área basal de plantas menores de 5 cm de dap decrecía a medida que se alejaba de los bordes hacia el bosque. En el caso de los arbustos entre 5-9,9 cm dap mostraron incremento en densidad y área basal hasta unos 20 m desde el borde del bosque. En un estudio hecho por Laurance *et al.* (1997) se reporta que para árboles ≥ 10 cm de dap hubo cambios en la densidad y en el área basal con la distancia.

Árboles muertos en pie y caídos en los fragmentos de bosque

Los datos para árboles muertos caídos y en pie, señalan que el fragmento con mayor número de árboles muertos caídos y en pie fue el 4 ($p < 0,05$, Figura 2a). No obstante no se pudo detectar diferencias significativas en cuanto a esta variable entre las categorías de distancia (Figura 2b). Sin embargo, se observa una tendencia clara a disminuir el número de árboles muertos conforme se aleja del borde hacia el interior del bosque.

Para evaluar la descomposición de los árboles y su condición según sean árboles muertos caídos o en pie, las pruebas Kruskal Wallis ($\alpha = 0,05$) señalan que no existen diferencias significativas para estas dos variables entre distancias.

Los resultados obtenidos por Laurance *et al.* (1998) en la Amazonía brasileña para fragmentos menores a 10 ha señalan que la mortalidad de los árboles se incrementa cuando se está cerca del borde hasta unos 100 m, además esta tasa de mortalidad puede incrementarse con la reducción del tamaño del fragmento y la forma irregular. Otros factores locales como la topografía, estructura y la matriz que rodea los sitios pueden también influir en la tasa de mortalidad (Ferreira y Laurance 1997, Laurance 1997, Oliveira-Filho *et al.* 1997, Williams-Linera 1990).

En un estudio similar, en fragmentos recién formados, Kapos (1989) demostró que altas temperaturas y condiciones de resequeidad adyacentes a las áreas deforestadas penetran

¹ El IVI presentado es el promedio de la suma de las cinco especies más abundantes por categoría de distancia en cada fragmento

Cuadro 1. Tendencias de las variables de respuesta en relación a la distancia al borde en bosques fragmentados húmedos tropicales, sector Las Pavas, Zona del Canal de Panamá. Los valores son promedios (n=4 fragmentos)

