



"Técnicas para la restauración de la selva baja caducifolia en el centro de Veracruz"

TESIS QUE PRESENTA **MAYITZA RAMÍREZ PINERO**
PARA OBTENER EL GRADO DE **MAESTRO EN CIENCIAS**




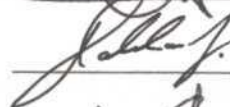
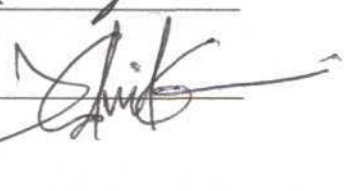
Xalapa, Veracruz, México (2012)



INSTITUTO DE
ECOLOGIA, A.C.

Aprobación final del documento final de tesis de grado:

“Técnicas para la restauración de la Selva Baja Caducifolia en el centro de Veracruz”

	Nombre	Firma
Director	Dr. Sergio Guevara Sada	
Comité Tutorial	Dr. Roberto Lindig Cisneros	
	M. en C. Fernando González-García	
Jurado	Dra. Fabiola López Barrera	
	Dr. Jorge Galindo González	

RECONOCIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de manutención y al Instituto de Ecología A.C., por proporcionar las instalaciones, equipo y técnicos que me permitieron llevar a cabo mi tesis de maestría.

Quiero agradecer especialmente a mi director de tesis el Dr. Sergio Guevara, por haberme dado la oportunidad y confianza de llevar a cabo este trabajo, por su apoyo incondicional en todo momento así como por sus sabios y acertados consejos y por siempre transmitirme su pasión.

Al comité tutorial, Dr. Roberto Lindig y M. en C. Fernando González por sus observaciones y recomendaciones para mejorar este trabajo.

A mi jurado, Dra. Fabiola López Barrera y Dr. Jorge Galindo por su tiempo y sus valiosos comentarios.

Al Dr. Javier Laborde y M. en C. Graciela Sánchez por su ayuda en el diseño experimental, en la parte estadística y en el montaje del experimento.

A la Dra. Tere Mejía, Dr. Gonzalo Castillo y Claudia Gallardo por su ayuda en la identificación de las especies vegetales.

A PRONATURA por habernos prestado su predio “Cansaburro” para llevar a cabo este experimento.

A la red de vertebrados por haberme permitido trabajar en su laboratorio.

A Don Enrique por haberme enseñado el arte de observar aves, por su gran compañía y ayuda en la colecta de semillas, de no haber sido por él seguiría en el campo.

A Andrés Martínez, Isabel Corrales, Ricardo Medrano, Montserrat y Gaby por su ayuda en la instalación del experimento y el muestreo de vegetación.

A Kere y a Jorge por su amabilidad, paciencia y ayuda en todo momento.

A mi manita Karla Rodríguez Medina por su gran ayuda en la parte estadística y en todo momento, por tantas risas, anécdotas y por ser una excelente amiga, que placer habernos encontrado en la vida, te quiero.

A mis manitos Pierre y Lichos por sus ánimos y tantos DALE DALE.

A Sol, por haber sido un sol en mi vida, a Gaby, por siempre creer en mí, a la abuela por haberme acercado al maravilloso mundo de la lectura y a Pérez por sus sabios consejos, los quiero profundamente .

A mi gran amiga de toda la vida Paulina Gázquez por acompañarme en todo momento y no dejarme caer.

A la Dra. Florence Rosenberg por siempre haberme brindado un espacio, sin ese espacio no me hubiera sido posible terminar esta maestría.

DEDICATORIA

*A mi madre, por su amor y sus cuidados y porque al irse de este mundo me dejo toda su fuerza
para seguir adelante*

*A mi padre, porque con tu ejemplo me enseñaste que el único camino que existe para alcanzar
los sueños es el de la responsabilidad y la perseverancia*

A mi hermana, por ser lo que más quiero en esta vida

.

Y a todas las personas que trabajan porque este planeta sea mejor

DECLARACIÓN

Excepto cuando es explícitamente indicado en el texto, el trabajo de investigación contenido en esta tesis fue efectuado por (nombre completo del alumno) como estudiante de la carrera de Maestro / Doctor en Ciencias entre (mes) de (año) y (mes) del (año), bajo la supervisión del (nombre del director de tesis).

Las investigaciones reportadas en esta tesis no han sido utilizadas anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán utilizadas para tales fines en el futuro.

Candidato: Biól. Mayitza Ramírez Pinero _____

Director de tesis: Dr. Sergio Guevara Sada _____

ÍNDICE

Lista de figuras y tablas	8
Resúmen	9
Capítulo I. Introducción	11
Capítulo II Métodos	15
Área de estudio.....	16
Objetivos.....	18
Hipótesis.....	19
Captura de semillas.....	20
Observación de Aves.....	24
Muestreo de vegetación.....	24
Análisis estadísticos.....	25
Capítulo III Resultados	26
Capítulo IV Discusión	42
Literatura citada	52
Apéndices	60

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.- Localización del sitio de estudio, predio de PRONATURA-Veracruz, “Cansaburro” en el municipio de Actopan, Veracruz.....	17
Figura 2.- Distribución de las 10 unidades dentro del sitio de estudio en el predio de PRONATURA “Cansaburro”	21
Figura 3.- Tratamientos para cuantificar la cantidad de semillas en cada tratamineto para cada una de las unidades.....	22
Figura 4 Abundancia promedio de semillas. a) abundancia total de semillas b) anemócoras, c) zoocoras. d) Otro tipo de dispersión.....	32
Figura 5. Riqueza y promedio de semillas anemócoras de cada tratamiento.....	34
Figura 6 a) Porcentaje de la estacionalidad de las aves registradas. M: migratorio, R: residente y T: transitorio b) Porcentaje de cada familia c) Porcentaje de las especies de aves en cuanto a su dieta.....	35
Figura 7 a) Abundancia y riqueza de aves registradas durante el muestreo.....	36
Figura 8 Dendograma con los dos grupos formados en el muestreo de vegetación para el tratamiento <i>D. robinoides</i>	37
Tabla . Trabajos en los que se ha utilizado perchas artificiales.....	47

RESÚMEN

La selva baja caducifolia está seriamente amenazada en toda América. En México, en el año 2002, la selva se había reducido a 26% de su cobertura original. Las causas principales de su deforestación son el uso agrícola y la apertura de pastizales para la ganadería. Es indispensable conservar y restaurar la selva baja caducifolia uno de los ecosistemas más ricos y diversos de nuestro país, esto es particularmente crítico en la planicie costera del Golfo de México.

La restauración ecológica basada en la regeneración natural ha mostrado ser la estrategia más efectiva en términos de tiempo y costo. Este trabajo tuvo como finalidad acelerar el proceso de sucesión secundaria de la selva, facilitando la llegada de frutos y semillas, especialmente de árboles y arbustos. Se llevó a cabo en el predio Cansaburro, en la costa del centro de Veracruz.

Para conseguirlo se diseñaron dispositivos (perchas y pantallas) eficaces, de fácil construcción y manejo, que simularan el efecto atractor y retenedor de frutos y semillas de los árboles de *Diphysa robinoides* y los arbustos de *Opuntia stricta* respectivamente. La abundancia de semillas y la riqueza de especies capturadas en diez repeticiones, fueron similares entre las perchas y los árboles y las pantallas y los arbustos. Los dispositivos demostraron su utilidad para contribuir eficazmente a la regeneración ecológica de la selva baja caducifolia.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Las selvas bajas caducifolias (SBC) en América se distribuyen desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina y en el noroeste de Brasil (Dirzo et al., 2011). La SBC en México posee una gran riqueza de especies, inclusive en comparación con otras selvas secas neo-tropicales que se desarrollan en sitios con mejores condiciones de humedad (Castillo-Campos et al., 2007).

La SBC forma parte de sistemas costeros y sierras interiores, tanto en el Pacífico como en el Atlántico, en esta última existen únicamente tres grandes manchones, uno corresponde al centro de Veracruz (Moreno-Casasola & Paradowska, 2009). La cubierta de la SBC en el centro de Veracruz se extiende sobre los lomeríos de la sierra y también sobre las dunas costeras (*ibid*).

La SBC en México es un tipo de vegetación con una altura promedio entre 5 y 15 m, que se encuentra desde el nivel del mar y hasta 1700 metros, en regiones con temperatura promedio anual superior a los 20°C, y con una precipitación máxima de 1200 mm (Rzedowski, 2006.) Es un sistema estacional, rico y diverso, sometido a una estación seca, de 7 a 8 meses, le provoca un déficit hídrico y de nutrimentos minerales (Murphy & Lugo, 1986). Una de sus características más sobresalientes es la pérdida de hojas durante la época de secas, lo cual provoca que tenga dos aspectos contrastantes durante la época de lluvias y secas (Pennington, 2005)

Este ecosistema se encuentra seriamente amenazado en toda América (Dirzo et al., 2011). En México se estima que su cobertura original era de 33.9 millones de hectáreas, con una tasa de deforestación de 177 000 hectáreas por año en el período de 1976 a 1993, en la década siguiente se redujo a 44 416 hectáreas por año, para el año 2002 sólo quedaba el 26% de la cobertura original en buen grado de conservación (Challenger, 2009).

En el centro de Veracruz entre 1990 y el 2000, la pérdida sufrió un aumento considerable, con una tasa anual de deforestación del 4,33% (Newton y Tejedor, 2011) Sin embargo aún queda un 7% de la vegetación original y un tercio es vegetación secundaria (Williams, 2010) la pérdida de este ecosistema se debe principalmente al uso agrícola como la siembra de la caña y a la apertura de pastizales para la ganadería.

La SBC es el ecosistema mexicano más extenso, debido a que posee una enorme riqueza de especies con rangos de tolerancia ambiental muy amplios, lo cual la hace capaz de adaptarse a condiciones edáficas y climáticas muy variables (Dirzo et al., 2011). Es sin duda el ecosistema que más contribuye a la estructura y funcionamiento del paisaje en México.

Este ecosistema ha mantenido grandes y extensos asentamientos humanos desde tiempos mesoamericanos, actualmente son incontables las poblaciones y el número de mexicanos que viven y dependen de sus servicios. A pesar de todo ello es un ecosistema aún poco conocido y no suficientemente protegido (Williams-Linera & Lorea, 2009).

La regeneración natural de las selvas una vez que se detiene la fuente de disturbio se puede ver limitada por la disminución de la cobertura vegetal limitando la presencia de dispersores, la disponibilidad de propágulos y las condiciones para su germinación y establecimiento (Holl et al., 2000) como ocurre en los potreros (Corlett & Hau, 2000) así mismo esta falta de cobertura de vegetación no permite la retención de semillas dispersada por viento.

Considerando estos puntos, la llegada de semillas dispersadas por animales y la retención de semillas dispersadas por viento, son factores críticos para la restauración de la SBC en áreas abiertas (como los potreros abandonados). Los estudios sobre como aumentar la retención y

llegada de propágulos tanto dispersado por viento, como por animales son muy escasos, en particular para la SBC.

