

Dispersión de semillas anemócoras y autócoras durante la época seca en áreas con aprovechamiento forestal en un bosque seco tropical

Dispersal of anemocorous and autocorous seeds during the dry season in logged areas in a tropical dry forest

Bonifacio Mostacedo^{1,2*}, Marcela Pereira² & Todd S. Fredericksen²

¹bmostacedo@hotmail.com

²Proyecto BOLFOR, Casilla # 6204, Tel. 591-3-480766 480767
Fax: 591-3-480854 email: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo, Santa Cruz, Bolivia
*autor de correspondencia

Resumen

Se estudió la distribución temporal de las semillas y la influencia de los claros producidos por el aprovechamiento forestal, durante la época seca, en la dispersión de semillas de las principales especies arbóreas y de bejucos anemócoras y autócoras, en un bosque tropical seco de Bolivia. Se seleccionaron tres tratamientos (claro grande, claro pequeño y sitio no perturbado), donde se colocaron trampas de semillas. El conteo y la determinación de las especies y semillas obtenidas se realizó mensualmente, desde mayo a septiembre del año 1998. La riqueza y abundancia de especies anemócoras y autócoras aumentó considerablemente al final de la época seca. Aproximadamente el 50% de las especies arbóreas y de bejucos consideradas en este estudio dispersaron sus semillas a lo largo de toda la época seca, mientras que las demás tuvieron períodos más cortos de dispersión. Especies con dispersión anemócora tuvieron períodos de dispersión más prolongados. En general, el número de especies y abundancia de semillas con dispersión anemócora fue mayor al final de la época seca, mientras que a mediados de la época seca el número de especies con dispersión autócora fue alto. Si bien algunas especies parecen ser favorecidas por la formación de claros, en forma general, el tamaño de los claros no parece tener un efecto significativo el número de semillas anemócoras y autócoras. Sin embargo, sería importante evaluar el efecto del aprovechamiento de especies dispersadas por animales.

Palabras clave: Bolivia, aprovechamiento forestal, claros de aprovechamiento, dispersión de semillas, bosque seco tropical.

Abstract

The influence of gaps created by dry-season logging on the temporal distribution of wind- and gravity-dispersed vine and tree species was in a Bolivian dry forest. Three areas were selected (large logging gaps, small logging gaps, and undisturbed forest) for the location of seed traps. The number of seeds trapped was counted monthly for each species from May-September, 1998. The abundance of seeds and the richness of species producing them increased significantly during the end of the dry season. Approximately 50% of tree and vine species dispersed seeds throughout the dry season, while the remainder had shorter dispersal periods. Wind-dispersed species had longer seed dispersal intervals than gravity-dispersed species. In general, species richness and seed abundance of wind-dispersed species increased at the end of the dry season,

while that of gravity-dispersed species peaked during the middle of the dry season. While the seed abundance of some species increased in gaps compared to undisturbed areas, seed abundance did not vary by gap size. The effect of logging gaps on the dynamics of animal-dispersed seeds also deserves study.

Key words: Bolivia, logging, logging gaps, seed dispersal, tropical dry forest.

Introducción

La dispersión de semillas es un componente importante en la dinámica natural de los bosques tropicales porque influye en las etapas iniciales de reclutamiento de nuevos individuos en una población de plantas (Terborgh 1990, Sánchez-Garfías et al. 1991, Sinha & Davidar 1992). En particular, la evaluación de los patrones temporales y espaciales de la distribución de semillas en el bosque puede contribuir en el conocimiento del proceso de regeneración natural, y con ello ayudar en el manejo de rodales con miras a su aprovechamiento forestal a largo plazo.

Las semillas, dependiendo de su capacidad de dispersión y las condiciones de hábitat a las que pueden llegar, pueden ser o no parte del proceso de regeneración. Dentro del proceso de regeneración, especialmente en la etapa de producción y diseminación de semillas, la formación de microhábitats abiertos (denominados claros) cumple un papel muy importante en la distribución de semillas en el bosque. Por ejemplo, algunos autores (Augsburger & Franson 1988; Loiselle et al. 1996) han determinado que las semillas dispersadas por el viento (anemócoras) llegan en mayor número a los claros, al ser favorecidas por los movimientos convectivos del aire por las diferencias de presión y temperatura. Sin embargo, las semillas con otras formas de dispersión, como las autócoras y zoócoras, parecen ser poco influenciadas por los claros (Loiselle et al. 1996).

Asimismo, otros estudios reportan la variación temporal existente según los síndromes de dispersión. Se ha reportado que la mayor parte de las especies con dispersión

anemócora son dispersadas al final de la época seca, mientras que las especies con dispersión zoócora se dispersan mayormente en la época lluviosa (Howe & Smallwood 1982, Augspurger & Franson 1988, Foster 1990).

Por otro lado, en los bosques tropicales secos se encuentra entre 30 a 40% de las especies de árboles y entre 50 a 90% de los bejucos dispersados por el viento (Gentry 1995). Los datos indican que estos síndromes de dispersión son importantes en la dinámica de los bosques anteriormente mencionados, más aún si las especies aprovechadas para la extracción de madera tienen dichos síndromes. Se conoce poco acerca de los efectos que podría producir el aprovechamiento de madera en bosques secos, aunque muchos autores consideran que es necesario estudiar la ecología de las semillas en relación a la perturbación (Putz 1993, Hartshorn 1995). Los claros producidos por el aprovechamiento forestal son de diferentes tamaños y, en muchos casos, son de tamaños mayores que los claros naturales, por lo que la dinámica de semillas puede ser distinta a la de las condiciones naturales, por la mayor apertura del dosel y remoción del suelo.

En este sentido, los autores estudiaron la dispersión de semillas a nivel de comunidad y población de las principales especies con dispersión anemócora y autócora dentro de un área con aprovechamiento forestal maderable, para determinar la variación entre los lugares perturbados y no perturbados, así como la variación entre meses de la época seca. La pregunta inicial fue: ¿Hay diferencias en la lluvia de semillas con relación al tamaño de los claros y los meses de evaluación durante la época seca? Este estudio pretende explorar el

efecto que pueda tener el aprovechamiento forestal en la dispersión de semillas de un bosque seco, información que puede ser tomada para tomar precauciones, especialmente, en la intensidad de aprovechamiento y la retención de árboles semilleros.

