Manual de identificación y enriquecimiento de plantas de la vegetación secundaria de la Reserva Ecológica El Edén A. C.

Proyecto: **Restauración Ecológica de Selvas perturbadas por huracanes y fuego en el norte de Quintana Roo**

CONACYT-CONAFOR 2002-C01-5488

Responsables:

Dr. José María Ramos Prado
Dra. Luciana Porter Bolland

Elaboración y diseño:

Angélica Hernández Ramírez

Universidad Veracruzana (UV)
Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO)
Instituto de Ecología A.C. (INECOL)
Reserva Ecológica El Edén A. C.
Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT)
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

Manual de identificación y enriquecimiento de plantas de la vegetación secundaria de la Reserva Ecológica El Edén A. C.

Índice

INTRODUCCION…… 2
Generalidades sobre las selvas tropicales …….. 2
Generalidades sobre la vegetación secundaria …….. 3
Tipos de manejo de la vegetación secundaria …….. 4
Generalidades sobre el manejo de dosel …… 5
ANTECEDENTES …… 9
OBJETIVOS …… 11
DESCRIPCION DE AREA DE ESTUDIO …… 11
Climatología …… 14
Vegetación …… 15
Desarrollo de las técnicas de enriquecimiento de la vegetación secundaria con especies arbóreas nativas con diferentes estrategias ecológicas y de manejo del dosel …… 17
Parcelas …… 17
Tratamientos de manejo de la estructura de la vegetación …….. 19
Evaluación de la respuesta de las especies a los cambios en la disponibilidad de luz a través del manejo de dosel …… 22
Supervivencia …… 22
Crecimiento …… 28
Evaluación del proceso de regeneración natural y asistida a través del manejo de dosel en la vegetación secundaria …… 30
Métodos …… 30
Resultados …… 30
Identificación de las especies de plantas con interés biológico. económico y de fácil manejo …… 38
Evaluación final del proceso de regeneración natural y asistida a través del manejo de la estructura de la vegetación …… 39
Literatura citada y consultada …… 40

INTRODUCCION

Generalidades sobre las selvas tropicales

Las selvas tropicales son los ecosistemas que ocupan el 7% de la superficie terrestre y presentan una alta diversidad de flora y fauna silvestre. En estos sitios las condiciones climáticas han permanecido relativamente constantes desde el periodo Cretácico (Richards 1973, Huston 1994). Debido a lo anterior, estas áreas contienen el 90% del carbón superficial del planeta y sustentan a casi la mitad de todas las especies de plantas y animales conocidos (Clarke y Palmer 1983).

Las selvas tropicales y las tierras boscosas son los ecosistemas terrestres más diversos y complejos biológicamente hablando, además de presentar un alto número de endemismos y variedad de especies de las cuales ha sido posible obtener algún beneficio social y económico. Es decir, las selvas tropicales proveen de múltiples servicios ambientales, dentro de los cuales se incluyen:

1. Protección de los sistemas hidrológicos
2. Regulación del clima
3. Protección de los suelos existentes y de especies formadoras de nuevos suelos
4. Proporcionan hábitat para la flora y la fauna silvestre
5. Constituyen reservas genéticas importantes
6. Mantienen el flujo de materia y energía entre diversos sistemas biológicos
7. Fomentan el abastecimiento constante de agua para el riego de cultivos
8. Aseguran el abastecimiento de agua potable y su calidad en zonas rurales y urbanas
9. Evitan inundaciones

Por otro lado, las selvas tropicales han proporcionado madera para la industria de la construcción y la fabricación de papel; así como de los productos forestales no maderables derivados de los mismos; dentro de los cuales se incluyen: flores, frutos, hojas, miel, resinas, etc. Otro aporte importante de éstas áreas son los potenciales recursos alimenticios y medicinales presentes en el trópico.

A pesar de lo anterior, se ha estimado que originalmente éstas áreas cubrían dos terceras partes de la superficie de las tierras emergidas y ahora se ven reducidas a casi la mitad de su extensión original a causa de la tala de especies forestales y la conversión de selvas por cultivos y potreros (cambio en el uso del suelo) con bajos niveles de rendimiento.

Es importante mencionar que las selvas tropicales constituyen en la actualidad un mosaico diverso de vegetación secundaria en aumento. En 1990 la FAO (Food and agricultural Organization of the United Nations) estimo que la cobertura de la vegetación secundaria es de 165 millones de hectáreas (FAO 1996), la cual se ha ido incrementado en el tiempo (Thomlinson et al 1996, Smith et al 1997, Smith et al 1999) y se observa una alarmante y continua pérdida de los bosques maduros y de la diversidad contenida en estos ambientes.

De tal manera; los esfuerzos en el estudio de éstas áreas se han incrementado en los últimos años.

Generalidades sobre la vegetación secundaria

El estudio de la vegetación secundaria (áreas previamente perturbadas que fueron abandonadas) ha cobrado gran interés, ya que varía de acuerdo al tipo de ecosistema estudiado, al tipo de perturbación, época y en donde ocurre el disturbio, superficie de afectación, duración, magnitud y frecuencia de la perturbación (Huston 1994). En este sentido, las perturbaciones pueden ser de origen natural y/o antrópico. Las perturbaciones naturales incluyen la caída de árboles y la apertura de claros, así como la presencia de huracanes e incendios. Mientras que, las perturbaciones de origen antrópico incluyen la tala y manejo selectivo de especies, así como la conversión de selvas por potreros (Figura 1 y 2).