Hay relativamente pocos trabajos acerca de la regeneración y restauración de estos ecosistemas, sólo el 3% de la literatura al respecto se enfoca a selvas bajas (Meli, 2003) y muy pocos a SBC en zonas costeras. En el caso de la restauración en zonas costeras (dunas) los estudios se restringen a la eliminación de especies exóticas (Choi & Pavlovic, 1998; Pickart et al., 1998; Webb et al., 2000; Zamith & Scarano, 2006) y muy pocos se ocupan de la regeneración de las especies vegetales después de fuertes perturbaciones (Van Aarde et al., 1996; Lubke, 2008).

La pérdida y degradación de la de la SBC en México requiere urgentemente de programas para su conservación y restauración (Sánchez-Azofeifa et al., 2005). Es prioritario establecer programas de restauración, ya sea activa o pasiva. La restauración pasiva o regeneración natural se ha señalado como una estrategia en términos de costo-beneficio más efectiva que las plantaciones (<http://www.pnas.org/content/107/50/21925.short>).

La ecología de la restauración debe identificar los principales mecanismos que intervienen en el desarrollo de la sucesión secundaria y reforzarlos a través de técnicas adecuadas. La restauración de la selva baja se debe enfocar en los potreros o pastizales para ganado, el uso del suelo más común y extendido en la costa del Golfo de México.

Una de las técnicas que se han empleado es introducir en los sitios abiertos perchas artificiales con el fin de atraer aves frugívoras. Sin embargo, Campanhã *et al.* 2003 recomiendan el uso de nuevas técnicas que puedan complementar el efecto de las perchas artificiales para acelerar la deposición de semillas de especies leñosas.

En este contexto, este estudio propone la asistencia de la restauración pasiva o regeneración a través de la facilitación de los mecanismos de dispersión de semillas con el fin de aumentar la disponibilidad de especies y acelerar de ese modo el proceso de sucesión secundaria de la SBC a partir de un potrero en el centro de Veracruz. El desarrollar técnicas de restauración de la selva eficaces, de fácil construcción y manejo, que faciliten la regeneración es prioritario para recuperar al menos parte de la estructura y función de estos importantes ecosistemas

CAPÍTULO II

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la costa del centro de Veracruz, en el municipio de Actopan. El experimento se realizó en el predio denominado “Cansaburro” (carretera 180 Veracruz –Poza Rica, entre el Km 193 y 195). En una parcela de dos hectáreas, perteneciente a PRONATURA-Veracruz, cercana al Centro de Investigaciones Costeras de La Mancha CICOLMA del Instituto de Ecología, A.C., localizada en las coordenadas geográficas 19° 33' 09.3" de latitud norte y 96° 22' 35.3" longitud oeste (Figura 1). Casi toda la planicie costera de sotavento es plana con una ligera pendiente causada por levantamientos tectónicos del Cenozoico, aquí representada por playas arenosas formadas por la influencia del clima tropical que favorece la intemperización de las rocas (Moreno Casasola, 1982). La vegetación circundante es un conjunto de fragmentos de selva baja caducifolia, selva mediana y humedales así como por vegetación secundaria (acahuales), pastizales cultivados para la ganadería bovina, cultivos de maíz y mango (Moreno-Casasola, 2006). El sitio de estudio se trata de un pastizal con árboles aislados de *Randia laetevirens*, *Diphysa robinooides* y arbustos de *Opuntia stricta*, que crece en la ladera de barlovento de un sistema de dunas costeras. En la ladera de sotavento se mantiene un fragmento de la selva baja caducifolia en buen estado de conservación.

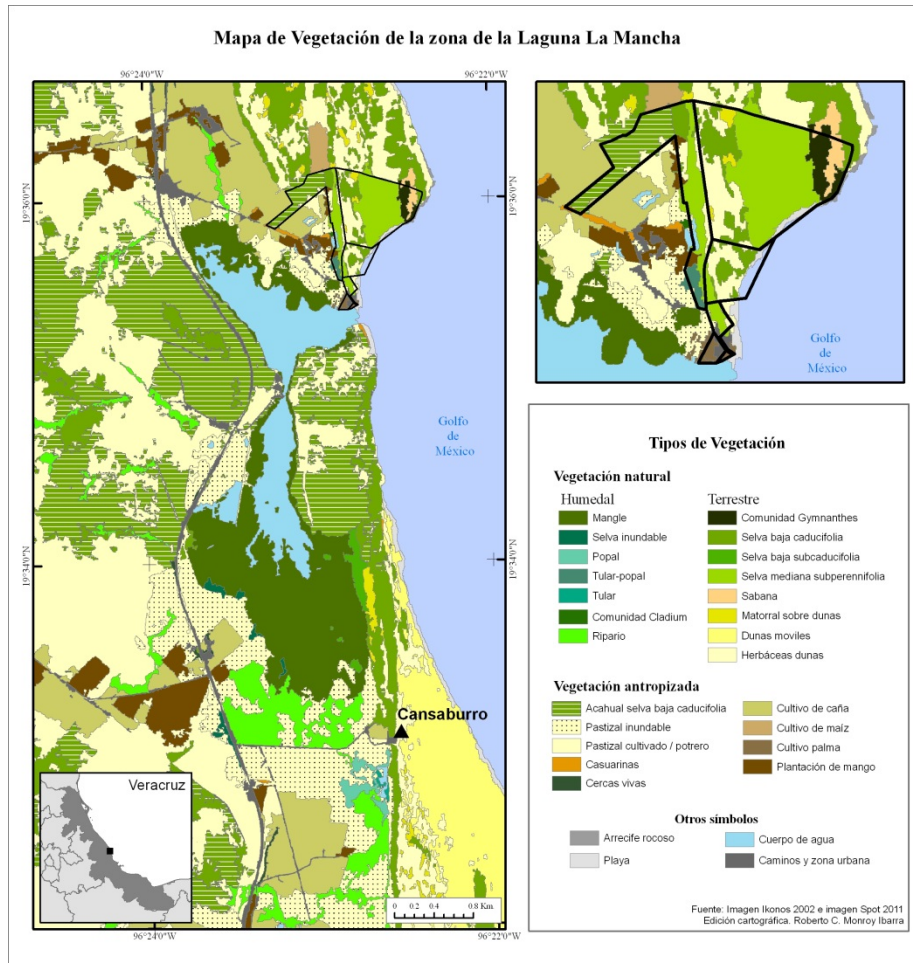


Figura 1. Localización del sitio de estudio, predio de PRONATURA-Veracruz, “Cansaburro” en el municipio de Actopan, Veracruz.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una técnica simple y eficaz para restaurar la selva baja caducifolia en dunas costeras que incremente la disponibilidad de propágulos,

Objetivos particulares

1. Cuantificar la llegada de semillas de especies de la selva baja caducifolia, utilizando perchas y pantallas que simulen la arquitectura de árboles (*Diphysa robinoides* y *Opuntia stricta* respectivamente).
2. Comparar el número y especies de semillas y frutos depositadas bajo las perchas artificiales y bajo árboles de *Diphysa robinoides*.
3. Comparar el número y especies de semillas retenidas por matorrales de *Opuntia stricta* y pantallas (sistemas artificiales de retención de semillas anemócoras).
4. Identificar que aves frugívoras visitan las perchas y los árboles de la parcela y conocer su comportamiento.
5. Comparar las especies de semillas en la lluvia con las especies establecidas bajo la copa de los sistemas naturales así como las establecidas fuera de la copa, y el efecto nodriza en el establecimiento de especies de la selva baja.

HIPÓTESIS

Las perchas artificiales pueden simular la arquitectura de *D. robinoides* atrayendo semillas dispersadas por aves (zoocoras), y los sistemas de retención de semillas anemócoras (pantallas) pueden simular la arquitectura de *O. stricta* reteniendo semillas dispersadas por viento y de este manera se aumentará la inmigración de semillas al sitio contribuyendo a la aceleración de la sucesión secundaria de la SBC

METODOLOGÍA

El estudio se inició en noviembre de 2010, hasta abril de 2011. La captura de las semillas se llevó a cabo en 10 unidades de muestreo (A – J), cada una ubicada en torno a los 10 árboles de *Diphysa robinoides* esparcidos en las dos hectáreas (Figura 2). Cada unidad contenía 5 tratamientos: una percha natural, árbol de *Diphysa robinoides* (D), una percha artificial (P), un retenedor natural de semillas *Opuntia stricta* (O), una pantalla retenedora de semillas (V) y un control (C) en el pastizal abierto (Figura 3).

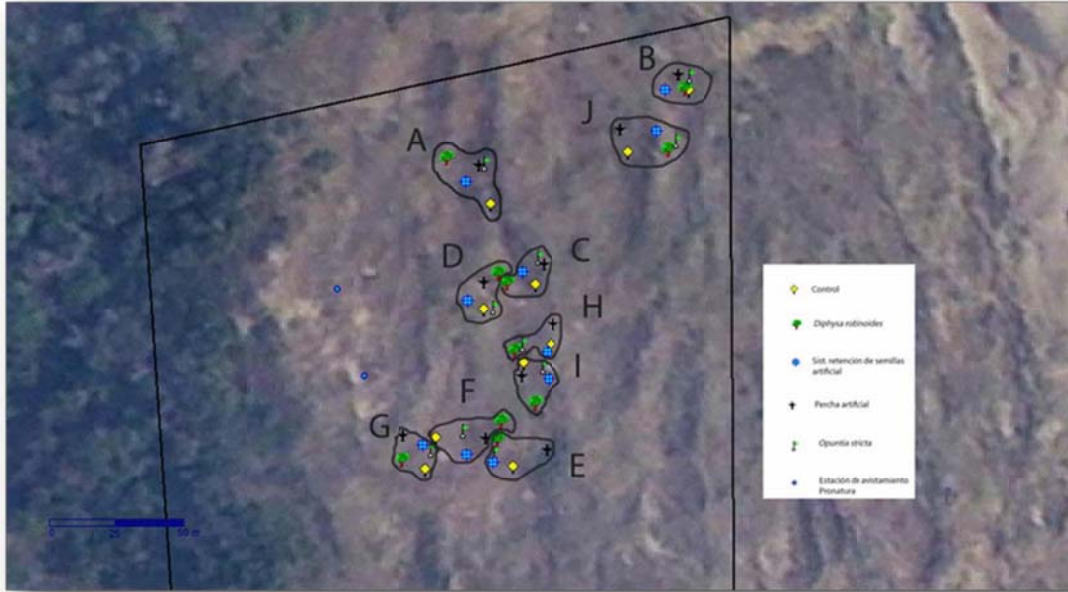


Figura 2 Distribución de las 10 unidades dentro del sitio de estudio en el predio “Cansaburro”, cada unidad con 5 tratamientos.