Materiales y métodos

Area de estudio

La presente investigación fue realizada en la localidad de Las Trancas, provincia Ñuflo de Chávez, Lomerío, departamento de Santa Cruz, Bolivia (16°13'S, 61°50'W), a una altitud entre 410 y 470 m. La temperatura promedio es aproximadamente de 24.5 °C, con una precipitación promedio anual de 1150 mm; la zona presenta una temporada seca de aproximadamente 6 meses que se extiende de mayo a octubre)(Fig. 1).

El área de estudio está clasificada como bosque subhúmedo semidecuido pluviestacional (Navarro 1995, 1997) o también como bosque semidecuido chiquitano (Beck et al. 1993). El dosel de este bosque mide entre 20 a 25 m de altura, con algunos árboles emergentes que llegan hasta 30 m. Entre las especies más abundantes están *Acosmium cardenasii*, *Caesalpinia pluviosa*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Astronium urundeuva*, *Chorisia speciosa*, *Gallesia integrifolia*, *Neea hermaphrodita*, *Aspidosperma rigidum* y *Centrolobium microchaete* (Killeen et al. 1998, Pinard et al. 1999). Este bosque está rodeado, principalmente, por la vegetación del Cerrado (sabanas naturales con poca densidad de árboles) y, en la mayoría de los casos, dentro del bosque se pueden encontrar grandes piedras lateríticas (lajas) con vegetación propia de estos ambientes (Ratter et al. 1997, Mostacedo et al. 2001).

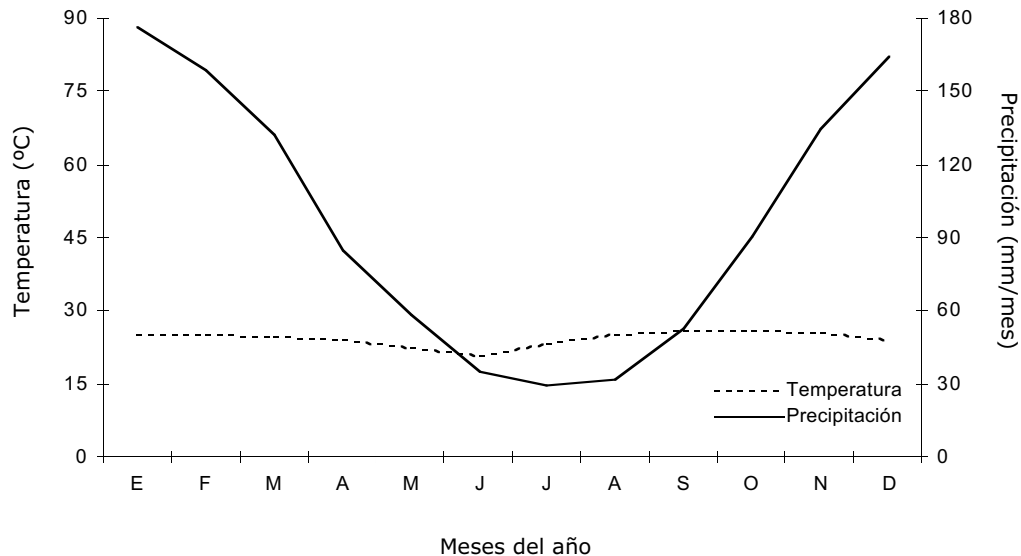


Fig. 1: Promedio mensual de 13 años de precipitación y temperatura para el bosque semidecuido pluviestacional situado al este de Bolivia. Los datos fueron tomados en la localidad de Concepción (70 km al NE del área de estudio).

Ubicación de los sitios de estudio, diseño de muestreo y toma de datos

El área de estudio se ubicó en un lugar donde se extrajo madera un año antes. La zona de estudio comprende 30 ha, donde se extrajeron troncos de madera de distintas especies tales como *Centrolobium microchaete* ("tarara"), *Copaifera chodatiana* ("sirari"), *Amburana cearensis* ("roble"), *Anadenanthera macrocarpa* ("curupáú"), *Tabebuia impetiginosa* ("tajibo"),

Aspidosperma sp. ("jichituriqui"), *Machaerium scleroxylum* ("morado"), *Acosmium cardenasii* ("tasaá"), entre otras (Camacho 1996).

Con el fin de evaluar el efecto del tamaño de los claros producidos por la extracción de madera sobre el proceso de lluvia de semillas, se escogieron dos tipos de claros y un bosque sin perturbar, producto del aprovechamiento forestal, los cuales fueron considerados como tratamientos (N=3). Los claros grandes comprendieron áreas donde se cortaron dos o