Figura 1. Acahual joven

Figura 2. Acahual viejo

En los ambientes tropicales, los cambios en la vegetación son más pronunciados y ocurren en un menor periodo de tiempo (Gómez-Pompa y Yanes 1980, McIntosh 1980). Al sumarse los problemas de degradación del hábitat y de la pérdida de diversidad biológica; ha sido posible redoblar los esfuerzos en tratar de desarrollar técnicas que permitan rehabilitar éstas áreas degradadas (Camargo et al 2002, Matthes et al 2003), en donde se han incorporado procesos biológicos tales como facilitación (Peterson y Haines 2000, Gómez-Aparicio et al 2004), competencia (Sanford et al 2003), colonización (Sluis 2002) e invasión de especies (Guariguata 1995), en donde se han considerado las características fisicoquímicas y biológicas del suelo como elemento que influye de manera determinante en la rehabilitación del hábitat (Longcore 2003, Walter 2003, Guandale et al 2005)

En este sentido, es importante conocer el papel que desempeñan estas tierras y bosques degradados en el paisaje general, así como otorgar una adecuada valoración económica de las selvas a partir del manejo y aprovechamiento adecuado de los recursos derivados de estas áreas, armonizando las necesidades de conservación, rehabilitación y producción de la cubierta forestal (beneficio socioeconómico), ya que a través de la armonización de los diferentes intereses puestos en éstas áreas será posible mantener la capacidad de las selvas en proporcionar los bienes y servicios requeridos.

Con respecto al manejo de éstas selvas perturbadas se menciona lo siguiente:

Tipos de manejo de la vegetación secundaria

Como respuesta a la pérdida del recurso forestal y de los bosque tropicales, los investigadores, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales se han enfocado en el manejo de la vegetación secundaria, con la esperanza de que las bosques tropicales sean rentables y que a su vez conserven los servicios ambientales derivados de los mismos. En este sentido, se han desarrollado diversas estrategias dirigidas al manejo de éstas áreas, dentro de las cuales se incluyen:

Manejo de las especies presentes en la vegetación secundaria

- El manejo de especies y productos presentes en la vegetación secundaria como son materiales de construcción, de consumo y de plantas medicinales que impactan la economía local y regional.
- El beneficiado o de industrialización de especies presentes en éste tipo de vegetación (vainilla)
- Diversificación del uso de las especies maderables; por ejemplo uso de hojas, frutos, flores, miel, tallo, resinas, etc.
- Colecta de semillas para la producción de plantas en vivero, en donde se incluye la introducción de éstas plantas para la reforestación de las áreas degradadas.

- Inventarios forestales para el posterior manejo del mismo
- Identificación de especies de la vegetación secundaria potenciales de manejo

Manejo de la estructura de la vegetación secundaria e introducción de especies forestales

- Manejo de especies forestales a través de la corta selectiva y moderada de individuos dentro de las poblaciones naturales.
- Sistemas de manejo de turno o rotación como son la silvicultura estándar.
- Plantaciones forestales comerciales con un programa de manejo del mismo que permita la corta y siembra controlada de especies forestales con interés económico.
- Enriquecimiento de la vegetación secundaria a través de la introducción de especies nativas forestales con interés biológico y/o económico
- Manejo de la estructura de la vegetación (manejo del dosel, estrato medio e inferior de la vegetación) como estrategia que favorezca el crecimiento de especies heliofilas.

Generalidades sobre el manejo del dosel

El dosel es un subsistema de la selva que interviene en una gran variedad de procesos que se llevan a cabo entre la vegetación y el ambiente físico que en él se generan. En general, el dosel se define como "el estrato superior de la vegetación arbórea, constituido por el sobrelapamiento de ramas y hojas de árboles, arbustos o ambos" (Art 1993).

Los estudios de dosel típicamente incluye los niveles de organización de las plantas: 1) hojas y ramas, 2) la estructura del árbol y 3) la comunidad de plantas (Ross 1981). Derivado de los puntos anteriormente mencionados, las investigaciones relacionadas con el estudio del dosel circunscriben aspectos de restricción a nivel espacial y temporal en el hábitat (Lowman y Wittman 1996); incluyendo:

1) el diferente uso del espacio geométrico dentro de los árboles por los organismos del dosel,
2) la heterogeneidad de los sustratos,
3) la variabilidad en las clases de edad dentro del dosel (cohortes de hojas, ramas, árboles, etc.),
4) la variabilidad en el microclima de la interfase dosel-atmósfera y
5) la diversidad de organismos.

Aunado al trabajo de investigación desarrollado en éstas áreas; es importante mencionar las labores de manejo que se han llevado a cabo en éste tipo de selvas, así como las actividades que se pueden realizar con la finalidad de obtener un beneficio socioeconómico y conservar su cubierta forestal.