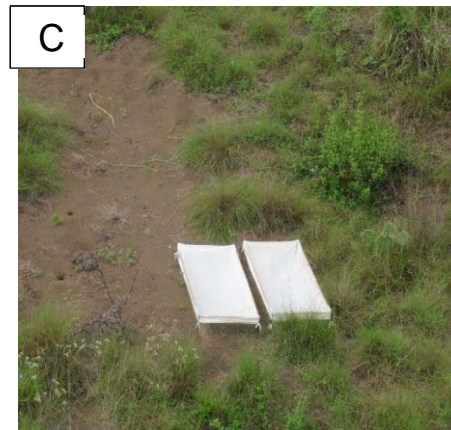
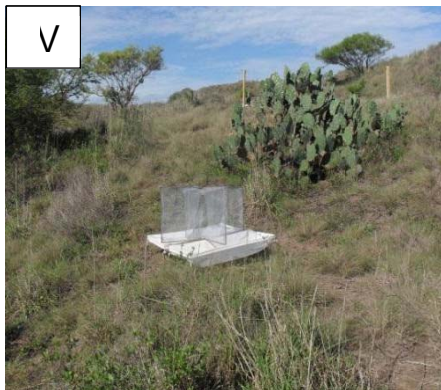
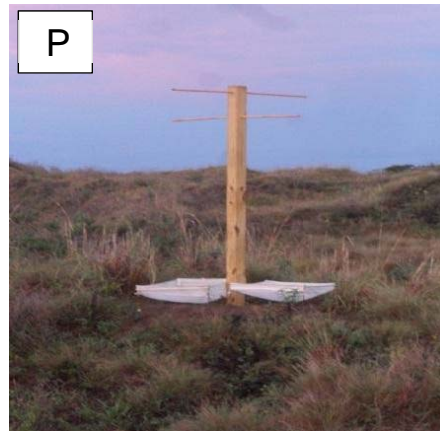


Figura 3. Tratamientos para cuantificar la cantidad de semillas en cada una de las unidades dentro del sitio de estudio.

Para estimar la caída de semillas en cada uno de los tratamientos, se usaron trampas construidas con marco de alambón de 1 m x 50 cm que sostenía una tela resistente a la intemperie. Se colocaron dos de estas trampas bajo cada tratamiento, dando un área de muestreo bajo cada dispositivo de 1 m². El área total de muestreo fue de 50 m².

Las perchas fueron construidas con polines de madera de pino tratado de 3 m de largo y 9 cm de ancho de sección cuadrada, con un travesaño en la parte superior de un 1 m de largo. La pantalla para retener las semillas arrastradas por el viento consistió en dos rectángulos de alambón perpendiculares de 1 m de largo x 50 cm de ancho con tela mosquitero.

La colecta de las semillas capturadas en las trampas se hizo durante tres días, cada 15 días. Se recogió todo el material que se encontraba en cada una de las trampas con la ayuda de pinzas de disección, brocha y una cuchara, este material se transportó en bolsas de papel al laboratorio.

En el laboratorio, se separaron y contaron las semillas de cada muestra con ayuda de un estereoscopio, agrupándolas por morfo-especie. La identificación de éstas se hizo con ayuda de ejemplares del Herbario-XAL del Instituto de Ecología A.C. y mediante comparación directa con una colección de semillas de las especies del área de estudio. Durante el transcurso de este proyecto se colectaron frutos maduros de las plantas leñosas cercanas a la parcela para mejorar la colección de semillas de referencia. Se determinó el síndrome de dispersión, anemócoras, zoocoras y otro tipo de dispersión, de cada especie con la colaboración de especialistas del mismo herbario.

Observación de aves

Se hizo la observación de aves durante tres días consecutivos cada mes, usando binoculares (8 x 42), la identificación se llevó a cabo con la ayuda de un experto y de las guías de Peterson & Chalif 1989 y Sibley 2000.

Se observó cada unidad de muestreo durante 10 minutos cada una para avistar las aves que percharon en cada uno de los tratamientos. La observación matutina se inició a la salida del sol y terminó a las 10:00 hrs y la observación vespertina se inició 2 horas antes de la puesta del sol. Se registró toda ave que perchó en cada uno de los tratamientos: C, D, P, O y V (sensu Guevara y Laborde 1993).

Vegetación bajo *Diphysa robinoides* y *Opuntia Stricta*

Se realizó un muestreo de la vegetación con un doble objetivo. El primero fue describir la vegetación del sitio de trabajo y el segundo objetivo para comparar la composición de las especies bajo los árboles de *D. robinoides* y junto a los arbustos de *O. stricta* con el conjunto de especies capturadas en las trampas, y poder evaluar indirectamente cuales germinaron y se establecieron bajo los árboles y arbustos.

Se registró la presencia de las especies en un metro cuadrado colocado bajo la sombra de los 10 árboles de *D. robinoides*, junto a los 10 arbustos de *O. stricta* y a 5 m de cada uno, en el pastizal abierto. En cada cuadro se registraron las especies presentes y se evaluó su importancia utilizando la escala de cobertura de Westhoff & Van der Maarel (1979) (Ápndice 1) Las plantas se

determinaron en el Herbario-Xal del Instituto de Ecología con la colaboración de especialistas y el uso de claves de identificación. Las familias se denominaron de acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist. Para la validez de los nombres científicos se utilizó la información de la base de datos del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org).

Análisis estadístico

Captura de semillas

Para determinar las diferencias en la abundancia y riqueza de semillas en las trampas entre los tratamientos, se aplicó un análisis de ANOVA anidada con la ayuda del paquete estadístico “R” versión 2.12.2 (R Development Core, 2010). Para normalizar los datos, fueron transformados en $\log_{10}(x)$. Se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey.

Visita de Aves

Se registró la abundancia y la riqueza de las aves que percharon los tratamientos dentro de cada una de las unidades.

Muestreo de la vegetación

Para analizar los datos de presencia de especies bajo la copa y fuera de la copa se usó el método de clasificación jerárquica Beta Flexible con un valor de $\beta = -0.25$ con el programa PC_ORD, versión 5.0.

CAPÍTULO III

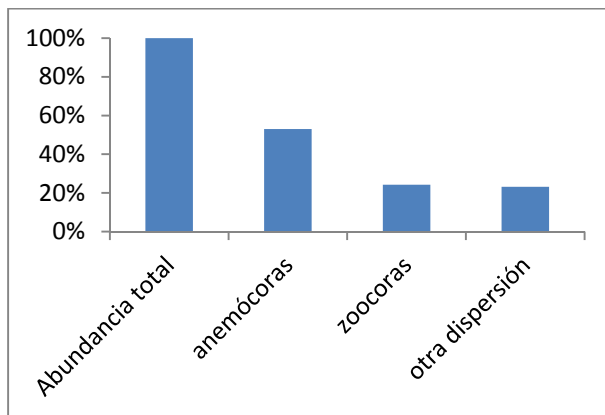
RESULTADOS

RESULTADOS

Captura de semillas

Durante los seis meses de colecta se obtuvieron 36 especies de semillas, a 19 de ellas (52.7%) se les asignó síndrome zoocoro, a 7 especies (19.4%) se les asignó el síndrome anemócoro y 10 especies (25%) tuvieron otro tipo de dispersión. La abundancia total fue de 2812 semillas, entre las cuales 1490 (53%) son anemócoras, 681 (24.21%) son zoócoras y 651(23.15%) tienen otro tipo de dispersión. La densidad total de semillas fue de 56.36 por m². Divididas en términos de dispersión resultan en: anemócoras 29.6/ m² semillas, 13.6/m²semillas zoócoras, y con otro tipo de dispersión 13.02/m²

En el apéndice 2 se muestra un listado de las semillas identificadas, las que no se pudieron identificar se registraron a nivel de morfoespecies.



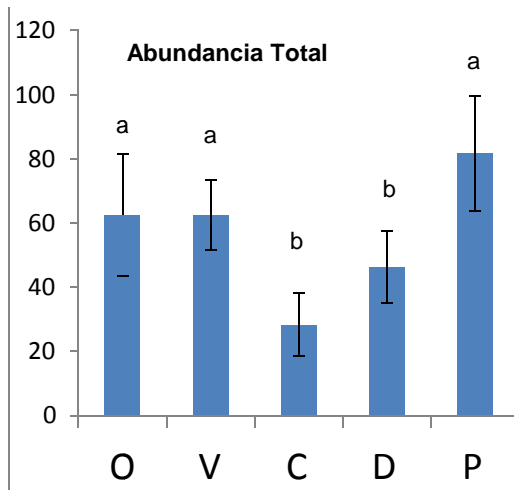
Abundancia

La abundancia total de semillas fue significativamente entre tratamientos $P= 0.003^{**}$, $F= 4.1$, $gl= 4$. Los tratamientos de la pantalla (V), percha (P) y Opuntia (O), tuvieron la mayor abundancia de semillas en las trampas y fueron estadísticamente iguales entre ellos, siendo diferentes con respecto a control (C) y *D. robinoides* (D) que presentaron más bajos valores de (Figura 4a).

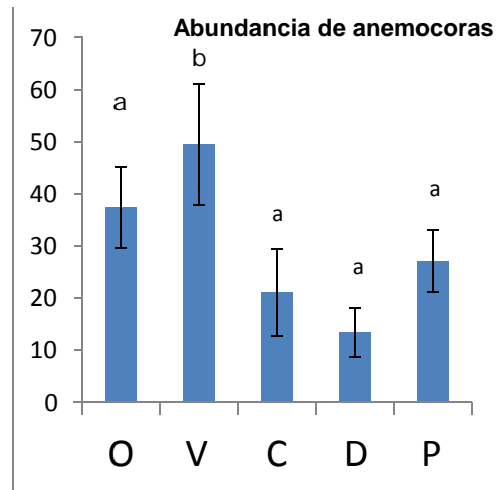
Con respecto a la abundancia de semillas anemócoras, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos $P=0.00002^{***}$, $F=7.33$, $gl= 4$ (Figura 4b) siendo la pantalla que retiene semillas, el tratamiento que mayor captura hizo de semillas dispersadas por viento. El resto de los tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre ellos.

Así mismo se detectaron diferencias significativas en la abundancia de semillas zoócoras entre tratamientos $P= 0.003^{**}$, $F=4.80$, $gl=4$ (Figura 4c). Los tratamientos de Percha y *D. robinoides* registraron el mayor número de semillas zoócoras siendo estadísticamente diferente del Control, Pantalla y *O. stricta*

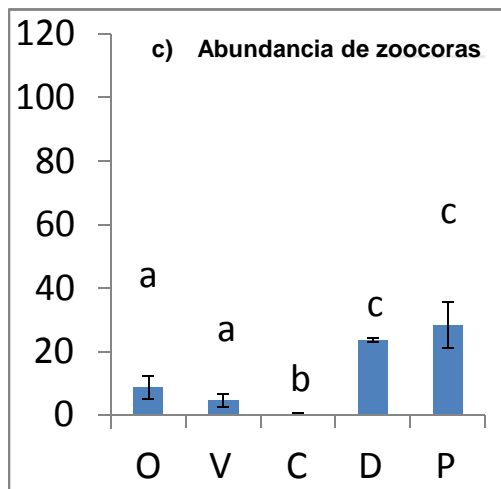
Las semillas que tienen otro tipo de dispersión no tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos $P= 0.11$, $F= 1.90$, $gl= 4$ (Figura 4d).