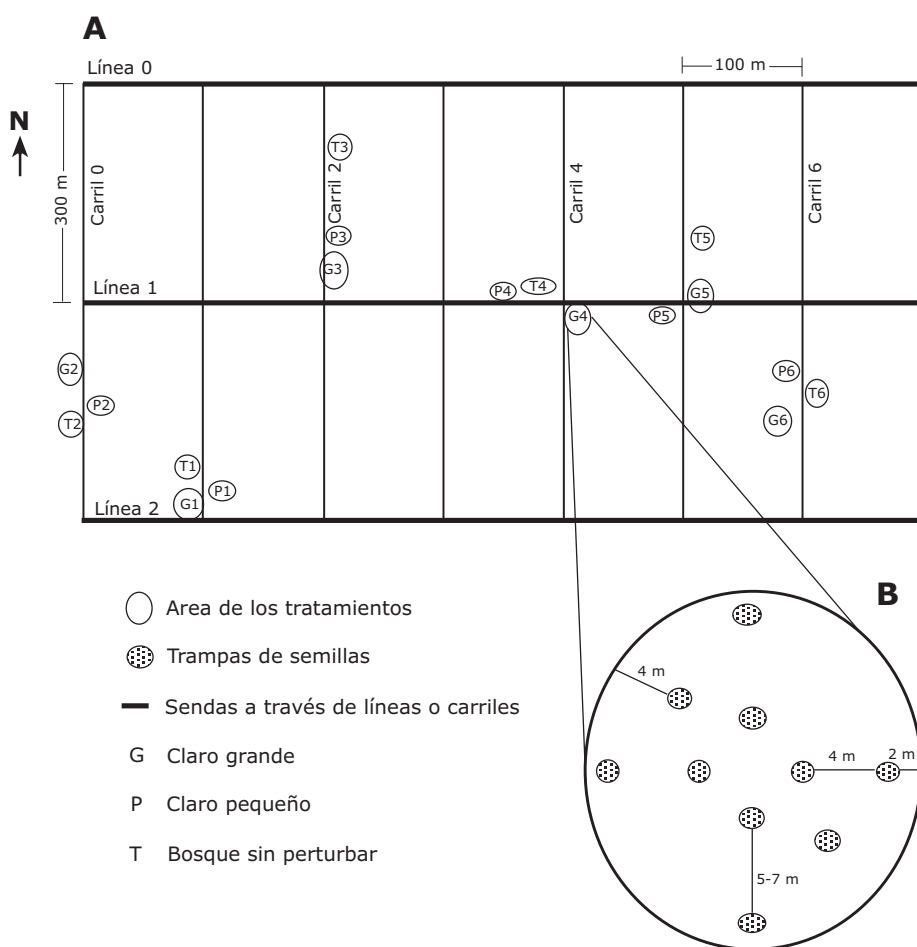


Fig. 2: Croquis del área de estudio (aproximadamente 30 ha) donde se indica lo siguiente: (A) ubicación de los claros grandes y pequeños, y áreas sin perturbar, (B) ampliación de un claro para mostrar la ubicación de las trampas de semillas y las distancias aproximadas entre éstas.

más árboles (con una superficie $>600 \text{ m}^2$); los claros pequeños fueron áreas donde se cortó solamente un árbol (con una superficie $<300 \text{ m}^2$); y los sitios no perturbados fueron aquellos donde no se cortaron árboles. Cada uno de estos tratamientos fue replicado en seis sitios diferentes dentro del bosque de Las Trancas. Los tratamientos fueron acomodados a un diseño en bloques al azar (Fig. 2).

En cada uno de los 18 sitios (seis réplicas por cada uno de los tratamientos) se colocaron 10 trampas de semillas. Las trampas fueron construidas con tela poliamida y alambre # 12, y tenían formas cónicas de 50 cm de diámetro. Estas trampas se colocaron a un metro de altura del suelo, cada una soportada por dos tubos de PVC. En cada sitio, el 50% de las trampas fue colocado en el centro y el otro 50% en el borde de cada claro. La distancia entre trampas fue variable según el tamaño de los claros, pero en promedio las trampas estuvieron ubicadas cada cinco metros a lo largo del claro y cada cuatro metros a lo ancho del claro; generalmente, las trampas situadas al borde de los claros estuvieron ubicadas a dos metros de éste. Las trampas fueron revisadas mensualmente con el fin de establecer el número de semillas o frutos por especie. Posteriormente, las especies fueron clasificadas en tres categorías de síndromes de dispersión: anemócoras, autócoras y otras. Las especies con dispersión anemócora son aquellas cuyos frutos o semillas tienen estructuras aladas que ayudan a la dispersión por el viento; las especies con dispersión autócora son aquellas cuyos frutos tienen características intrínsecas que por medio de una explosión u otra forma las semillas son dispersadas a distancias alejadas de la planta reproductora. Entre otras formas de dispersión, se incluyeron a todas las semillas o frutos que no son dispersados por el viento o que tienen autodispersión, esta categoría se refiere, principalmente, a las especies dispersadas por animales.

Análisis de datos

Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) de medidas repetidas para determinar las

variaciones del número de semillas entre tratamientos de sitio, entre los meses y la interacción entre estos factores. De igual manera, se separaron tanto las especies como las semillas según los síndromes de dispersión; mediante gráficas con promedios y error estándar se analizaron las variaciones dentro de los sitios con relación a las fechas de evaluación. También se evaluó la variación temporal de la dispersión de semillas para las principales especies de árboles y bejucos. Finalmente, para cada especie individual se analizaron las variaciones entre los distintos sitios para el número de semillas; para ello se hicieron ANDEVAs de una vía. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significantes con un error del 5%. Los análisis estadísticos se hicieron utilizando el programa SYSTAT 9.0 (SPSS Inc. 1998).

Resultados

Patrones de dispersión de semillas a nivel de comunidad

En este estudio se registró un total de 102 especies de árboles y bejucos, de las cuales el 37% corresponde a especies con dispersión anemócora, el 13% a especies con dispersión autócora y el 50% a especies otras formas de dispersión (probablemente la mayoría zoócoras). En términos generales, el número total de especies encontrado en los distintos tratamientos fue similar (claro grande, 32.8%; claro pequeño, 33.9%; testigo, 33.2%), de los cuales el 48% del total de especies cayó en los dos últimos meses (agosto y septiembre; Tabla 1).

El número de especies dispersadas a través del tiempo fue variable según los síndromes de dispersión. Al inicio de la época seca (mayo), el número total de especies con dispersión anemócora y autócora fue bajo con relación a las especies con otras formas de dispersión. Las especies con dispersión autócora aparecieron en mayor número a mitad de la época seca (julio), mientras que al final de la época seca las especies con dispersión anemócora predominaron (Fig. 3). En los tres

Tabla 1: Número de especies encontradas en forma de semillas en los distintos tratamientos (sitio, N=6) a través de cinco meses de evaluación. El tamaño promedio aproximado de los claros grandes fue de 700 m², de los claros pequeños fue de 350 m² y del testigo fue de 450 m².