Manejo de la estructura de la vegetación

Cuando se trabaja en el establecimiento de plantaciones forestales en el sotobosque de selvas tropicales, es común mantener intacto el dosel (superior) para aprovechar la sombra generada por éstos árboles y remover la vegetación del estrato medio e inferior de la vegetación para aumentar la disponibilidad de luz para las especies cultivadas. Lo anterior, se debe a que la luz es el principal factor que afecta la supervivencia y crecimiento de las plantas; ya que es un recurso que las plantas capturan y convierten en energía que se traduce en biomasa aérea y reproductiva (flores y frutos).

Aunado a lo anterior, la disponibilidad de luz modifica el patrón de regeneración de las selvas, propiciando cambios en la jerarquía competitiva entre especies, el cual afecta el establecimiento de las plantas colonizadoras en el sotobosque (Clark y Clark 1992, Clark et al 1996). Esto se debe a que las plantas que se localizan en estratos inferiores de la vegetación se ven afectadas por la disponibilidad de luz en su ambiente, ya que la luz es difusa en niveles intermedios y bajos de la vegetación (Figura 3, 4 y 5), en donde las habilidades competitivas, de supervivencia y crecimiento de las plantas depende de la biología de las especies y de su eficiencia fotosintética.

Figura 3. 60% de cobertura del dosel

Figura 4. 80% de cobertura del dosel

Figura 5. 95% de cobertura del dosel.

Dentro del manejo activo de la estructura de la vegetación, se encuentra la remoción de los estratos de la vegetación para promover una mayor incidencia de luz a las plantaciones forestales o áreas de cultivo. Dicho manejo incluye la remoción de la sombra de los estratos en transectos, los cuales se encuentran localizados dentro de cuadrantes. Lo anterior, se realiza con la finalidad de controlar el número de estratos, la porosidad (claros en el dosel) y el porcentaje de hojas que quedan expuestas a la luz directa del sol.

Los principales métodos de manejo de la estructura de la vegetación, incluye el manejo o remoción del dosel, así como el manejo del estrato medio e inferior de la vegetación (Figura 6).

Figura 6. Manejo de la estructura de la vegetación

Influencia del dosel

Las plantas que se encuentran debajo del dosel responden diferencialmente a los cambios de luz y esto se debe a la historia de vida de las especies, al banco de semillas o propágulos en el suelo, a la eficiencia fotosintética y a los requerimientos de luz de las especies; así como a otras propiedades físicas de las plantas (p.e. arquitectura del árbol).

En este sentido, surge el interés en ejemplificar y generar las estrategias de restauración ecológica para selvas medianas subperennifolias en el estado de Quintana Roo, los cuales son perturbados por huracanes e incendios. En éste caso, se utiliza una de las principales estrategias de rehabilitación de selvas perturbadas que es el enriquecimiento de la vegetación secundaria a través de la introducción de especies nativas del área. Aunado a lo anterior, se incorpora el manejo de la estructura de la vegetación en términos del manejo del dosel, estrato medio e inferior de la vegetación como herramienta de estudio experimental sobre los procesos de regeneración natural y asistida en áreas siniestradas.

Lo anterior, se ejemplifica a través de un estudio de caso de la vegetación secundaria y su manejo en la Reserva Ecológica El Edén A. C.

ANTECEDENTES

Quintana Roo es un Estado muy rico en ecosistemas y biodiversidad, sin embargo, el avance de las fronteras agropecuarias, las altas tasas demográficas y de inmigración, así como el crecimiento de la industria turística, han causando una presión ecológica, social y cultural sobre los recursos bióticos (Lazcano et al. 1992). Entre las décadas de 1970 y 1990, se presentaron cambios en el uso del suelo en 53.2% de las selvas medianas y altas, 9% de los humedales y 0.6% de la duna costera de Quintana Roo (Carranza, et al. 1996). Por tal razón, es necesario unir esfuerzos entre las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, universidades, institutos, sector social y privado para conservar y restaurar la biodiversidad de las selvas mayas, permitiendo el desarrollo de la población y contribuyendo a preservar la biodiversidad regional.

La explotación más antigua en la región es la forestal, centrada en la actividad chiclera desde 1910. Dicha explotación fue concesionada a particulares y a partir de 1935 a los primeros ejidos del naciente territorio federal de Quintana Roo. Paralelamente, se dio la explotación de maderas preciosas: cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*) guayacan (*Guaiacum sanctum*), especies cuya existencia en la zona de la Reserva se encuentran protegidas. Dentro de las especies forestales de mayor demanda en la región son la palma de chit (*Thrinex radiate*), chechem (*Metopium brownei*), el habin (*Piscidia piscipula*) y el dzaiam (*Lysiloma latisiliqua*). El manejo previo de estas selvas propiciaron la presencia de selvas medianas de unos 20 m de alto, dominadas por árboles como el chicozapote, el ramón, la Ceiba y el cedro, los cuales presentan sistemas radiculares capaces de utilizar agua del subsuelo en la época de secas, manteniendo un área foliar considerable y permitiendo la presencia de una vegetación sub-perennifolia (Pennington y Sarukhán, 1998; Gómez-Pompa, 1998).

En la actualidad, la vegetación de Quintana Roo comprende un mosaico de selvas en diferentes estados de sucesión que han sido causados por diferentes tipos y grados de perturbación, con la posibilidad de ser manejadas para rehabilitarlas y dirigir el estado de sucesión a diferentes estados de desarrollo (Gómez-Pompa, 1987; Levy et al., 1991; Rico-Gray, 1991; Carranza et al., 1996; Gómez-Pompa, 1998).