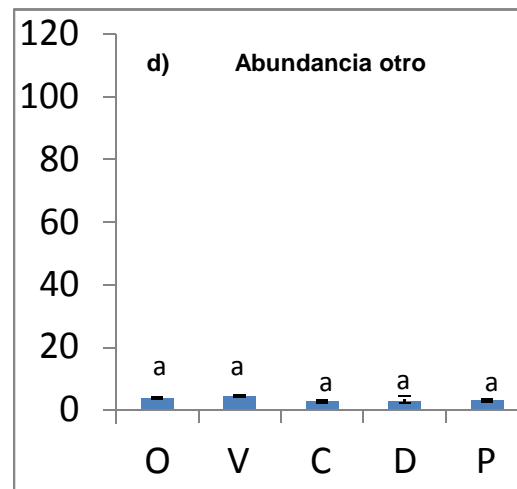
a)



b)



c)



d)

Figura 4 Abundancia promedio de semillas. a) abundancia total de semillas b) anemócoras, c) zoocoras. d) Otro tipo de dispersión. Las barras con la misma letra son estadísticamente iguales.

Riqueza

En el caso de la riqueza total de semillas se encontraron diferencias significativas $P=0.003^{**}$, $F=4.71$, $g.l.=4$ entre tratamientos. Los tratamientos Percha (P), *D. robinooides* (D) y Pantalla (V) incrementaron la riqueza de especies de semilla con respecto al control, y el tratamiento *O. stricta* (O) presento valores intermedios (Figura 5a).

Cuando se analiza la riqueza de semillas por síndrome de dispersión, en la riqueza de especies anemócoras también se encontraron diferencias significativas entre tratamientos $P=0.047^{*}$, $F=2.93$, $g.l.=4$. Siendo el tratamiento de pantalla (V) el que captó mayor riqueza de especies dispersadas por viento con respecto al resto de los tratamientos (Figura 5b).

En cuanto a la riqueza de semillas zoocoras, se encuentra que los tratamiento D y P captaron significativamente más especies zoocoras que el control, y los tratamientos de *O. stricta* (O) y pantalla (V) tuvieron valores intermedios per mayor al control $P=0.00^{***}$, $F=17.13$, $g.l.=4$ (Figura 5c).

Para la riqueza de otro tipo de dispersión, no se encontraron diferencias significativas $P=0.09$ $F=3.02$, $g.l.=4$ (Figura 5d).

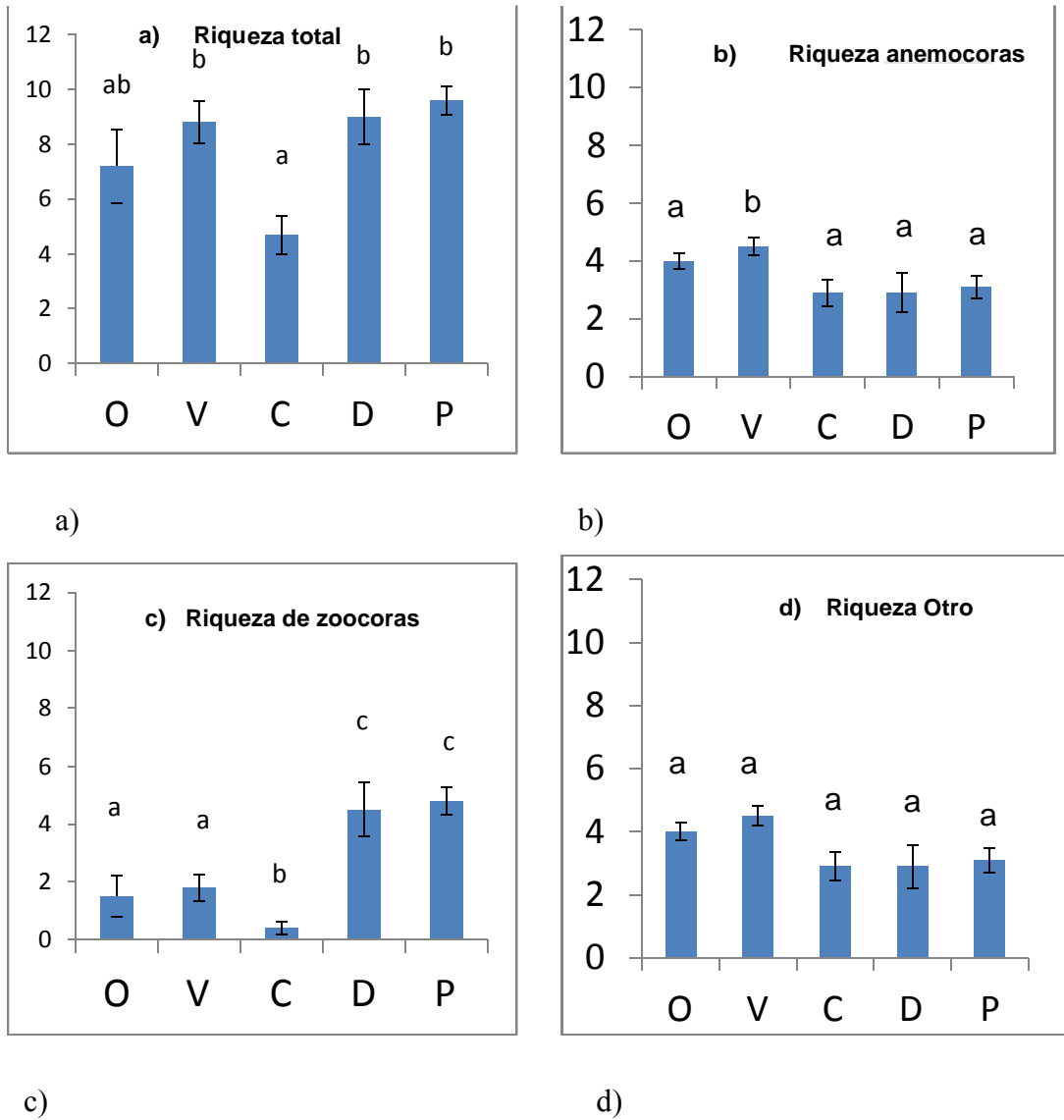
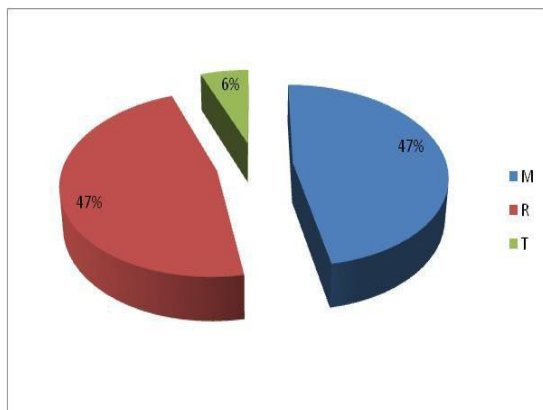


Figura 5. Riqueza promedio de semillas anemócoras de cada tratamiento. Las barras con la misma letra son estadísticamente iguales.

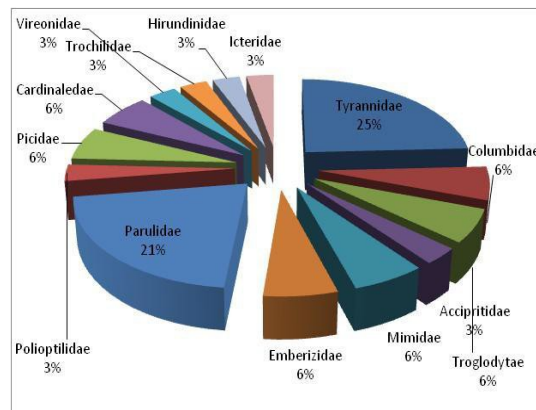
Visita de aves

Durante 64 horas de observación se registraron 279 visitas de 34 especies (Apéndice 3) pertenecientes a 14 familias. Del total, 16 especies fueron residentes (47%), 16 migratorias (47%) y 2 transitorias (6%) (Figura 6). Se consideran 16 especies como abundantes, 14 como raras y 4 como escasas. Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae (8 especies) y Parulidae (7 especies) (Figura 6). En cuanto a la dieta o la subdieta 53% de las especies fue insectívora/frugívoras, 20% insectívora, 9% gravívora/insectívora, 6% granívora, 3% granívora/insectívora/frugívora, 3% carnívora, 3% nectívora y 3% insectívora/frugívora/nectívora (Figura 6).

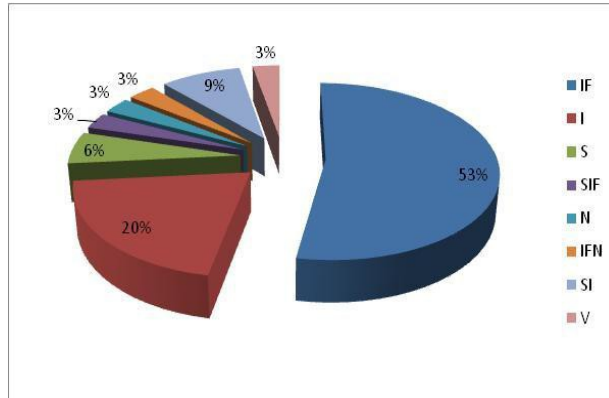
Sólo se registraron visitas en los tratamientos Percha y *D. robinoides*, con una tasa promedio de 4.3 aves por hora. Correspondieron 256 visitas al tratamiento D y 23 visitas al tratamiento P (Figura 7). Para el tratamiento D se registraron 34 especies y para el tratamiento P 10 especies (Figura 7).



a)

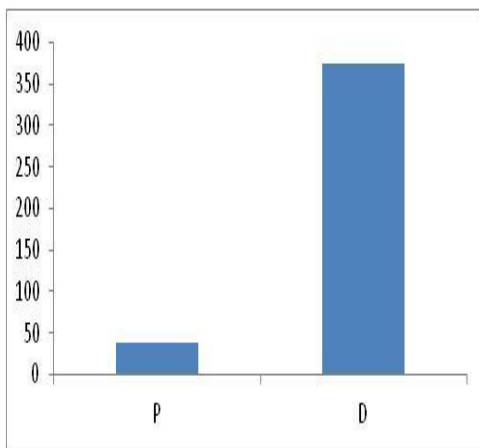


b)

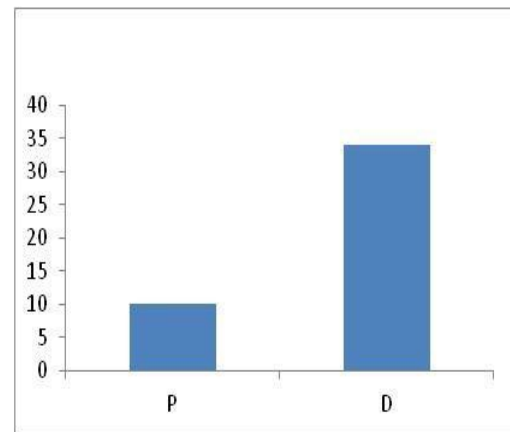


c)

Figura 6 a) Porcentaje de la estacionalidad de las aves registradas. M: migratorio, R: residente y T: transitorio b) Porcentaje de cada familia c) Porcentaje de las especies de aves en cuanto a su dieta. IF: insectívora/frugívoras, I: insectívora, S: granívora, SIF: granívora/insectívora/frugívora, N: nectívora, IFN: insectívora/frugívora/nectívora, SI: granívora/insectívora, V: carnívora.



a)



b)

Figura 7 a) Abundancia de aves registradas en P: Percha y D: *D. robinoides* b) Riqueza de aves

Las especies con una mayor número de visitas a los dispositivos son residentes e insectívoras *Polioptila caerulea*, *Columbina passerina*, *Campylorhynchus rufinicha* a excepción de *Tyrannus melancholicus* que presenta una dieta de acuerdo a la estacionalidad. El 53% total de las aves registradas presentan una dieta principalmente insectívora-frugívora, después de las especies anteriores *Vermivora celata*, *Empidonax minimus*, *Mimus polyglottos*, *Wilsonia pusilla*, también registraron un alto número de visitas, algunas especies perteneciente a la familia Parulidae como son el caso de *Vermivora celata* y *Wilsonia pusilla*. No se obtuvieron registros de aves perchando en el tratamiento *O. stricta* (O) ni en pantalla (V) sin embargo se cuenta con algunos registros de semillas zoocoras bajo dichos tratamientos, se pudo apreciar aves perchando en *O. stricta* y en pantalla (V) en una ocasión fuera del tiempo de observación.