Meses	Tratamientos			Total (%)
	Claro grande	Claro pequeño	Testigo	
Mayo	21	27	24	40 (18.4)
Junio	23	20	23	35 (16.1)
Julio	27	24	26	38 (17.5)
Agosto	39	36	41	53 (24.4)
Septiembre	37	45	35	51 (23.5)
Total (%)	147 (32.8)	152 (33.9)	149 (33.2)	

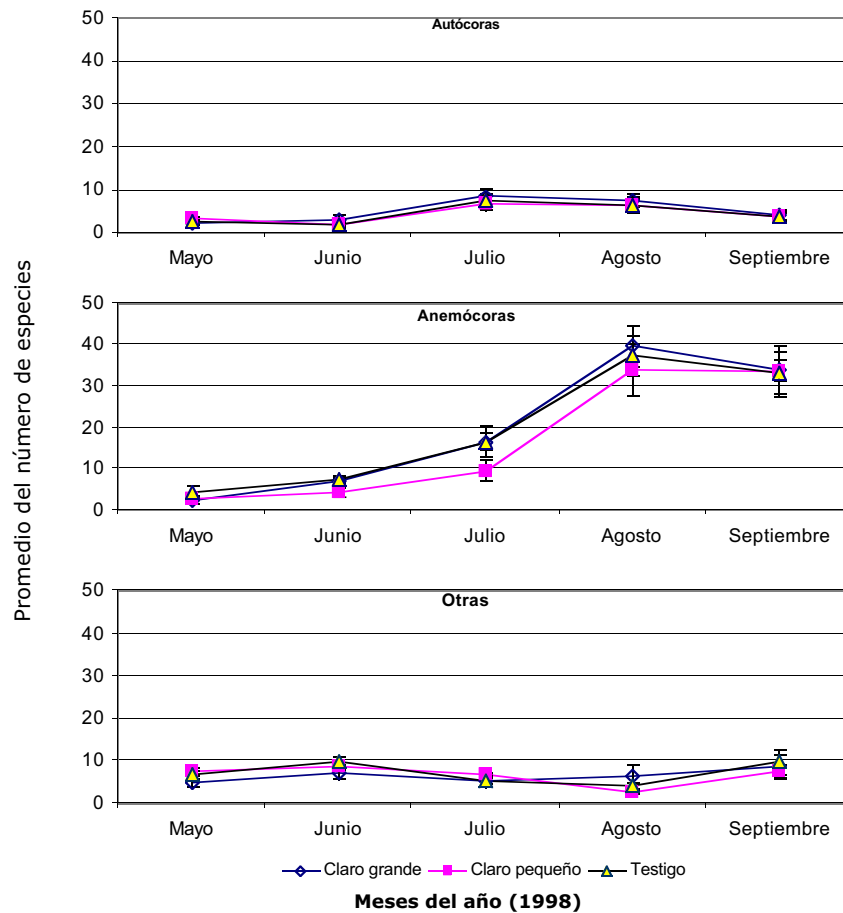


Fig. 3: Promedio del número de especies dispersadas en el bosque semidecíduo pluviestacional de las Trancas, Lomerío, Santa Cruz, según los principales síndromes de dispersión y los distintos tratamientos, a través de la época seca del año 1998. El promedio se obtuvo a partir de las seis replicas que corresponden al número de bloques. Las líneas verticales son los errores estándar.

tratamientos, tanto las especies con dispersión autócora y anemócora, el número de especies a través del tiempo fue similar. El número de especies con otras formas de dispersión, en general, fue menor en la mitad de la época seca (julio-agosto), observándose algunas diferencias en los patrones temporales entre los tratamientos (Fig. 3).

En la figura 4 se puede observar los patrones de abundancia de semillas con relación a los principales síndromes de dispersión. Se puede notar que, en todos los tratamientos, al final de la época seca las semillas anemócoras cayeron en mayor cantidad. En la mitad de la época seca (julio), las semillas con dispersión autócora fueron mayores que en los demás meses de

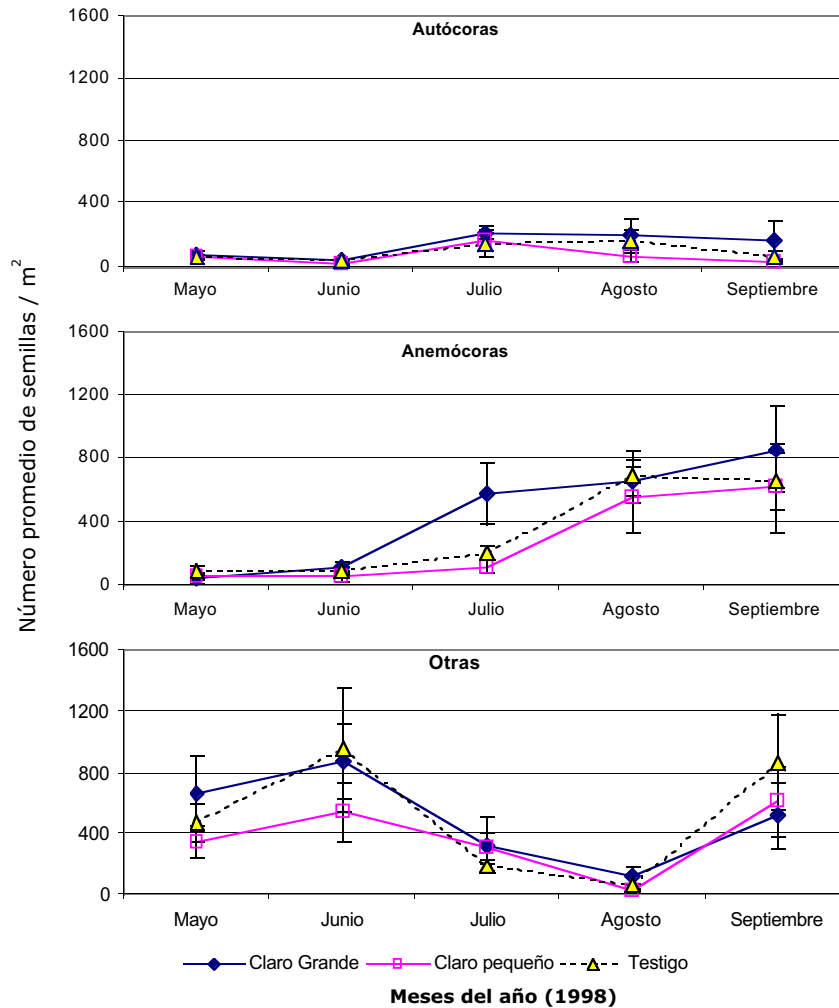


Fig. 4: Promedio del número de semillas dispersadas en el bosque semidecíduo pluviestacional de Las Trancas, Lomerío, Santa Cruz, Bolivia, según los principales síndromes de dispersión y los distintos tratamientos, a través de la época seca del año 1998. Las líneas verticales son los errores estándar.