Investigaciones realizadas en este tipo de selvas mencionan que la alta incidencia de huracanes, seguida de periodos de sequía prolongados y presencia de incendios han eliminado paulatinamente una gran cantidad de especies arbóreas que son importantes para la regeneración natural y para controlar las condiciones microclimáticas del área, disminuyendo la intensidad de los incendios naturales (Mizrahi, Ramos y Jiménez-Osornio, 1997, Gómez-Pompa 1998).

Lo anterior, se debe a la eliminación del banco de semillas del suelo y a la apertura de claros, que afecta la llegada de propágalos a los sitios perturbados (Rico-Gray, 1991; y García-Franco, 1992; Marín, 1997); así como a la falta de condiciones adecuadas en el suelo para la germinación y establecimiento de especies clave después de los incendios (Janzen y Vázquez-Yanes, 1991; Kauffman et al, 1993; Maass, Jordan y Sarukhán, 1998), a la destrucción de micorrizas (Bellgard, Whelan y Muston, 1994; Allen et al., 1998; Allen et al., 1999) y a la disminución de los dispersores de semillas (Finegan, 1996; Hernández, Ramos y García, 1996; Wunderle, 1997; Holl, 1998; Hernández, 1999).

El mosaico de vegetación secundaria observada en éstas selvas tropicales y la pérdida de especies nativas en éstas áreas, ha permitido enfocar los esfuerzos de investigación y acción en éstas áreas por parte del Instituto de Ecología A. C. (INECOL), la Universidad Veracruzana (UV), el Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), La Reserva Ecológica El Edén A. C., y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en donde se plantea el manejo y enriquecimiento de la vegetación secundaria para detener el deterioro de la cubierta forestal.

En este sentido, surgió el interés en investigar diferentes estrategias de rehabilitación ecológica para selvas medianas subperennifolias perturbadas por huracanes e incendios. Lo anterior, se realizó a través de la introducción de especies arbóreas nativas como estrategia de enriquecimiento de la vegetación secundaria, en donde se incluyó el manejo de la estructura de la vegetación en términos de manejo del dosel, estrato medio e inferior de la vegetación.

La importancia de éste trabajo, radica en la información generada acerca de las estrategias y técnicas de rehabilitación ecológica de selvas tropicales. Dicha rehabilitación se realiza a través del enriquecimiento de la vegetación secundaria; el cual consiste en la introducción selectiva de especies nativas con diferentes historias de vida y que poseen importancia biológica y económica.

Aunado a lo anterior, se emplea la estrategia de manejo de la vegetación, la cual puede o no modificar la supervivencia y el crecimiento de las especies introducidas, así como modificar el proceso de regeneración natural y asistida en áreas siniestradas.

En conjunto, este trabajo permite establecer las bases del aprovechamiento sustentable del recurso forestal para las selvas tropicales; así como para los diferentes fines del sector científico, social y forestal.

OBJETIVOS

General

Generar estrategias de rehabilitación ecológica para selvas medianas subperennifolias perturbadas por huracanes e incendios, por medio de la realización de estudios de investigación experimental sobre los procesos de regeneración natural y asistida en áreas siniestradas.

Específicos

- Desarrollar las técnicas de enriquecimiento de la vegetación secundaria con especies arbóreas nativas con diferentes estrategias ecológicas y de manejo de la estructura de la vegetación (manejo del dosel, del estrato medio e inferior de la vegetación).
- Evaluar la respuesta de las especies introducidas en relación con los cambios en la disponibilidad de luz. Lo anterior, a través del manejo de la estructura de la vegetación (manejo del dosel, del estrato medio e inferior).
- Evaluar el proceso de regeneración natural y asistida a través manejo de la estructura de la vegetación (manejo del dosel, del estrato medio e inferior de la vegetación).
- Identificar las especies de plantas con interés biológico, económico y de fácil manejo.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Reserva Ecológica El Edén, A. C. se localiza en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo en el noreste de la Península de Yucatán (21° 13' N / 87° 11' O), a unos 25 Km de la comunidad Leona Vicario. Comprende 1,540.95 ha de ecosistemas en buen estado de conservación, selvas medianas, vegetación secundaria y humedales con sabanas, palmares, tintales y otras selvas bajas inundables (Figura 7).

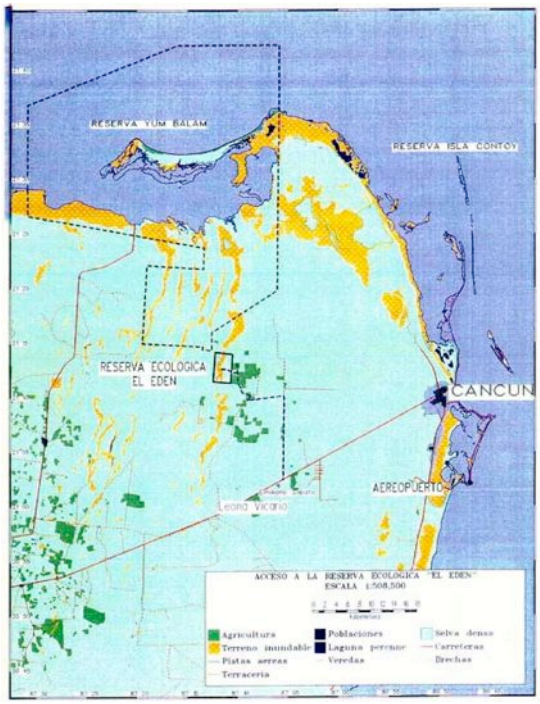


Figura 7. Localización de la Reserva Ecológica El Edén A. C.