Vegetación

En el total de 40 cuadros se colectaron 38 especies pertenecientes a 15 familias (Apéndice 4). Las familias mejor representadas son Fabaceae, Poaceae y Asteraceae. Se determinó para cada especie la forma de crecimiento y etapa sucesional a la que corresponde, esto se hizo a partir de la observación directa, la información contenida en las etiquetas de los ejemplares del herbario y con la colaboración de expertos en la flora de la región.

Vegetación bajo *Diphysa robinoides*

El análisis realizado (PC_ORD, versión 5.0.) reunió a las especies en dos grupos: el primero son los cuadros bajo la sombra de D (C1) y el segundo grupo son los cuadros (C2) ubicados a 5 metros de distancia del C1. El valor de encadenamiento fue de 5.8. En el primer grupo (C1) las especies más abundantes son: *Commelina erecta* var. *angustifolia*, *Porophyllum punctatum*, *Pappophorum pappiferum*, *Bidens alba*, domina la presencia de Asclepiadaceae 1.

En estos cuadros destaca la presencia de las especies de árboles de la selva: *Enterolobium cyclocarpum*, *Schaefferia frutescens*, *Randia aculeata* y *Chiococca coriacea*.

En el segundo grupo (C2) las especies más abundantes fueron: *Centrosema angustifolium*, *Cnidocolus urens* y domina la presencia de Aristida (Figura 8).

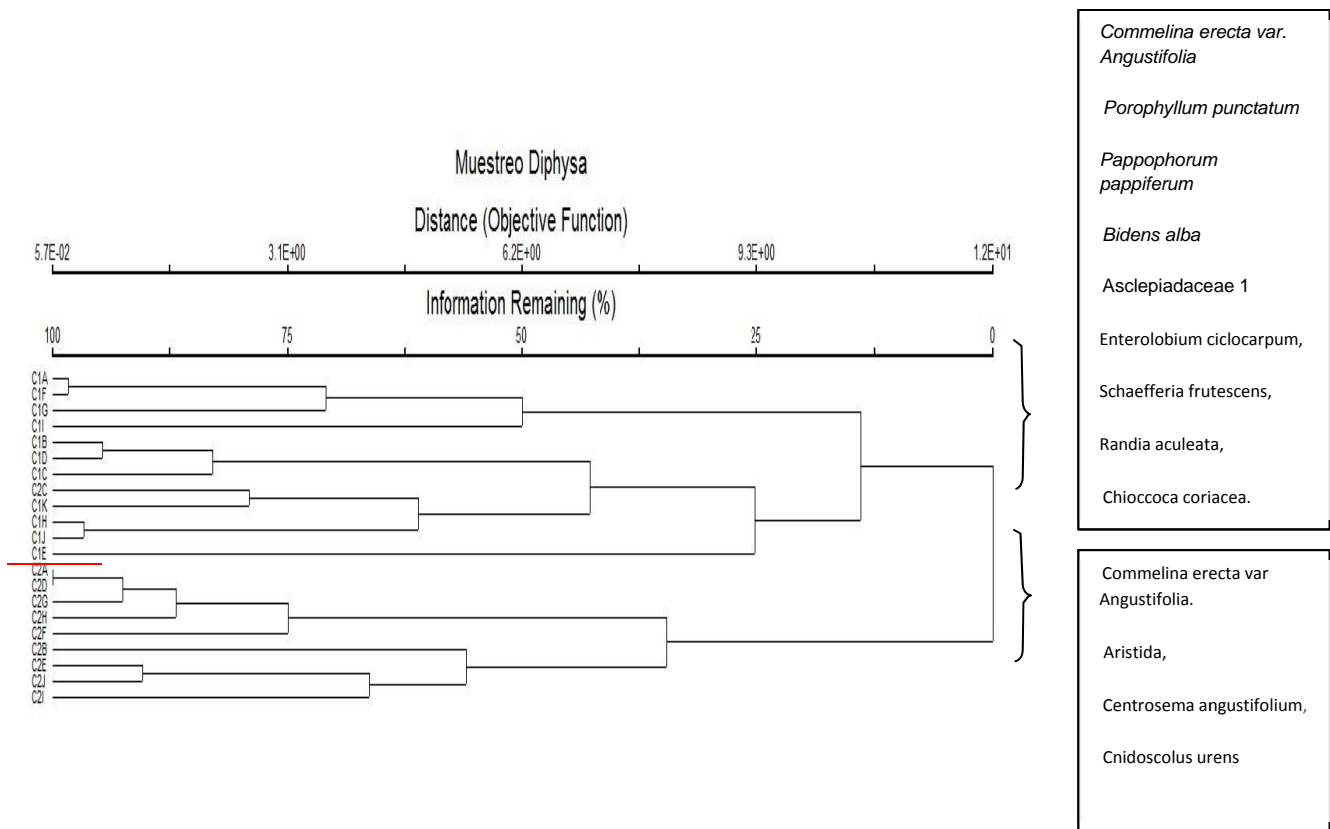


Figura 8 Dendrograma con los dos grupos formados en el muestreo de vegetación para el tratamiento D. robinoides

Vegetación junto a *Opuntia stricta*

Los análisis de las especies junto y fuera de *Opuntia stricta* no mostraron agrupaciones entre los cuadros C1 y C2 (figura 9). Junto a la base de *Opuntia stricta* se encontraba principalmente especies como *Florestina liebmannii*, *Centrosema angustifolium*, *Bidens alba* la presencia de un pasto del genero *Aristida* .Así mismo enontramos en el cuadro C2 a *Aristida* encontramos y *Comemelina erecta* var *Angustifolia*

Comparación de la vegetación entre *Opuntia stricta* y *Diphysa robinoides*

El análisis para O y D reúne dos grupos: C1 y C2 (figura 10). Las especies más abundantes para C1 fueron *Florestina liebmannii*, *Bidens alba*, *Cnidoscolus urens*, *Centrosema angustifolium* dominado por *Commelina erecta* var. *angustifolia* y *Aristida* spp. Aunque en una baja proporción, se encontró individuos presentes en la selva baja: *Enterolobium cyclocarpum*, *Schaefferia frutescens*, *Randia aculeata*, *Chiococca coriacea*.

Para los cuadros C2, las más abundantes fueron: *Florestina liebmannii*, *Bidens alba*, *Cnidoscolus urens* *Centrosema angustifolium*, domina la presencia de *Commelina erecta* var. *angustifolia*, *Aristida* spp. En una muy baja proporción apareció *Opuntia stricta*).

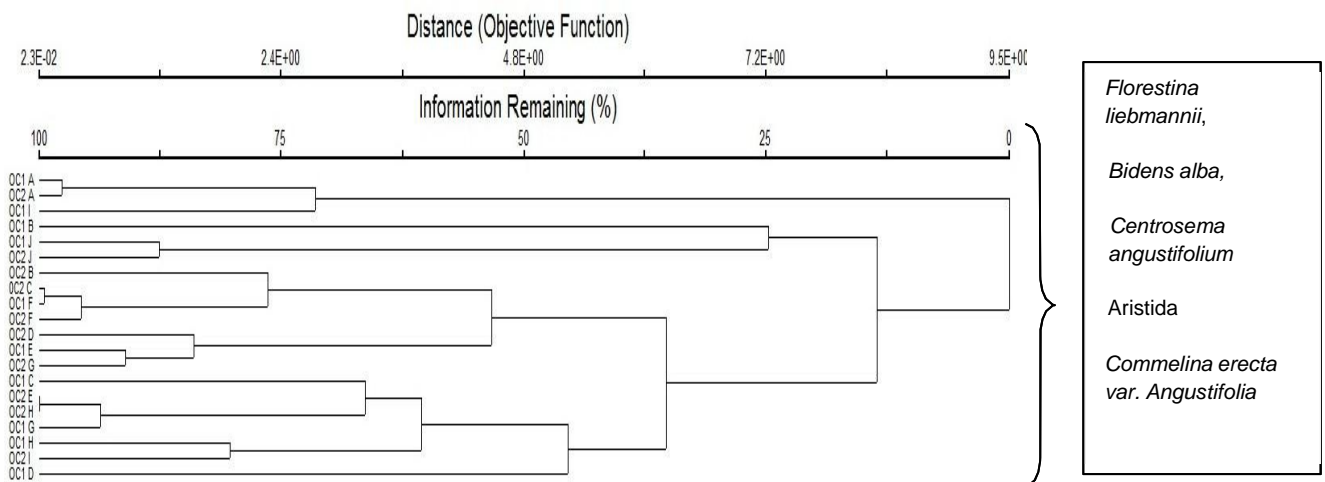


Figura 9.- Dendrograma obtenido a partir del muestreo de vegetación que se realizó para el tratamiento *O. stricta*