Variable	Categoría diamétrica	Distancia al borde (m)						P ¹
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	Interior	Distancia
Abundancia ²	>10 cm dap	42 ± 6,4	40,25 ± 7,27	44,75 ± 9,18	35,5 ± 3,11	39 ± 12,25	43,67 ± 10,2	0,532
	1-9,9 cm dap	55 ± 7,79	48,5 ± 25,65	45,5 ± 19,26	48,75 ± 22,29	55 ± 20,61	25,67 ± 12,5	0,634
	< 1 cm dap	94,25 ± 43,94	103,75 ± 58,6	93,75 ± 31,02	117,25 ± 45,31	110,25 ± 55,85	26 ± 3,00	0,849
Área basal ³	>10 cm dap	24,46 ± 8,69	22,72 ± 10,26	25,44 ± 9,96	18,15 ± 3,63	25,46 ± 11,78	22,25 ± 6,28	0,605
	1-9,9 cm dap	5,00 ± 0,68	3,83 ± 1,22	3,4 ± 1,55	4,21 ± 2,89	4,13 ± 2,05	4,53 ± 3,16	0,448
Nº de familias	>10 cm dap	15,25 ± 2,63	15,75 ± 4,99	17,5 ± 1,29	12,75 ± 3,86	13,5 ± 6,25	15,67 ± 1,56	0,439
	1-9,9 cm dap	14,25 ± 1,26	11,75 ± 1,73	12,0 ± 1,41	12,25 ± 3,78	13,75 ± 2,22	10,33 ± 4,04	0,495
	< 1 cm dap	21,75 ± 0,96	18,5 ± 1,73	20,0 ± 1,41	19,75 ± 3,78	20,0 ± 3,16	15,0 ± 2,00	0,495
Nº de géneros	>10 cm dap	18,0 ± 2,94	19,25 ± 8,18	18,0 ± 4,00	18,0 ± 5,51	21,25 ± 6,5	20,67 ± 4,04	0,4959
	1-9,9 cm dap	19,5 ± 1,29	17,25 ± 4,79	17,0 ± 4,32	16,75 ± 3,10	19,5 ± 3,32	16,67 ± 11,24	0,835
	< 1 cm dap	29,0 ± 4,83	29,0 ± 4,83	27,75 ± 3,59	27,5 ± 8,19	26,5 ± 4,66	16,67 ± 3,06	0,8347
Riqueza (S)	>10 cm dap	19,25 ± 2,63	21,0 ± 8,21	19,0 ± 3,37	16,75 ± 6,40	18,25 ± 9,71	20,67 ± 3,22	0,676
	1-9,9 cm dap	20 ± 1,63	19,0 ± 5,99	17,75 ± 4,35	17,75 ± 2,5	22 ± 2,16	14,0 ± 6,0	0,415
	< 1 cm dap	32,75 ± 4,99	28,75 ± 6,8	31,0 ± 6,0	32,75 ± 9,81	30,5 ± 7,94	16,67 ± 3,06	0,830
IVI ⁴	>10 cm dap	49,2 ± 7,22	48,29 ± 17,59	56,63 ± 12,16	53,54 ± 14,98	57,42 ± 21,69	43,18 ± 6,12	0,441
	1-9,9 cm dap	58,87 ± 9,78	53,66 ± 9,48	59,54 ± 11,89	60,21 ± 7,85	47,27 ± 8,38	64,17 ± 12,59	0,105
H ⁵	>10 cm dap	2,71 ± 0,16	2,72 ± 0,56	2,49 ± 0,33	2,57 ± 0,49	2,42 ± 0,80	2,67 ± 0,19	0,415
	1-9,9 cm dap	2,44 ± 0,32	2,49 ± 0,52	2,5 ± 0,35	2,35 ± 0,43	2,67 ± 0,28	2,31 ± 0,50	0,564
	< 1 cm dap	2,97 ± 0,25	2,71 ± 0,14	2,93 ± 0,14	2,86 ± 0,24	2,71 ± 0,25	2,65 ± 0,19	0,082
Simpson	>10 cm dap	0,06 ± 0,017	0,075 ± 0,061	0,115 ± 0,07	0,0875 ± 0,069	0,137 ± 0,131	0,084 ± 0,44	0,770
	1-9,9 cm dap	0,14 ± 0,074	0,125 ± 0,021	0,0975 ± 0,01	0,1508 ± 0,139	0,098 ± 0,085	0,107 ± 0,074	0,325
	< 1 cm dap	0,083 ± 0,053	0,105 ± 0,021	0,0725 ± 0,01	0,095 ± 0,021	0,115 ± 0,033	0,05 ± 0,013	0,258
α ⁶	>10 cm dap	14,55 ± 4,54	19,66 ± 12,39	13,32 ± 4,58	15,97 ± 14,49	21,06 ± 22,02	11,16 ± 3,71	0,861
	1-9,9 cm dap	11,79 ± 2,97	15,90 ± 8,06	13,06 ± 7,66	11,71 ± 3,82	16,88 ± 5,93	12,77 ± 4,13	0,461
	< 1 cm dap	21,01 ± 8,40	14,95 ± 14,95	16,85 ± 3,21	15,51 ± 5,15	14,88 ± 4,91	20,46 ± 7,06	0,0627

1 Resultados de la prueba F del ANDEVA respecto a variación entre fragmentos y distancias al borde
 2 Abundancia de número de individuos ha⁻¹
 3 m² ha⁻¹
 4 Porcentaje del índice de valor de importancia para las cinco primeras especies con mayor IVI por fragmento
 5 Índice de diversidad Shannon
 6 Índice de diversidad de Fisher