La Reserva Ecológica El Edén A. C., se encuentra en región denominada "Yalahau" por Fedick y Taube (1992), Jiménez et al. (1992) y Lazcano, et al. (1992), la cual se caracteriza por su gran diversidad ecológica que incluye diversos tipos de humedales, sabanas, cenotes y fragmentos de varios tipos de selvas medianas y bajas. Este paisaje está formado por un mosaico de ecosistemas terrestres y acuáticos únicos por su biodiversidad, endemismos y por ser hábitat de especies migratorias.

A pesar de la importancia de esta región, se han realizado pocos estudios sobre biodiversidad en algunos grupos de organizamos, así como de las dinámicas poblacionales de las especies endémicas y protegidas.

Aunado a lo anterior, la región de Yalahau ha sido poco explorada, pero se sabe que se presentan casi todos los tipos de vegetación representativos de la Península de Yucatán (Fedick y Taube 1992, Jiménez et al. 1992, Lazcano et al. 1992), así como un gran número de especies raras, amenazadas y en peligro de extinción (Colmenero, et. al 1990; Lazcano et al. 1992, NOM-059-SEMARNAT-2001). Pertenece a la zona de Dzilám-Ría Lagartos-Yum Balam, la cual es una Región Terrestre Prioritaria 146 y un Área de Conservación de Aves (AICA SE-42).

Aunado a lo anterior, la Reserva Ecológica El Edén A. C., se encuentra dentro de un sitio RAMSAR, Región Hidrológica Prioritaria 103, CONTOY, que es la reserva de acuíferos más importante del noreste de la península de Yucatán (www.conabio.gob.mx, abril 2006).

La Reserva Ecológica El Edén A. C., colinda al norte con el Área Natural Protegida Reserva de Flora y Fauna "Yum Balam", definida como prioritaria por la SEMARNAT (Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 1994). Los registros meteorológicos de mas de 5 años de la estación computarizada de la reserva mostraron altas precipitaciones pluviales, de hasta 1,200 mm al año, lo cual la convierte en la región más húmeda de las tierras bajas del norte de la Península de Yucatán. Los acuíferos del área son de gran importancia, ya que surten de agua dulce a la ciudad de Cancún que está a 40 km. de distancia.

La Reserva Ecológica El Edén A. C., tiene una altitud sobre el nivel del mar que oscila entre los 5 y 10 m; el sustrato geológico está compuesto de rocas calizas, con escasos cuerpos de agua superficiales y mantos freáticos casi superficiales. Los suelos son delgados, pedregosos y con poca materia orgánica, predominando los litosoles, rendzinas y gleys, alrededor del 23% de la superficie son afloramientos rocosos. (Allen y Rincón 2003).

Los ecosistemas naturales de la Reserva Ecológica El Edén A. C., representan un 95% de su superficie, la mayor parte de ellos están en buen estado de conservación. La reserva presenta áreas de selvas medianas sub-perennifolias en buen estado de conservación y vegetación secundaria de diversas edades. Cuenta también con grandes extensiones de humedales con sabanas, palmares, tintales y otras selvas bajas inundables (Schultz 2003). Todo esto representa un capital importante en relación con los servicios ambientales que proporciona la Reserva Ecológica El Edén A. C., y que tienen un mercado actual y potencial de servicios ambientales importante a nivel local, regional y nacional. Este mercado ha sido predominantemente orientado a las universidades e institutos de investigación, tanto nacionales como internacionales y en los últimos 12 años se han desarrollado una gran cantidad de investigaciones relacionadas a la biodiversidad de estos ecosistemas (Flores 1993, Hernández 1999, Miranda 1999, Schultz 2003).

Los registros de fauna preliminares en los últimos doce años sugieren una alta representatividad de biodiversidad, y un alto porcentaje de fauna endémica de la Península de Yucatán (Lazcano et al. 1992, Correa-Sandoval 1993, McKinnon 1993, Mendoza 2005). Su excelente estado de conservación mantiene una gran variedad de hábitats y microhábitats.

Además, su ubicación geográfica (límite entre las selvas medianas subperennifolias, selvas caducifolias y humedales) sirve como un ecotono que permite la presencia de aves con afinidades muy diversas. Este ecotono sirve además como límite en la distribución geográfica de algunos grupos de aves, tal es el caso de los trepatroncos, Familia Dendrocolaptidae (Uribe 2000).

Los inventarios de flora y fauna que se han realizado en la Reserva Ecológica El Edén A. C.,son únicos y la convierten en una de las regiones mejor estudiadas en su biodiversidad de México y la Península de Yucatán. Estos inventarios han sido

publicados en artículos, libros y electrónicamente (www.uv.mx/citro/el_eden, julio 2005). En ésta zona, se han encontrado vestigios arqueológicos que indican un antiguo manejo de los humedales y una densa ocupación humana en el pasado (Fedick y Taube 1992; Secretaría Estatal de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente / Quintana Roo; www.semarnat.gob.mx, julio 2005).