evaluación, en tanto que las semillas con otras formas de dispersión cayeron en menor cantidad en esta misma época (Fig. 4). El número de semillas en los tres síndromes de dispersión fue similar entre los sitios (Tabla 2). Sin embargo, en todos los casos, se ha detectado diferencias significativas entre los meses de evaluación (Fig. 4, Tabla 2). La variación temporal del número de semillas parece ser similar entre los tratamientos, no encontrándose una interacción entre los tratamientos y meses de evaluación (Tabla 2).

Patrones de dispersión de semillas a nivel poblacional

De los árboles y bejucos anemócoras y autócoras más abundantes y representativos de este bosque (Fig. 5), la mayor parte de las especies tuvo su máxima dispersión entre agosto y septiembre. *Copaifera chodatiana*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Caesalpinia pluviosa*, *Cordia alliodora*, *Machaerium scleroxylon*, *Acosmium cardenasii* y *Combretum* sp. dispersaron sus semillas por un tiempo más

Tabla 2: Análisis de varianza con medidas repetidas del número de semillas caídas en distintos sitio (tratamientos: claros grandes, claros pequeños y testigo), según los síndromes de dispersión, a través de cinco meses de evaluación. El análisis de varianza se hizo con un error de 5%.

FV	SC	GI	CM	F	P
Autócoras					
<u>Entre</u>					
Bloque	186257.2	5	37251.4	0.62	0.69
Tratamiento	48796.3	2	24398.1	0.40	0.68
Error	362346.6	6	60391.1		
<u>Dentro</u>					
Mes	184804.9	4	46201.2	3.46	0.02
Mes*bloque	202964.2	20	10148.2	0.76	0.73
Mes*Tratamiento	110247.6	8	13780.9	1.03	0.44
Error	320012.3	24	13333.8		
Anemócoras					
<u>Entre</u>					
Bloque	2342036.0	5	468407.2	5.02	0.015
Tratamiento	442566.1	2	221283	2.37	0.14
Error	932975.2	10	93297.5		
<u>Dentro</u>					
Mes	6570139.7	4	1642534.9	27.03	0.0001
Mes*bloque	3947595.9	20	197379.8	3.25	0.001
Mes*tratamiento	566414.4	8	70801.8	1.16	0.34
Error	2429989.9	40	60749.7		
Otras					
<u>Entre</u>					
Bloque	1309085.4	5	261817.1	1.00	0.47
Tratamiento	286057.7	2	143028.9	0.55	0.59
Error	2081620.3	8	260202.5		
<u>Dentro</u>					
Mes	4703720.4	4	1175930.0	8.30	0.0001
Mes*bloque	6580867.6	20	329043.3	2.32	0.016
Mes*Tratamiento	755449.6	8	94431	0.67	0.72
Error	4532594.4	32	141643.6		