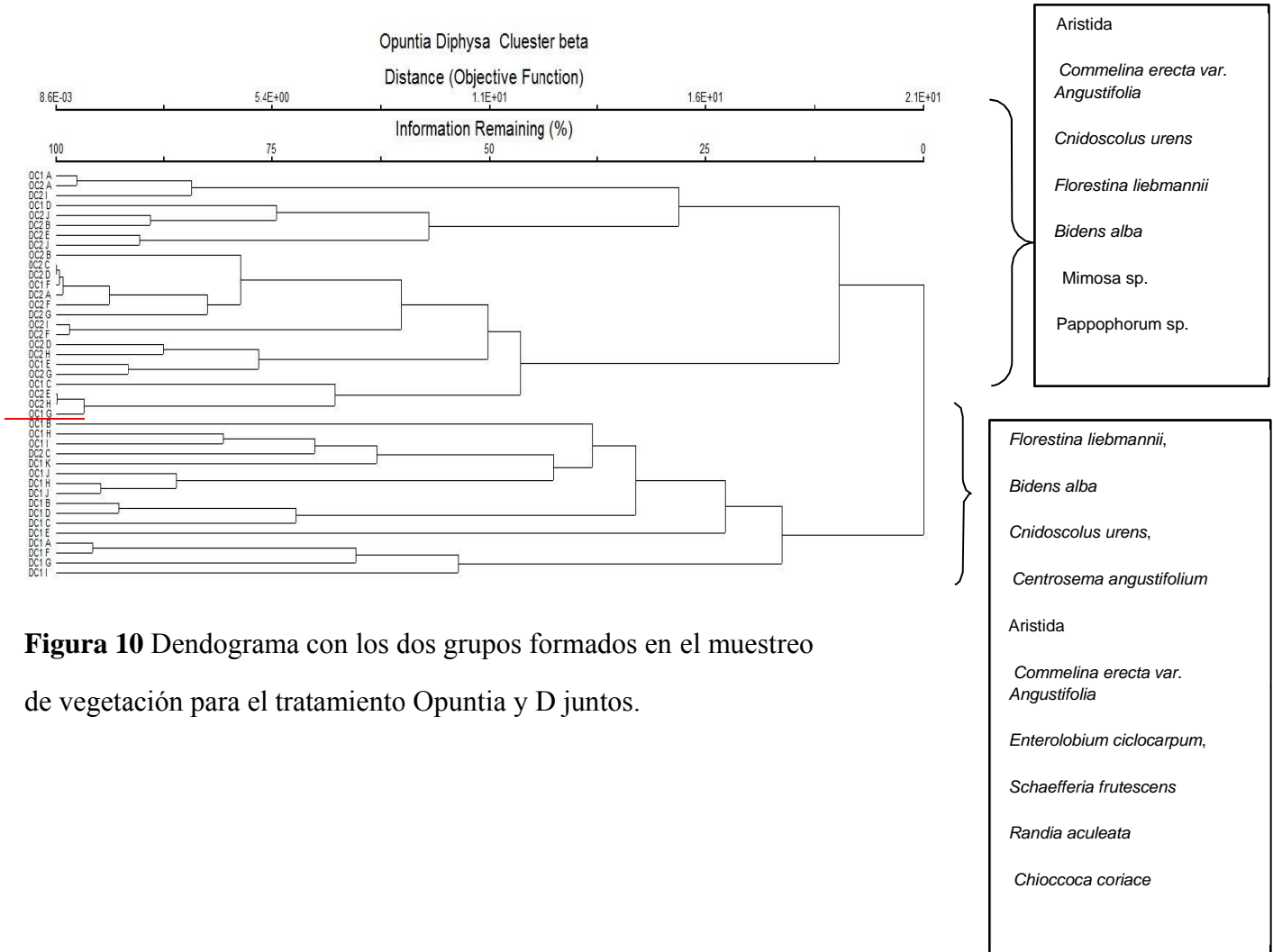


Figura 10 Dendrograma con los dos grupos formados en el muestreo de vegetación para el tratamiento Opuntia y D juntos.

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Durante los seis meses de la caída de semillas se obtuvieron 36 especies de las cuales 19 especies (52.7%) tienen un síndrome zoocoro, 7 especies (19.4%) anemocoro y 9 especies (25%) tienen otro tipo de dispersión. Las semillas zoocoras más abundantes son *Opuntia stricta*, *Tournefortia volubilis*, *Randia laetevirens*. Las semillas anemócoras más abundantes son *Papophorum papiferum* Aristida sp., *Schizachyrium scoparium*, *Cenchrus* sp., *Melinis repens*, *Diphysa robinoides* y las semillas más abundantes con otro tipo de dispersión fueron: *Chamaecrista chamaecristoides*, *Centrosema angustifolium* y *Tephrosia cinerea*.

Se capturaron también, aunque su abundancia fue mínima especies arbóreas y arbustivas de la selva baja caducifolia y en pocas trampas también cayeron semillas de especies de la selva media subcaducifolia como: *Bursera simaruba* (Pennington y Sarukhán, 2005), *Crossopetalum uragoga* y *Lantana camara* (Moreno-Casasola, 2006).

Todas las semillas zoocoras, anemócoras y con otro tipo de dispersión fueron encontradas en el muestreo de vegetación. Bajo la copa de *Diphysa robinoides* se encontraron las 3 semillas zoocoras más abundantes *Opuntia stricta*, *Tournefortia volubilis*, *Randia laetevirens* en la lluvia de semillas. Dichas especies son parte de la selva baja y de la selva mediana subcaducifolia. También bajo la copa se encontró a *Chiococca coriacea* y *Schaefferia frutescens*, que estuvieron presentes en la lluvia de semillas son especies de etapa tardía de la sucesión que forma parte de la vegetación de la selva baja caducifolia.

También encontramos a *Enterolobium ciclocarpum* especie de la selva baja cuyos estudios sobre dispersión han concluido que debido a la extinción de grandes mamíferos como los gomphoteres durante el Pleistoceno (Hunter, 1989), algunos animales utilizados para la

ganadería como las vacas o los caballos han venido a suplir a los grandes herbívoros (Janzen, 1981), por lo tanto su establecimiento bajo *Diphysa robinoides* se atribuye a la presencia del ganado en antes del experimento. La presencia de estas especies de sucesión tardía y que son parte de la vegetación de la selva baja y selva media subraya el efecto nodriza de *Diphysa robinoides*. La sombra de los árboles mantiene una mayor humedad del suelo, un termoperíodo menor, disminuye la insolación favoreciendo la germinación y el establecimiento de estas especies.

Las semillas más abundantes con otro tipo de dispersión estuvieron presente fuera de la copa de los árboles, siendo especies pioneras de rápido crecimiento que toleran altas temperaturas. Sin embargo la importancia de estas especies radica en que facilitan el establecimiento y sobrevivencia de especies tardías (Connell & Slatyer, 1977) atrayendo la presencia de aves frugívoras (Ángel-de-Oliveira et al., 1996; Zimmermann, 2001).

La captura de semillas bajo los árboles de *D. robinoides* y bajo las perchas muestran una abundancia y riqueza semejante. La mayor cantidad son especies de hierbas y arbustos dispersados por aves, lo cual sugiere que las perchas artificiales son bien aceptadas por las aves, abriendo la posibilidad de utilizarlas como sustituto o complemento de árboles en campos abandonados para favorecer la inmigración de propágulos y eventualmente aumentar la disponibilidad de frutos y semillas de especies que forman parte del proceso de sucesión secundaria.

Los árboles de *Diphysa robinoides* actúan como facilitadores, creando condiciones para la sobrevivencia y el establecimiento de otras especies (Callaway, 1995), esta facilitación influye en la dinámica sucesional, sus microhabitats abren la posibilidad de que ocurran eventos estocásticos de regeneración natural, así como la llegada de especies y de esta manera promoviendo la interacción entre distintos organismos (Reis et al., 2010).

En estudios anteriores se ha determinado que la copa de los árboles aislados en sitios abiertos o perturbados tiene una influencia en la composición de la vegetación establecida bajo ella, esto se atribuye a la permanencia de aves frugívoras que dejan caer semillas bajo la copa (Guevara et al., 1986; Guevara et al., 1992; Guevara & Laborde, 1993; McClanahan & Wolfe, 1993; Galindo-González et al., 2000; Slocum & Horvitz, 2000; Herrera & García, 2009).

Estos árboles pueden actuar como “núcleos de regeneración”, fomentan la colonización de nuevas poblaciones por medio de la facilitación, generando nuevas conexiones con el paisaje fragmentado, convirtiéndose con el paso del tiempo en núcleos que también son fuente de propágulos hacia el resto de las áreas. Los árboles aislados son hitos históricos de diversidad y funcionalidad, en estos núcleos suceden los procesos ecológicos que son clave para la mantención de la dinámica de las comunidades naturales y representan una alternativa de restauración de las áreas perturbadas (Reis et al., 2010). Estos núcleos generan modificaciones en la estructura biológica del ambiente, ya que representan sitios de concentración de propágulos, atrayendo grandes cantidades de consumidores. De esta manera actúan como facilitadores para la formación de una nueva cadena trófica en las áreas abandonadas.

Las perchas artificiales (P) fueron eficaces capturando abundantes semillas, se pronosticaba una mayor abundancia de semillas bajo de *D. robinoides* (D), sin embargo no fue así en 1 m², no

obstante debe capturar muchas más semillas en el resto de la copa. Se encontraron diferencias significativas para la captura de semillas zoocoras, los tratamientos que registraron mayor abundancia y riqueza fueron P y D. En varias publicaciones se ha probado la eficacia de las perchas artificiales para la inmigración de semillas a sitios perturbados (Tabla 1) (McClanahan & Wolfe, 1993; Holl, 1998; Holl et al., 2000; Shiels & Walker, 2003; Zanini & Ganade, 2005; Tomazi et al., 2010; Vicente et al., 2010), algunos estudios se han probado perchas artificiales en ambientes zonas costeras (Tabla 1) (Aide & Cavelier, 1994; Castley et al., 2001; Teegalapalli et al., 2008; Shiflett & Young, 2010). Los resultados aquí presentes son bastante representativos en comparación con estos (13.6 por m² semillas zoocoras).

Tabla 1. Trabajos en los que se ha utilizado perchas artificiales

Autor/año	Lugar	Núm de perchas	Altura	Núm de semillas por m²	Tiempo de muestreo
Mc Donell y Stiles, 1983	New Jersey EUA Hutcheston Memorial Forest. Oak Forest	5 diferentes tipos	2m	1062 semillas totales zoocoras Abundancia total, no por m ²	6 meses
McClanahan y Wolfe, 1993	Florida E.U.A. Whidden Creek	7 (Cetros)	11.3 ± 2.8	340 zoocoras	20 meses
Aide y Cavalier, 1994	Colombia Sierra Nevada Santa Marta	10	3 m	-----	1 mes
Holl, 1998	Costa Rica Estación Las Alturas	12 (6 postes, 6 estructuras de árbol)	6 m 5.8 a 7m	1395 zoocoras	11 meses
Holl, 2000	Costa Rica Estación Las Alturas	6 postes 6 estructuras de árbol	6 m 5.8 a 7m	3 zoocoras	12 meses
Castley, 2001	Sudáfrica Dunas de Alejandría	125 polines de madera	2.4 m	18 zoocoras	6 meses
Shiels y Walker, 2003	Puerto Rico Luquillo Tropical lower mountain et	12 estructuras de árbol	4 m	5.7 anemocoras y zoocoras	14 meses
Zanini y Ganade 2005	Brasil, Bosque de Araucaria	40 polines	2 m	10 zoocoras	12 meses
Teegallapalli, 2008	India Bahadra Tiger Reserve	35 estructuras de Bamboo con 10 ramas	7 m	106.14	3 meses
Shiflet y Young 2010	EUA 3 islas, Metompkin, Hog y Smith	Metompkin - 20 postes Hog 37 Smith 13	2 m	Metompkin 5 Hog 434 Smith 13 Abundancia total, no por m ²	8 meses

Estas diferencias en el número de semillas y especies encontradas en el presente trabajo con respecto a los otros puede responder a la complejidad de la estructura de la vegetación (McDonnell & Stiles, 1983). También se puede atribuir a diversos factores tales como la época en la que se llevó a cabo el experimento (Nov-Abr) ya que existe una mayor disponibilidad de especies ornitócoras con frutos maduros que en los otros meses del año (Ortiz-Pulido et al., 2000) y a que la colecta de semillas se realizó durante la época migratoria de las aves, el 47% del total de las aves registradas son migratorias.