Climatología

El clima predominante en la región es del tipo Aw1 (x) (1), según Köeppen modificado por Enriqueta García (1973). El clima es cálido subhúmedo con una estación de lluvias bien definida, de Junio a Octubre. La estación meteorológica se ubica en la ciudad de Cancún a 18 Km. del Aeropuerto Internacional, la cual presenta una temperatura media anual de 26 °C y con una precipitación pluvial que varía de 1100 a 1300 mm.

El clima de la Reserva Ecológica El Edén A. C., se caracteriza por un periodo de secas que se extiende de invierno/primavera, seguido de un periodo húmedo que se acentúa en el mes de Junio o Julio. El promedio de la precipitación es de 1,200 milímetros al año. El clima de la región esta fuertemente influenciado por el Golfo de México, el mar del Caribe y el Atlántico Norte. Se observa un bajo impacto causado por el fenómeno del Niño. Sin embargo, el fenómeno de La Niña juega un papel importante en el área, ya propicia la aparición de huracanes en la zona (Allen y Rincón 2003).

Factores climatológicos

En el Atlántico y Caribe se forman cada año un promedio de 10 ciclones, de los cuales, al menos dos o tres llegan a amenazar las costas de Quintana Roo (INEGI 1999, 2002), los cuales tienen una acción devastadora, básicamente por los tres elementos que la determinan, que son las marejadas cuya altura es variable e impetuosa, las inundaciones ocasionadas por las lluvias torrenciales que generalmente acompañan estos fenómenos y el último elemento es la presencia de los fuertes vientos que trae consigo. Por lo anterior, ningún lugar de las costas mexicanas está exenta de la aproximación y/o afectación directa de un ciclón.

Ciclones que han afectado al Estado de Quintana Roo en los últimos años

1988 Gilberto, Categoría V, principal daño en Cancún
1995 Roxanne, Categoría lll, principal daño en Isla mujeres - Tulum
1995 Opal, Categoría I, principal daño Bahía Espíritu Santo
1996 Dolly, Categoría l, principal daño Costa Central
1999 Katrina, Categoría Tormenta tropical, principal daño Bahía de Chetumal

2001 Iris, Categoría Tormenta tropical, principal daño Sur de Chetumal
2005 Emily, Categoría IV, principal daño Cancún
2005 Wilma, Categoría V, principal daño Cancún

Al termino de la temporada de ciclones (mes de Noviembre), se inicia la temporada de "Nortes" en el Estado.

Huracán Wilma

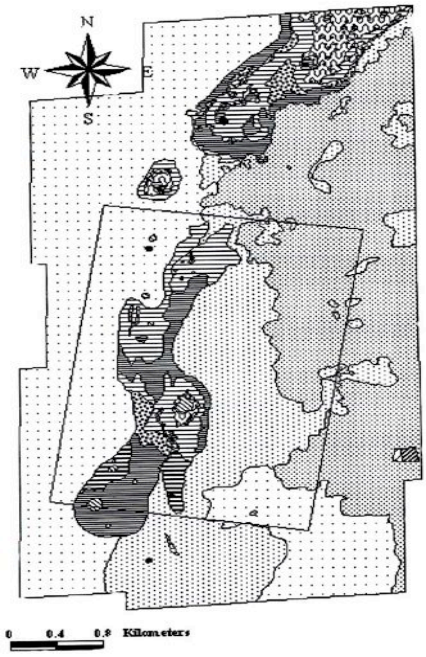
En el mes de octubre del 2006, el Huracán Wilma de Categoría 5 impactó en las playas de Cancún, Cozumel e Isla Mujeres entre otras, la destrucción natural que provocó lo han colocado como el de más impacto en el Municipio en los últimos años. Los daños causados son incalculables, se afectaron hoteles, casas, comercios, vías generales de comunicación, instalaciones de servicios públicos, etc. Sin embargo, sus secuelas no concluyeron con su extinción, ya que los fenómenos ambientales que causó se sentirán durante los próximos años y se verán reflejados en la recuperación de las playas, la rehabilitación de la infraestructura hotelera y de vías de comunicación, la reconstrucción de locales comerciales y casas habitación, así como la recuperación de la flora y fauna en éstas zonas.

Es importante destacar que los efectos del Huracán en los próximos años será notable, ya que en el tiempo de sequía, la vegetación afectada se convertirá en material de fácil combustión, lo cual puede ocasionar incendios en la zona.

Vegetación

El 50% de la superficie de la reserva está cubierta por vegetación secundaria de diferentes edades, derivada de perturbaciones naturales subsecuentes (huracanes e incendios).

La vegetación remanente esta constituida por: el 30% de selva mediana subperennifolia, 10% por los tintales y palmares, mientras que el 10% restante esta conformado por sabanas y pantanos (Figura 8).



a) sabana (*Cladium sp.*)
b) acahual joven
c) acahual maduro
d) cenotes
e) tintal cerrado
f) tintal abierto
g) pantano (*Typha sp.*)
h) agua
i) palmar
j) pantano (*Eleocharis sp.*)
k) pantano (*Anona sp.*)
l) selva mediana
m) cultivos

Figura 8. Mapa de la vegetación de El Edén y área circundante (Schultz, 2003)

La selva mediana subperennifolia es una comunidad vegetal dominada por árboles de 15-20 m de altura, un 25-50% de las especies arbóreas son perennifolias. Se han observado 120 especies de plantas y la mayor parte de estas son arbóreas (Schultz, 2003).