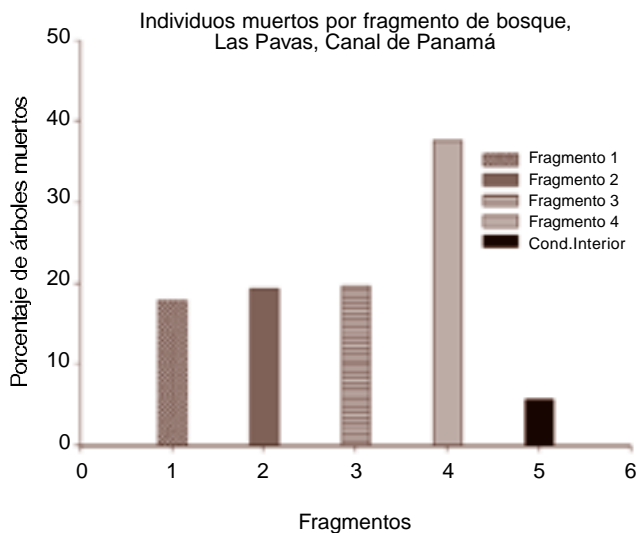
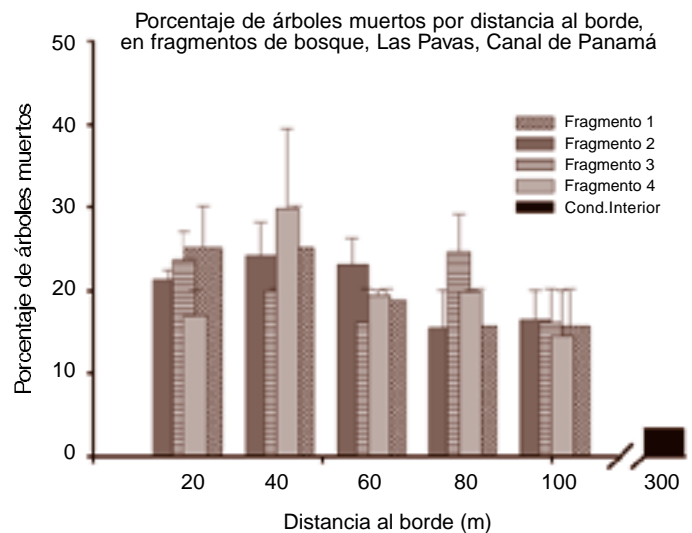


Figura 2a. Árboles muertos en los distintos fragmentos en todas las categorías diamétricas.




2b. Árboles muertos por categoría de distancia en cada fragmento estudiado.

hasta unos 40-60 m al interior del fragmento y que un gran número de árboles muertos pueden observarse cerca de los bordes producto de estas alteraciones.

El presente estudio, a diferencia de otros realizados en Brasil y Panamá (Laurance *et al.* 1997, Williams-Linera 1990) permite establecer cómo variables de estructura, diversidad y composición de plantas en fragmentos de bosque no muestran relación estadística con respecto a la distancia al borde, lo cual se puede interpretar que se debe al tamaño pequeño de los fragmentos evaluados, a la intensidad de muestreo e incluso a las condiciones ecológicas de los sitios estudiados. Es importante señalar además algunas tendencias que sugieren que la abundancia de individuos para la categoría de brinzales decrece a medida que se interna en el bosque. Los fragmentos estudiados parecen ubicar una mayor cantidad de árboles muertos en pie y caídos cerca de los bordes.

Por todo lo expuesto en este estudio se debe recordar que cuando se habla de conservación de biodiversidad en fragmentos de bosque es necesario considerar aspectos importantes como: el tamaño de los fragmentos, su aislamiento, el efecto de borde, el incremento de la vulnerabilidad por factores extrínsecos como el viento, intervención humana e intensidad de muestreo, sobretodo porque la interacción entre ellos puede ser vital para dar recomendaciones de manejo y para determinar la supervivencia de las especies que se encuentran dentro de los fragmentos (Lord y Norton 1990). El tamaño de un área es un factor importante para su conservación, algunos autores aseguran que es posible hacer conservación en fragmentos pequeños (Simberloff 1982, Jarvinen 1982), mientras que otros señalan la necesidad de conservar áreas del mayor tamaño posible, como estrategia de conservación de ambientes naturales (Janzen 1983, Willis 1984, Lovejoy

et al. 1986 y Tabanez *et al.* 1997). Otra consideración importante es la presencia de la matriz que rodea a los fragmentos de bosque; dependiendo de las especies que posea y de la protección o estrés que pueda causar a los fragmentos existentes, la matriz constituye un elemento clave en el tipo de sucesión que pueda darse naturalmente en los fragmentos de bosque. 