El sitio de estudio es un corredor muy importante de paso de aves migratorias, y el más importante para las aves rapaces a nivel mundial (Smith et al., 2008). Es importante mencionar el papel de *Tyrannus melancholicus* dentro del sitio y su alta tasa de visita ya que este individuo pertenece a la familia Tyrannidae los cuales son considerados generalistas presentando una dieta de acuerdo a la estacionalidad (Leck, 1972) capaces de volar grandes distancias hacia áreas abiertas dispersando grandes cantidades de semillas, ya que además de alimentarse dentro de los remanentes de vegetación se sabe que se alimentan principalmente de las orillas de estos remanentes en donde se hay principalmente especies de establecimiento temprano o pioneras, y utilizan perchas como sitios de descanso (Vicente et al., 2010). A pesar de que se considera un dispersor potencial, su comportamiento agresivo puede frenar la llegada de otras especies de aves frugívoras, cuando se alimentan de insectos su sistema de captura es desde perchas de 3 metros de alto o más y al capturar a su presa regresan a la percha a comerla (Gabriel & Pizo, 2005) ahuyentando a toda ave que se acerque, en el área de estudio se pudo observar el comportamiento agresivo incluso hacia especies de la familia Accipitidae. Sería interesante probar perchas con un menor tamaño para determinar el papel de estas aves en el incremento de las especies de semillas zoocora

La captura de semillas en *O.stricta* (O) y en las pantallas retenedoras (V) fue también similar en cuanto a la riqueza de especies y a la abundancia de semillas. Así mismo se encontraron diferencias significativas para la abundancia y riqueza de semillas anemócoras en (V). El tratamiento que obtuvo mayor abundancia y riqueza de semillas anemócoras fue (V), y la mayor abundancia de semillas capturadas pertenece a la familia Poaceae, de igual manera las especies más abundantes establecida junto a *Opuntia stricta* pertenece a familia Poaceae. En menor abundancia se encontraron especies pioneras y presentan un síndrome de dispersión anémocoro u otro tipo de dispersión (barócoro, desmocoro), como *Florestina liebmannii*, *Bidens alba*, *Centrosema angustifolium*, *Aristida*, *Commelina erecta* var. *Angustifolia*.

Algunos trabajos señalan que la vegetación sobre todo en áreas abiertas o con poca vegetación interfiere con la dispersión de las semillas, la vegetación disminuye la velocidad de viento (Nathan et al., 2002; Bullock & Moy, 2004) en áreas abiertas o sin vegetación, este parámetro influye fuertemente en la distribución en términos de distancia de dispersión (Greene & Johnson, 1989; Nathan et al., 2002). El que una planta detenga o capture semillas puede tener consecuencias en la dinámica espacial y en el ciclo de vida de la planta, se han encontrado tanto efectos negativos y positivos (Bullock & Moy, 2004). La dispersión por viento consiste en dos fases, la primera fase llamada dispersión primaria por viento que es la transportación aérea de las semillas de la planta madre hasta el suelo, y la dispersión a lo largo de la superficie del suelo, a veces llamada dispersión secundaria por viento o fase II (Watkinson & Harper, 1978) la dispersión secundaria es efectiva cuando las semillas permanecen móviles durante largos períodos de tiempo, cuando la superficie del suelo es suave, cuando existen algunos obstáculos que impidan el movimiento de las semillas capturándolas y cuando la acción del viento es vertical arrastrando todo lo que se encuentra en la superficie del suelo, estas características han sido

observadas en ecosistemas costeros, como el del presente estudio (Watkinson & Harper, 1978; Redbo-Torstensson & Telenius, 1995), de esta forma se puede explicar que las especies que se encuentran establecidas junto a *Opuntia stricta* presenten un síndrome de dispersión anemócoro, barócoro ó balócoro, este inicio de colonización puede dar lugar a iniciar un proceso de nucleación creando condiciones que facilitan la llegada de otras especies.

Varios trabajos reportan mayor abundancia de semillas anemócoras durante la época de “nortes” el sitio de estudio, que va de octubre a diciembre (Acosta, 1993) el 51 % de nuestra abundancia de semillas pertenece a semillas con este mismo síndrome de dispersión. No se detectaron publicaciones acerca de la comparación de lluvia de semillas en perchas artificiales y sistemas de retención de semillas anemócoras contra sistemas naturales, como. Pocos son los trabajos en los que se ha utilizado trampas tipo barrera de nylon (Willson & Crome, 1989) en ambos trabajos tuvieron éxito dichas trampas.

El utilizar perchas artificiales y sistemas de retención de semillas anemócoras puede ayudar a acelerar el proceso de inmigración de semillas al suelo, y puedan simular el efecto de nucleación (Yarranton & Morrison, 1974). Las pantallas pueden contribuir a iniciar el proceso de estabilización mediante la captura de semillas anemócoras, sin embargo es necesario llevar a cabo el experimento a una distancia más lejana del borde de vegetación más cercano, para conocer su efectividad a mayores distancias ya que algunos autores argumentan que la distancia a la fuente de propágulos más cercana determinara la caída en el número de semillas (Holl, 1999; Holl et al., 2000; Shiels & Walker, 2003; Laborde et al., 2008) aunque algunos autores no

encontraron diferencia en la caída de semillas con respecto al remante de vegetación más cercano (McClanahan & Wolfe, 1993; Holl, 1998).

Debido a circunstancias de tiempo no fue posible llevar a cabo experimentos sobre germinación de las semillas establecidas debajo de las perchas y de los sistemas de retención de semillas anemócoras, algunos autores reportan no haber diferencias significativas de germinación bajo las perchas como es el caso de Shiels y Walker, 2003 y Holl, 1998, sin embargo otros autores encontraron un ligero incremento bajo las perchas (McClanahan & Wolfe, 1993), esto pudiera ser debido al tiempo de muestreo y numerosos factores como un bajo nivel de nutrientes en el suelo, condiciones microclimáticas (Walker et al., 1996) entre otros.

LITERATURA CITADA

Acosta, I. 1993. Lluvia de semillas en matorrales de dunas costeras en el Morro de La Mancha, Veracruz. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Aide, T. M., and J. Cavelier 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* 2:219-229.

Aide, T. M., and J. K. Zimmerman 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology* 8:328-338.

Árgel-De-Oliveira, M. M., G. D. A. Castiglioni, and S. B. Souza 1996. Comportamento alimentar de aves frugívoras em *Trema micrantha* (Ulmaceae) em duas Áreas alteradas do sudeste brasileiro. *Ararajuba* 4.

Bullock, J. M., and I. L. Moy 2004. Plants as seed traps: inter-specific interference with dispersal. *Acta Oecologica* 25:35-41.

Callaway, R. M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review* 61:306-349.

Castley, J. G., J. S. Bruton, G. I. H. Kerley, and A. Mclachlan 2001. The importance of seed dispersal in the Alexandria Coastal Dunefield, South Africa. *Journal of Coastal Conservation* 7:57-70.

Castillo-Campos, G., P. Dávila Aranda, and J. A. Zavala-Hurtado 2007. La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flora vascular. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*:77-104

Connell, J. H., and R. O. Slatyer 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist*:1119-1144.

Corlett, R. T., and B. C. H. Hau 2000. Seed dispersal and forest restoration. Forest restoration for wildlife conservation. International Tropical Timber Organization and The Forest Restoration Research, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand:317–325.

Challenger, A., & R. Dirzo 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio:37-73 pp.

Choi, Y. D., and N. B. Pavlovic 1998. Experimental restoration of native vegetation in Indiana Dunes National Lakeshore. *Restoration Ecology* 6:118-129.

Dirzo, R., H. S. Young, H. A. Mooney, and G. Ceballos. 2011. *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Island Pr.

Duncan, R. S., and C. A. Chapman 1999. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9:998-1008.

Gabriel, V. A., and M. A. Pizo 2005. Foraging behavior of tyrant flycatchers (Aves, Tyrannidae) in Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22:1072-1077.

Galindo-González, J., S. Guevara, and V. J. Sosa 2000. Bat and Bird Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. *Conservation Biology* 14:1693-1703.

Greene, D. F., and E. A. Johnson 1989. A model of wind dispersal of winged or plumed seeds. *Ecology*:339-347.

Guevara, S., and J. Laborde 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Plant Ecology* 107:319-338.

Guevara, S., J. Meave, P. Moreno-Casasola, and J. Laborde 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3:655-664.

Guevara, S., S. E. Purata, and E. Maarel 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Plant Ecology* 66:77-84.

Herrera, J. M., and D. García 2009. The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: being alone is not always so sad. *Biological Conservation* 142:149-158.

Holl, K. D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* 6:253-261.

Holl, K. D. 1999. Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. *Biotropica* 31:229-242.

Holl, K. D., M. E. Loik, E. H. V. Lin, and I. A. Samuels 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8:339-349.

Hunter, J. R. 1989. Seed dispersal and germination of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Leguminosae: Mimosoideae): are megafauna necessary? *Journal of Biogeography*:369-378.

Janzen, D. H. 1981. *Enterolobium cyclocarpum* seed passage rate and survival in horses, Costa Rican Pleistocene seed dispersal agents. *Ecology*:593-601.

Janzen, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:105-116.

Laborde, J., S. Guevara, and G. Sánchez-Ríos 2008. Tree and shrub seed dispersal in pastures: The importance of rainforest trees outside forest fragments. *Ecoscience* 15:6-16.

Leck, C. F. 1972. Seasonal changes in feeding pressures of fruit-and nectar-eating birds in Panama. *The Condor* 74:54-60.

Lubke, R. 2008. Vegetation dynamics and succession on sand dunes of the eastern coasts of Africa. *Coastal Dunes*:67-84.

McClanahan, T. R., and R. W. Wolfe 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7:279-288.

McDonnell, M. J., and E. W. Stiles 1983. The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. *Oecologia* 56:109-116.

Meli, P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia* 28:581-589.

Moreno-Casasola, P., and K. Paradowska 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera y bosques* 15:21-44.

Moreno-Casasola, P. E. 2006. Entornos veracruzanos.: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. México, 576 pp.

Moreno Casasola, P. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: factores físicos *Biotica* 7:577-580.

Murphy, P. G., and A. E. Lugo 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88.

Nathan, R., G. G. Katul, H. S. Horn, S. M. Thomas, R. Oren, R. Avissar, S. W. Pacala, and S. A. Levin 2002. Mechanisms of long-distance dispersal of seeds by wind. *Nature* 418:409-413.

Newton, A.C. y Tejedor, N. (Eds.) (2011). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. 409 pp

Ortiz-Pulido, R., H. G. D. E. Silva, F. González-García, and A. Alvarez 1995. Avifauna del centro de investigaciones costeras La Mancha, Veracruz, México. *Acta Zoologica*. 66:87-118.

Pennington, T. D. Y. J. S. K. 2005. . Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. . México, D. F.

Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. AVES DE MÉXICO. Editorial Diana, México, 473 pp.

Pickart, A. J., L. M. Miller, and T. E. Duebendorfer 1998. Yellow bush lupine invasion in northern California coastal dunes I. Ecological impacts and manual restoration techniques. *Restoration Ecology* 6:59-68.

Redbo-Torstensson, P., and Telenius 1995. Primary and secondary seed dispersal by wind and water in *Spergularia salina*. *Ecography* 18:230-237.

Reis, A., F. C. Bechara, and D. R. Tres 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola* 67:244-250.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Primera edición en Línea.