La vegetación secundaria presenta características muy particulares y su composición incluye 110 especies de árboles, hierbas, arbustos, lianas y epífitas. La altura de la vegetación secundaria oscila de los 5 -15 m y esta dominada por especies como: *Metopium brownei*, *Bursera simaruba*, *Swartzia cubensis*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri*, *Lonchocarpus rugosus* y *Gymnopodium floribundum* (Schultz, 2003). Una nueva especie endémica de Quintana Roo: *Acacia cedilloi*, se ha descubierto en esta vegetación y caracteriza a la flora de la zona Maya (Gómez-Pompa, Com. Pers. 2005).

Las selvas bajas inundables descritas como 'tintales' y 'sabanas' son ecosistemas más bajos y abiertos, son menos diversos que la selva mediana, sin embargo en conjunto presentan 113 especies. Aunque la mayoría de las especies son árboles, palmas y arbustos, presentan una gran diversidad de gramíneas y de epífitas (orquídeas y bromelias), muchas de estas últimas endémicas, raras y/o en peligro. Las especies arbóreas más notables son el 'tinto', *Haematoxylon campechianum*, 'chechén' *Metopium brownei*, 'nanche' *Byrsonima crassifolia*, 'jícaro' *Crescentia cujete*, 'yaxnique' *Vitex gaumeri*, 'tasiste' *Paurotis wrightii*, y una especie silvestre relacionada con el arbusto de 'coca' *Erythroxylon campechianum*. En este tipo de vegetación es posible que exista una subespecie nueva del 'chico zapote' *Manilkara zapota* en los humedales (Heaton et al. 1999).

En esta área existe una gran variedad de humedales, pantanos, lagunas y cenotes, los cuales son temporales. Las principales especies vegetales encontradas en estos ambientes son: *Typha latifolia*, *Cladium jamaiscense* y *Nymphaea spp*.

En general, 'La Flora de El Edén' está formada por 100 familias, 310 géneros, y 414 especies, el 96.5% de ellas son nativas del país y representan aproximadamente el 18% de todas las especies de plantas conocidas (2,300) en la Península de Yucatán (Schultz, 2001, 2003).

El 42% de las especies pertenecen a diez familias: Fabaceae (50 especies), Asteraceae (26 especies), Euphorbiaceae (16 especies), Orchidaceae (15 especies), Rubiaceae (14 especies), Verbenaceae (13 especies) Bromeliaceae (11 especies), Sapindaceae, Convolvulaceae y Cyperaceae (con 10 especies cada una).

De las 414 especies, 39 (9.5%) son endémicas a la Península de Yucatán, la mayoría de estas (28) son árboles, algunas de ellas, como Acacia cedilloi, son endémicas de Quintana Roo.

La tasa de endemismo en la reserva (7.33%) es ligeramente mayor que el de la península en general y representa el 23% (39/168) del total de especies endémicas de la península (Schultz 2003).

Desarrollo de las técnicas de enriquecimiento de la vegetación secundaria con especies arbóreas nativas con diferentes estrategias ecológicas y de manejo del dosel

Parcelas

Se establecieron dos parcelas principales en la vegetación secundaria. Cada parcela tuvo una dimensión de 100x100m (1 ha).

En cada parcela se mantuvieron 20 corredores de 3m de ancho por 100m de largo con vegetación secundaria presente en el sitio. La separación entre corredores fue de 2m de ancho y 100 m de longitud, en donde se eliminó la vegetación secundaria presente en el sitio (Figura 9).

Figura 9. Limpieza de corredores

Posteriormente, se establecieron 6 subparcelas de 30x30m con una separación de 5m entre las primeras 3 subparcelas y de 20m de separación entre las parcelas remanentes, dejando un área de influencia de 10m (Figura 10).

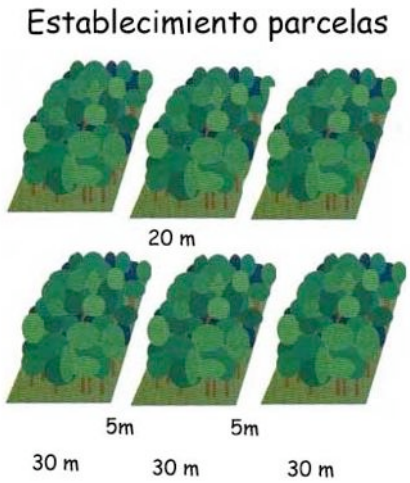


Figura 10. Establecimiento de las parcelas en El Edén

Sistema de siembra: se realizó el enriquecimiento de acahuales a partir de la introducción de 6 especies nativas de éstas selvas; las cuales se sembraron en las franjas de separación entre los corredores de vegetación secundaria de 2m de ancho (Figura 11).