Dispersión de semillas anemócoras y autócoras forestales tropicales

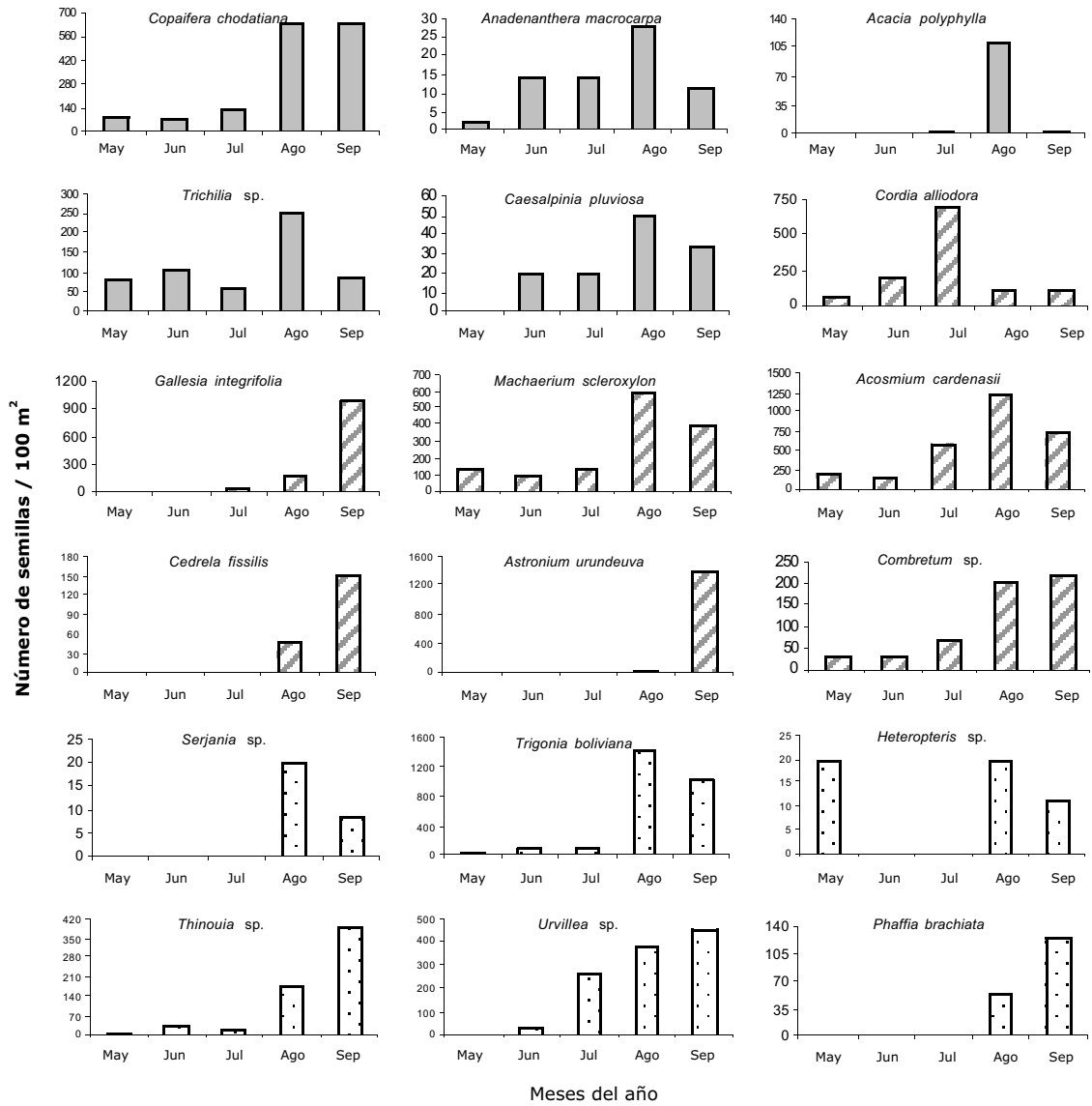


Fig. 5: Dispersión temporal de las principales especies autócoras y anemócoras del bosque semidecíduo pluviestacional de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. En la gráfica se muestran tres grupos de plantas: árboles con dispersión autócora (barras sombreadas), árboles con dispersión anemócora (barras con líneas oblicuas) y lianas con dispersión anemócora (barras con puntos).

prolongado que las otras especies. *Acacia polyphylla* y *Astronium urundeuva* parecen ser algunas de las pocas especies arbóreas que dispersan sus semillas en un tiempo muy corto (Fig. 6). Entre los bejucos, *Trigonía boliviana*,

Thinouia sp. y *Urvillea* sp. fueron las tres especies comunes que dispersaron sus semillas por períodos más prolongados, mientras que *Serjania* sp. y *Phaffia brachiata* se dispersaron por poco tiempo (Fig. 5).

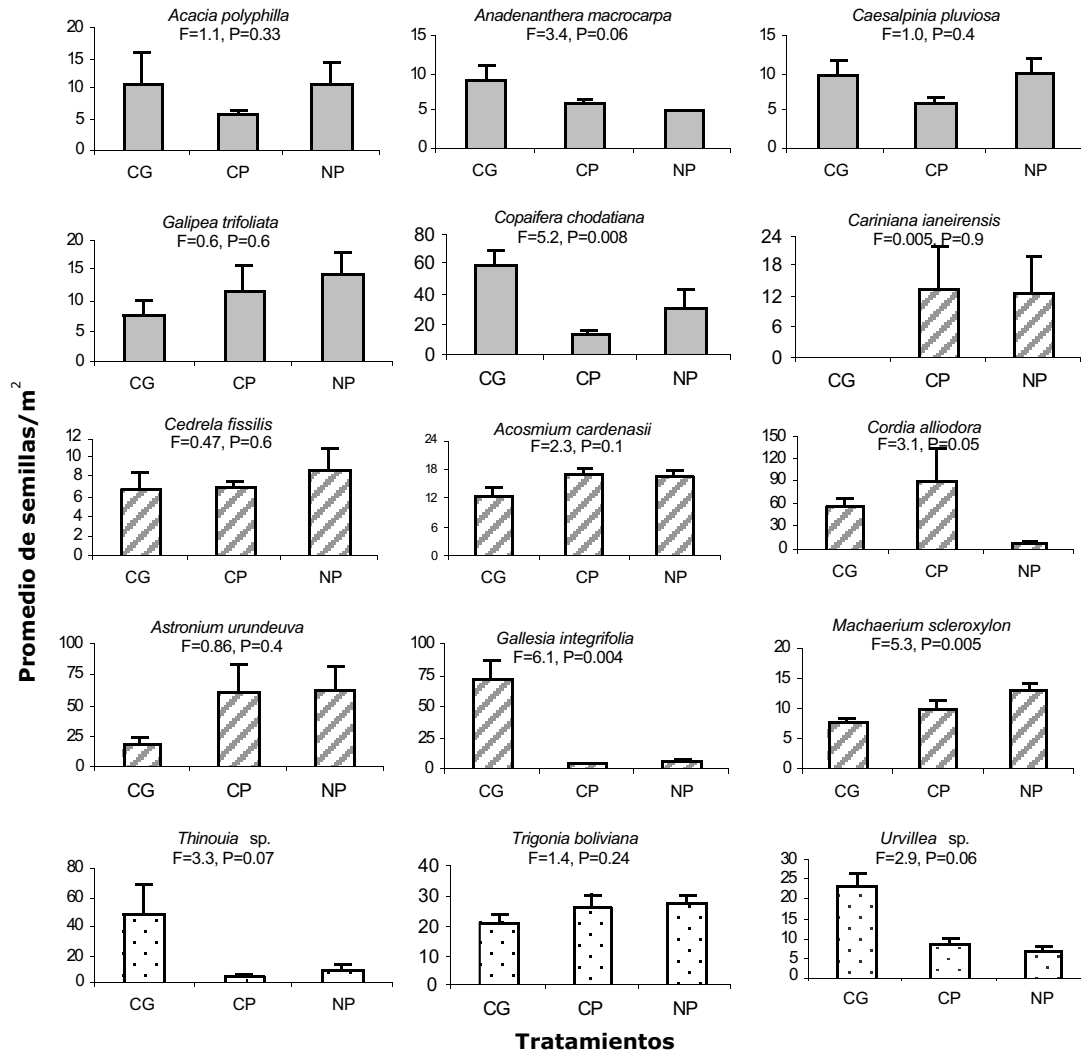


Fig. 6: Cantidad de semillas caídas en tres tratamientos: CG = claros grandes, CP = claros pequeños, NP = sitios no perturbados. En la gráfica se muestran tres grupos de plantas: árboles con dispersión autócora (barras sombreadas), árboles con dispersión anemócora (barras con líneas oblicuas), y lianas con dispersión anemócora (barras con puntos). Las diferencias estadísticas se realizaron con un error del 5%. Las líneas verticales indican el error estándar.