Hilda Lezcano

Máster en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad
Correo electrónico: luzty@yahoo.com

Bryan Finegan, CATIE

Correo electrónico: bfinegan@catie.ac.cr

Richard Condit

Correo electrónico: conditctfs@yahoo.com

Diego Delgado, CATIE

Correo electrónico: ddelgado@catie.ac.cr

Literatura citada

- Aizen, M.A.; Feinsinger, P. 1994a. Forest Fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75:330-351.
- _____; Feinsinger, P. 1994b. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentina (Chaco Serrano). *Ecological Applications* 4:378-392.
- Bennett, A.F. 1999. Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Suiza, IUCN. 254p.
- Colwell, R.K. 1997. EstimateS Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5 User's Guide and application (En línea). Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Curtis, J.F.; McIntosh, R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31(3):434-450.
- Ferreira, L.V.; Laurance, W. 1997. Effects of forest fragmentation on mortality and damage of select trees in central Amazonia. *Conservation Biology* 11:797-801.
- Forman, T. R.T. 1995. *Lands Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Cambridge University Press. 332 p.
- Holdridge, L.R. 1987. *Ecología: basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. 216p.
- Hubbell, S.P.; Foster, R. 1983. Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implication for conservation. In Sutton, S.L.; Whitmore, T.C.; Chadwick, A.C. eds. *Tropical Rain Forest Ecology and Management*. Oxford, Blackwell Scientific. p. 25-41.
- Janzen, D.H. 1983. No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. *Oikos* 41:402-410.
- Jarvinen, O. 1982. Conservation and endangered plant population: single large or several small reserves? *Oikos* 38:301-307.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5:173-185.
- Knight, D.H. 1975. A Phytosociological analysis of species rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. *Ecological Monographs* 45:259-284
- Laurance, W.F. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. *Biological Conservation* 57:205-219.
- _____. 1997. Introduction and Synthesis. *Biological Conservation* 91:101-107.
- _____; Ferreira, L.; Rankin-de Merona, J.; Lawrence, S. 1998. Rain Forest Fragmentation and the dynamics of Amazonia tree communities. *Ecology* 79(6):2032-2040.
- _____; Ferreira, L.; Rankin-de Merona, J.; Lawrence, S.; Hutchings, R.; Lovejoy, T. 1997. Effects of Forest Fragmentation on Recruitment Patterns in Amazonia Tree Communities. *Conservation Biology* 12(2):460-464.
- Lord, J.; Norton, D. 1990. Scale and the Spatial Concept of Fragmentation. *Conservation Biology* 4:197-202.
- Lovejoy, T.E.; Bierregaard Jr, R.O.; Rylands, A.B.; Malcolm, J.R.; Quintela, C.E.; Harper, L.H.; Brown Jr, K.S.; Powell, A.H.; Powell, G.V.N.; Schubart, H.O.R.; Hays, M.B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In Soule, M.E. ed. *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. p. 257-285.
- Magurran, A. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Trad. Antonia M. Cirer. 200 p.
- Matlack, G. 1994. Vegetation dynamics of the forest edge - trends in space and successional time. *Journal of Ecology* 82:113-123.
- Metzger, J.P. 2000. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. *Ecological Applications* 10(4):1147-1161.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10:58-62
- Oliveira-Filho, A.; de Melo, J.M.; Scolforo, R. 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamic within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over five-year period (1987-1992). *Plant Ecology* 131:45-66.
- Rodríguez, E. 1997. Fragments size, edge effects and species extinction in North Parana, Brasil: A 5 years report. In Symposium and Annual Meeting, Tropical Diversity, Origins, Maintenance and Conservation. San José, Costa Rica, Organization for Tropical Studies. p 100.
- Shafer, M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* 31:131-134.
- Simberloff D. 1982. Big advantages of small refuges. *Natural History* 91:6-14.
- Tabanez, A.; Viana, V.M.; Dias, A. 1997. Consequencias da fragmentação e do efeito de orla sobre estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de Planalto de Piracicaba, SP, Brasil. *Biologico*. 57(1):47-60.
- Willis, E.O. 1984. Conservation, subdivision of reserves and the antidesmemberment hypothesis. *Oikos* 42:396-398.
- Williams-Linera, G. 1990. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica* 22:235-241.