Sánchez-Azofeifa, G. A., M. Quesada, J. P. Rodriguez, J. M. Nassar, K. E. Stoner, A. Castillo, T. Garvin, E. L. Zent, J. C. Calvo-Alvarado, and M. E. Kalacska 2005. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37:477.

Shiels, A. B., and L. R. Walker 2003. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. *Restoration Ecology* 11:457-465.

Shiflett, S. A., and D. R. Young 2010. Avian Seed Dispersal on Virginia Barrier Islands: Potential Influence on Vegetation Community Structure and Patch Dynamics. *The American Midland Naturalist* 164:91-106.

Slocum, M. G., and C. C. Horvitz 2000. Seed arrival under different genera of trees in a neotropical pasture. *Plant Ecology* 149:51-62.

Teegalapalli, K., A. J. Hiremath, and D. Jathanna 2008. The role of perches in accelerating seed arrival in human-abandoned clearings within Bhadra Tiger Reserve, India. *Journal of the Bombay Natural History Society* 105:317-322.

Tomazi, A. L., C. E. Zimmermann, and R. R. Laps 2010. Poleiros artificiais como modelo de nucleação para restauração de ambientes ciliares: caracterização da chuva de sementes e regeneração natural. *Revista Biotemas* 23.

Trejo, I., and R. Dirzo 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.

Van Aarde, R. J., S. M. Ferreira, J. J. Kritzing, P. J. Van Dyk, M. Vogt, and T. D. Wassenaar 1996. An evaluation of habitat rehabilitation on coastal dune forests in northern KwaZulu-Natal, South Africa. *Restoration Ecology* 4:334-345.

Vicente, R., B. Harter-Marques, R. Martins, and J. J. Zocche 2010. Seed dispersal by birds on artificial perches in reclaimed areas after surface coal mining in Siderópolis municipality, Santa Catarina State, Brazil. *Revista Brasileira de Biociencias* 8.

Vieira, D. L. M., and A. Scariot 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14:11-20.

Walker, L. R., D. J. Zarin, N. Fetcher, R. W. Myster, and A. H. Johnson 1996. Ecosystem development and plant succession on landslides in the Caribbean. *Biotropica*:566-576.

Watkinson, A. R., and J. L. Harper 1978. The Demography of a Sand Dune Annual: *Vulpia Fasciculata*: I. The Natural Regulation of Populations. *The Journal of Ecology*:15-33.

Webb, C. E., I. Oliver, and A. J. Pik 2000. Does coastal foredune stabilization with *Ammophila arenaria* restore plant and arthropod communities in Southeastern Australia? *Restoration Ecology* 8:283-288.

Willson, M. F., and F. H. J. Crome 1989. Patterns of seed rain at the edge of a tropical Queensland rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 5:301-308.

Williams-Linera, G., and F. Lorea 2009. Tree species diversity driven by environmental and anthropogenic factors in tropical dry forest fragments of central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 18:3269-3293.

Yarranton, G. A., and R. G. Morrison 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *The Journal of Ecology*:417-428.

Zamith, L. R., and F. R. Scarano 2006. Restoration of a restinga sandy coastal plain in Brazil: survival and growth of planted woody species. *Restoration Ecology* 14:87-94.

Zanini, L., and G. Ganade 2005. Restoration of Araucaria forest: the role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility. *Restoration Ecology* 13:507-514.

Zimmermann, C. E. 2001. O uso da grandiúva, *Trema micrantha* Blume (Ulmaceae), na recuperaco de Áreas degradadas: o papel das aves que se alimentam de seus frutos. *Tangara* 1:177-182.

Apéndice I. Escala Westhoff & Van der Maarell 1979

ESCALA DE COBERTURA 1 ABUNDANCIA
Westhoff & Van der Maarel 1979

	<5%	1-3 INDIVIDUOS	
2	<5%	4-10	ABUNDANCIA
3	<5%	> 10 contables	
4	<5%	> 10 innumerables	

5	5-12.5%	
6	12.5-25%	
7	25-50 %	COBERTURA
8	50-75 %	
9	75-100%	

	25	50
	12.5	75
5		
14		

Apéndice 2. Listado semillas registrado en la lluvia de semillas A: anemócoro, Z: zoocoro y O: otro tipo de dispersión.

Especie	Síndrome de dispersión
Aristida	A
Bursera simaruba	Z
Cardiospermum halicacabum	O
Cenchrus	A
Centrosema angustifolium	O
Chamaecrista	
chamaecristoides	O
Cnidocolus urens	O
Crossopetalum uragoga	Z
Crotalaria incana	O
Diphysa	A
Lantana camara	Z
Macroptilium atropurpureum	O
Mellinis repens	A
Opuntia stricta	Z
Papophorum papiferum	A
Paullinia	O
Randia laetevirens	Z
Schizachyrium scoparium	A
Tournefortia volubilis	Z
Tephrosia cinerea	O
Chiococca coriacea	Z
Commelina erecta	O
<i>Schaefferia frutescens</i>	Z
Indeterminada 1	Z
Indeterminada 2	Z
Indeterminada 3	Z
Indeterminada 4	Z
Indeterminada 5	A
Indeterminada 6	O
Indeterminada 7	Z
Indeterminada 8	Z
Indeterminada 9	Z
Indeterminada 10	Z
Indeterminada 11	Z
Indeterminada 12	Z
Indeterminada 13	Z

Apéndice 3 Lista de aves registradas durante las horas de observación

Especie	Familia	Estacionalidad	Abundancia	Dieta
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Accipitridae	R	R	V
<i>Passerina cyanea</i>	Cardinalidae	M	E	SI
<i>Passerina ciris</i>	Cardinalidae	M	R	SI
<i>Passerina guiraca</i>	Cardinalidae	T	R	IF
<i>Columbina passerina</i>	Columbidae	R	A	S
<i>Columbina inca</i>	Columbidae	R	A	S
<i>Volatinia jacarina</i>	Emberizidae	R	A	SIF
<i>Sporophila torqueola</i>	Emberizidae	R	R	SI
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Hirundinidae	M	R	I
<i>Icterus gularis</i>	Icteridae	R	A	IF
<i>Dumetella carolinensis</i>	Mimidae	M	A	IF
<i>Mimus polyglottos</i>	Mimidae	M	A	IF
<i>Dendroica petechia</i>	Parulidae	M	A	IF
<i>Wilsonia pusilla</i>	Parulidae	M	A	IF
<i>Icteria virens</i>	Parulidae	M	E	IF
<i>Vermivora celata</i>	Parulidae	M	R	I
<i>Geothlypis trichas</i>	Parulidae	M	R	I
<i>Dendroica dominica</i>	Parulidae	M	R	IF
<i>Dendroica coronata</i>	Parulidae	T	R	IFN
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Picidae	R	A	IF
<i>Picoides scalaris</i>	Picidae	R	E	IF
<i>Polioptila caerulea</i>	Poliptilidae	R	A	I
<i>amazilia</i>				
<i>yucatanensis</i> (Colibries)	Trochilidae	R	R	N
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Troglodytae	R	A	I
<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodytae	R	R	I
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Tyrannidae	M	A	I
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tyrannidae	M	A	IF
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tyrannidae	R	A	IF
<i>Tyrannus savana</i>	Tyrannidae	R	A	IF
<i>Myiozetetes similis</i>	Tyrannidae	R	A	IF
<i>Sayornis phoebe</i>	Tyrannidae	M	R	IF
<i>Empidonax minimus</i>	Tyrannidae	M	R	IF
<i>Myarchus tuberculifer</i>	Tyrannidae	R	R	IF
<i>Vireo solitarius</i>	Vireonidae	M	E	IF

Apéndice 4. Lista de especies registradas bajos *Opuntia stricta* y *Dyphisa robinoides*

Especie	Familia	Etapa <u>sucesional</u>	Forma de vida
Amaryllidaceae sp01	Amaryllidaceae	Pionera	Herbácea
Asclepiadaceae	Asclepiadaceae	Pionera	Herbácea
<i>Florestina liebmannii</i>	Asteraceae	Pionera	Herbácea
<i>Bidens alba</i>	Asteraceae	Pionera	Herbácea
<i>Porophyllum punctatum</i>	Asteraceae	Pionera	Arbusto
<i>Pectis saturejoides</i>	Asteraceae	Pionera	Herbácea
<i>Cordia inermis</i>	Boraginaceae	Tardía	
<i>Opuntia stricta</i>	Cactaceae	Tardía	Arbusto
<i>Schaefferia frutescens</i>	Celastraceae	Tardía	Arbusto
<i>Crossopetalum uragoga</i>	Celastraceae	Tardía	Arbusto
<i>Commelina erecta</i> var. <i>Angustifolia</i>	Commelinaceae	Pionera	Herbácea
<i>Merremia dissecta</i>	Convolvulaceae	Pionera	Herbácea
<i>Tournefortia volubilis</i>		Tardía	Arbusto
<i>Phyllanthus liebmannianus</i>	Euphorbiaceae	Pionera	Arbusto
<i>Cnidoscopus urens</i>	Euphorbiaceae	Pionera	Herbácea
<i>Mimosa</i> sp.	Fabaceae	Pionera	Arbusto
<i>Centrosema angustifolium</i>	Fabaceae	Pionera	Bejuco
<i>Macropodium atropurpureum</i>	Fabaceae	Pionera	Herbácea
<i>Rhynchosia americana</i>	Fabaceae	Pionera	Bejuco
<i>Crotalaria incana</i>	Fabaceae	Pionera	Arbusto
<i>Tephrosia cinérea</i>	Fabaceae	Pionera	Bejuco
<i>Diphysa robinoides</i>	Fabaceae	Tardía	Árbol
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	Tardía	Árbol
<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>	Fabaceae	Pionera	Arbusto
<i>Sida acuta</i>	Malvaceae	Pionera	Arbusto
<i>Pappophorum</i> sp.	Poaceae	Pionera	Herbácea
<i>Schizachyrium scoparium</i>	Poaceae	Pionera	Herbácea
<i>Cenchrus</i>	Poaceae	Pionera	Herbácea
<i>Aristida</i>	Poaceae	Pionera	Herbácea
<i>Melinis repens</i>	Poaceae	Ruderal	Herbácea
Desconocida sp03	Rubiaceae		
<i>Randia</i> cf. <i>Aculeata</i>	Rubiaceae	Tardía	Arbusto
<i>Chiococca coriácea</i>	Rubiaceae	Tardía	Arbusto
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Sapindaceae	Pionera	Bejuco
<i>Lantana cámara</i>	Verbenaceae	Pionera	Arbusto
Desconocida sp01	Desconocida		
Desconocida sp0 2	Desconocida		
Desconocida sp03	Desconocida		

Apéndice 5 Especies más abundantes en la lluvia de semillas

Especie	Síndrome de dispersión
<i>Papophorum papiferum</i>	A
<i>Aristida</i>	A
<i>Schizachyrium scoparium</i>	A
<i>Diphysa robinoides</i>	A
<i>Cenchrus</i>	A
<i>Melinis repens africano</i>	A
<i>Chamaecrista</i>	
<i>chamaecristoides</i>	O
<i>Centrosema angustifolium</i>	O
<i>Tephrosia cinerea</i>	O
<i>Opuntia</i>	Z
<i>Tournefortia volubilis</i>	Z
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Z
<i>Randia laetevirens</i>	Z