En la figura 6 se muestra el número de semillas para las especies más abundantes que cayeron en los distintos sitios. De cinco especies con dispersión autócora, sólo las semillas de *Copaifera chodatiana* cayeron en mayor cantidad en los claros grandes. De siete especies con dispersión anemócora, las semillas de *Gallesia integrifolia* fueron encontradas mayormente en claros grandes y las semillas de *Machaerium scleroxylon* en sitios no perturbados. Las otras especies tuvieron similar cantidad de semillas en los tres tratamientos de sitios. Respecto a los bejucos, *Thinouia* sp. y *Urvillea* sp. mostraron una tendencia a tener mayor cantidad de semillas en los claros grandes, mientras que el número de semillas de *Trigonía boliviana* fue similar en los distintos tratamientos.

Discusión

La dispersión de semillas en bosques secos está muy relacionada con la precipitación. Algunos autores han demostrado la existencia de una relación entre el número de especies dispersadas, por distintos agentes y la época de máxima y mínima precipitación (Howe & Smallwood 1982, Sánchez-Garfías et al. 1991, Gentry 1995). En este estudio se detectaron patrones similares a los obtenidos en otros bosques secos y húmedos (Howe & Smallwood 1982, Augspurger & Franson 1988, Gentry 1995), donde las especies y la cantidad de semillas anemócoras aumentan al final de la época seca.

Las especies variaron entre sí con relación a los patrones de producción de semillas. Algunas especies tuvieron un tiempo más prolongado de dispersión, mientras que otras se dispersaron por períodos muy cortos. Al parecer un período mayor de dispersión puede conferir a las especies una mayor posibilidad de colonización y, por ende, una mayor abundancia. La longitud del período de producción de semillas, así como la cantidad de semillas producida, parecen ser algunos factores importantes para mantener la abundancia de las plantas, ya que las especies más abundantes (según Killeen et al. 1998, Pinard et al. 1999)

son las que tuvieron mayor cantidad de semillas y con mayor tiempo de dispersión. En el caso de *Cariniana ianeirensis*, *Cedrela fissilis* y *Astronium urundeuva*, el período de dispersión así como la abundancia fueron menores. Asimismo, las especies de bejucos abundantes en este bosque fueron las que tuvieron mayor tiempo de dispersión; entre éstas se puede mencionar a *Trigonía boliviana* y *Thinouia* sp.

Es importante hacer notar que no sólo estas especies se encontraron durante el período de evaluación; también las semillas de otras especies arbóreas como *Centrolobium microchaete*, *Aspidosperma rigidum* y *A. cylindrocarpon*, que son importantes en este bosque, cayeron en las trampas, pero en muy poca cantidad. En el año de evaluación, estas especies, junto con *Anadenanthera macrocarpa*, tuvieron poca producción de semillas, a pesar que en años anteriores se reporta una gran producción de éstas (Justiniano & Fredericksen 1998a, 1998b).

El número de especies con dispersión anemócora y autócora se mantuvo a través del tiempo y no fue así para las especies con otras formas de dispersión que, a pesar de haberse encontrado en mayor número en todo el tiempo del estudio, mensualmente se encontraron pocas especies y también fueron distintas en cada mes. En este bosque, por lo menos las especies con mayor producción de semillas parecen tener una época de dispersión de semillas prolongada.

La misma cantidad de semillas encontradas en los tres tipos de sitio, parece indicar que el tamaño de los claros producidos por el aprovechamiento forestal no tuvo un efecto en esta variable. Este resultado contradice con lo encontrado por otros autores que indican que los claros pueden ser receptores de una mayor cantidad de semillas, principalmente por la turbulencia creada por el flujo del aire entre el bosque cerrado y los claros (Augspurger & Franson 1988, Loiselle et al. 1996).

La distribución espacial y abundancia de semillas en los sitios fueron muy variables para cada especie. Para las especies *Acacia polyphylla*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Caesalpinia pluviosa*, *Galipea trifoliata*, *Cedrela*

fissilis, *Acosmium cardenasii*, *Astronium urundeuva* y *Trigonía boliviana* la caída de semillas fue más uniforme. Probablemente, este patrón de dispersión se debe a la abundancia y a la alta capacidad de dispersión de semillas que tienen estas especies, cuyas semillas se encuentran en la misma cantidad en todo el bosque, sin importar el grado de perturbación de un determinado sitio. Al contrario, el hecho que no se encontraron semillas de *Cariniana ianeirensis* en claros grandes parece deberse a que esta especie está restringida a los bosques ribereños, áreas donde está prohibido cortar árboles y, por ende, la probabilidad de encontrar claros grandes cercanos con esta especie es muy baja. Para el caso de *Gallesia integrifolia*, *Copaífera chodatiana* y *Cordia alliodora*, la mayor abundancia de semillas caídas en claros grandes que en los otros sitios, probablemente se debe a la cercanía de los árboles reproductores, aspecto que se ha observado en la dispersión de semillas de *Heliocarpus appendiculatus* en un bosque tropical lluvioso de México (Mostacedo 1997).

Thinouia sp. y *Urvillea* sp. son especies trepadoras que colonizan rápidamente los claros (Mostacedo et al. 1998); es posible que la colonización explosiva de estas especies haya sido el factor principal en la producción más abundante de semillas en claros grandes, que en los demás sitios. En el caso de *Trigonía boliviana*, esta especie tiene amplia tolerancia a las condiciones de luz, hecho que pudo haber influido en la distribución uniforme de sus semillas.

Durante el aprovechamiento forestal de este bosque, los factores de seguridad establecidos en las normas técnicas de la Ley Forestal de Bolivia fueron respetadas. Estos factores de seguridad incluyen, por un lado, dejar el 20% de árboles como semilleros y, por otro lado, las especies maderables deben ser aprovechadas a partir de un diámetro mínimo de corta (MDSP 1998). Los resultados del presente estudio sugieren que, en la mayoría de las especies, la distribución espacial de las semillas tiende a ser similares, lo que indica que las variaciones entre los sitios son mínimas.

Al parecer cuando se cumplen estos factores de seguridad aseguran de alguna manera la dinámica natural de las semillas a pesar de la perturbación que puede sufrir el bosque. Sin embargo, es necesario explorar aspectos de germinación, reclutamiento de plántulas y crecimiento de las especies, para determinar los efectos del aprovechamiento forestal. Por último, es importante hacer notar que en este estudio solo se tomaron en cuenta las especies con dispersión autócora y anemócora, especies que generalmente no tienen problemas en su dispersión. Pero, si se trata de especies dispersadas por los animales, es probable que la perturbación esté influyendo en la reducción de la cantidad de semillas y, por ende, en la abundancia relativa de individuos, especialmente de especies no-pioneras (Janzen & Vázquez-Yanes 1990).

Conclusiones

Este estudio apoya otros resultados interpretados en bosques secos sobre la variación temporal de la dispersión de semillas y el efecto que podría tener el tamaño de claros, en este caso producto del aprovechamiento forestal. La variación temporal en riqueza de especies o en número de semillas parece obvio por las diferencias en épocas de producción de las especies en particular. Sin embargo, las especies con dispersión anemócora parecen estar, en gran porcentaje, desde el inicio hasta el final de la época seca. El tamaño de los claros no parece ser un factor importante en la distribución espacial de las semillas, especialmente cuando se trata del número de semillas, lo que indica que las semillas se distribuyen de manera uniforme en el suelo de este tipo de bosque. Sin embargo, sería relevante explorar el efecto de la distancia de los árboles productores en la cantidad de semillas. Por otro lado, determinar el tamaño máximo de claros producidos por el aprovechamiento forestal con efectos en los patrones de dispersión de semillas, puede ser un estudio que contribuya a una mejor planificación del aprovechamiento forestal en los bosques secos de Bolivia.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Proyecto de Manejo Forestal Sostenible-BOLFOR. El manuscrito fue revisado por Francis E. Putz, Michelle A. Pinard y Daniel Nash. Agradecemos a los jornaleros de la Comunidad de las Trancas, Lomerío, por su valiosa colaboración en la instalación del estudio en el campo.

Referencias

- Augspurger, C. K. & S. E. Franson. 1988. Input of wind-dispersed seeds into light-gaps and forest sites in a neotropical forest. *Journal of Tropical Ecology* 4:239-252.
- Beck, S. G., T. J. Killeen & E. E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. p. 6-23 en T. J. Killeen, E. G. E. & S. G. Beck Title (eds.). *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden, La Paz.
- Camacho, M. O. 1996. Análisis del impacto de un aprovechamiento forestal en el bosque seco sub-tropical de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de grado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz. 66 p.
- Foster, B. R. 1990. Ciclo estacional de la caída de frutos en la isla de Barro Colorado. p. 219-241 en E. G. Leigh, Jr., A. Stanley, R. & D. M. Windsor (eds.). *Ecología de un Bosque Tropical. Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo*. Smithsonian Institution.
- Gentry, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. p. 146-194 en S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press.
- Hartshorn, S. G. 1995. Ecological basis for sustainable development in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematic* 26: 155-175.
- Howe, H. F. & J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review Ecology and Systematic* 13: 201-228.
- Janzen, H. D. & C. Vázquez-Yanes. 1990. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. p. 137-157 en A. Gómez-Pompa, T. C. Whitmore & M. Hadley (eds.). *Rainforest Regeneration and Management*. The Parthenon Publishing Group. Vol. 6.
- Justiniano, M. J. & T. S. Fredericksen. 1998a. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: *Tarara amarilla "Centrolobium microchaete"*, Papilionoideae. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz. 22 p.
- Justiniano, M. J. & T. S. Fredericksen. 1998b. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Curupaú "*Anadenanthera colubrina*" (Vell. Conc.) Benth, Mimosoideae. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz. 22 p.
- Killeen, T. J., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas & P. Saravia. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803-827.
- Loiselle, A. B., E. Ribens & O. Vargas. 1996. Spatial and temporal variation of seed rain in a tropical lowland wet forest. *Biotropica* 28: 82-95.
- MDSP (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación). 1998. Normas técnicas para la elaboración de instrumentos de manejo forestal (inventarios, planes de manejo, planes operativos, mapas) en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 hectáreas. Resolución Ministerial No 248/98. La Paz. 74 p.
- Mostacedo, B. 1997. Dispersión y banco de semillas de *Heliocarpus appendiculatus* Turcz, una especie pionera de los bosques neotropicales. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Mostacedo, B., T. S. Fredericksen & M. Toledo, G. 1998. Respuestas de las plantas a la intensidad de aprovechamiento en un bosque semideciduo pluviestacional de

- la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2(1): 75-88.
- Mostacedo, B., M. Toledo & T. S. Fredericksen. 2001. La vegetación de las lajas en la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. *Acta Amazonica* 31(1): 11-25.
- Navarro, G. 1995. Clasificación de la vegetación de la región de Lomerío en el Departamento de Santa Cruz. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. (Documento Técnico 10/1995).
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación* 2: 3-37.
- Pinard, M. A., F. E. Putz, D. Rumíz, R. Guzmán & A. Jardim. 1999. Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forests in Lomería, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 113: 201-213.
- Putz, E. F. 1993. Considerations of the ecological foundation of natural forest management in the American tropics. Center for Tropical Conservation. 28 p.
- Ratter, J. A., J. F. Ribeiro & S. Bridgewater. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223-230.
- Sánchez-Garfías, B., G. Ibarra-Manríquez & L. González-García. 1991. Manual de identificación de frutos y semillas anemócoras de árboles y bejucos de la Estación "Los Tuxtlas", Veracruz, México. Cuadernos 12. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 86 p.
- Sinha, A. & P. Davidar. 1992. Seed dispersal ecology of a wind dispersed rain forest tree in the Western Gats, India. *Biotropica* 24(4): 519-526.
- Terborgh, J. 1990. Seed and fruit dispersal-commentary. p. 181-190 en K. Bawa & M. Hadley (eds.). *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants. Man and Biosphere Series. Vol. 7.*

Artículo recibido en: Julio, 2000.

Manejado por: Peter Feinsinger

Aceptado en: Mayo, 2001.