La siembra de especies se realizó siguiendo los estándares descritos en el **Manual de siembra, reforestación y plantación de especies nativas de selva en La Reserva Ecológica El Edén A. C.**

Figura 11. Plantas preparadas para el transplante

Figura 12. Limpieza del sitio para el transplante de plantas

Las especies a introducir fueron: *Brosimum alicastrum* (BRAL), *Manilkara zapota* (MAZA), *Astronium graveolens* (ASGR), *Guayacum santum* (GUSA), *Sabal yapa* (SAYA) y *Sideroxylon foetidissimum* (SIFO).

Se consideró sembrar 1440 plantas, las cuales correspondieron a 240 individuos por especie. La siembra se realizó a través de la apretura en el suelo de aproximadamente 20x20x30 cm para colocar la planta (Figura 12).

Tratamiento del manejo de la estructura de la vegetación.

En las parcelas se establecieron dos tratamientos y un control (subparcelas) con una repetición por bloque.

El tratamiento de aclareo del dosel superior consistió en podar el dosel (100%) de las plantas dominantes que se localizan en los corredores (vegetación secundaria presente en el sitio) para incrementar la disponibilidad de luz a las plantas introducidas. Este aclareo se inició en el periodo de sequía durante el mes de marzo a junio, manteniendo ésta apertura del dosel a lo largo del tiempo (Figura 13, 14 y 15).

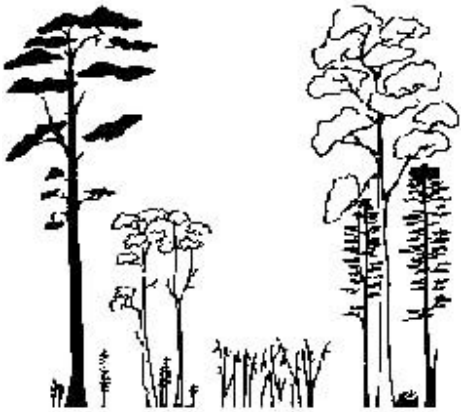


Figura 13. Estructura base

Figura 14. Manejo del dosel superior

Figura 15. Manejo del dosel superior en la selva de la Reserva El Edén

El tratamiento de aclareo del estrato medio e inferior de la vegetación consistió en eliminar las plantas de éstos doseles (100%), manteniendo únicamente las plantas dominantes (dosel superior). Este manejo de la vegetación se inició en el periodo de sequía durante el mes de marzo a junio, manteniendo ésta apertura de la vegetación a lo largo del tiempo (Figura 16, 17 y 18).

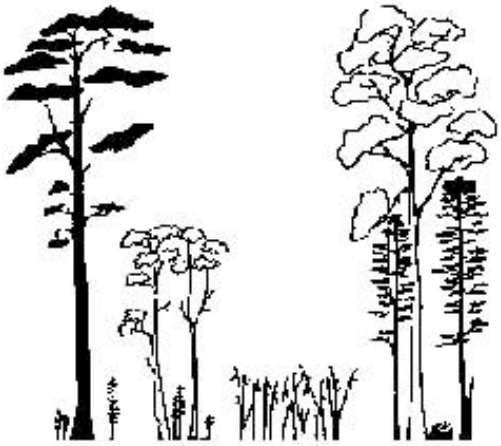


Figura 16. Estructura base

Figura 17. Manejo del dosel inferior y medio

Figura 18. Manejo del estrato medio e inferior en la selva de la Reserva El Edén

La tercera subparcela correspondió al control, en donde no se sembraron especies; ni se realizó un manejo de la estructura de la vegetación presente en la subparcela. Este tratamiento permitió contrastar los cambios en la diversidad observada en las subparcelas; así como entre los tratamientos del manejo de la estructura de la vegetación.

Evaluación de la respuesta de las especies a los cambios en la disponibilidad de luz a través del manejo de dosel.

Supervivencia

Supervivencia por tratamiento: la supervivencia de los individuos entre el manejo del dosel fue similar a la supervivencia de los individuos en el manejo del estrato medio e inferior (Tabla 1)

Tabla 1. Promedio de supervivencia (%) por tratamiento experimental.

Tratamiento	Promedio (% de supervivencia)	Error estándar (% de supervivencia)
Manejo dosel superior	54.04	6.28
Manejo del estrato medio e inferior	59.01	6.20

Supervivencia por especie: *Astronium graveolens* (ASGR) presentó el mayor porcentaje de supervivencia, seguido de *Brosimum alicastrum* (BRAL), *Sabal yapa* (SAYA) y *Manilkara zapota* (MAZA). Mientras que *Guayacum santum* (GUSA) y *Sideroxylon foetidissimum* (SIFO) presentaron los porcentajes más bajos de supervivencia (Figura 19).

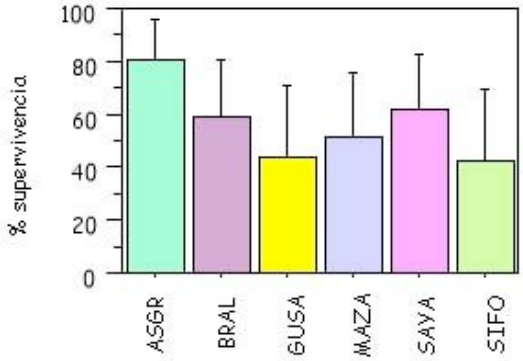


Figura 19. Supervivencia de especies introducidas de selva.

Supervivencia por tiempo de muestreo; el paso del huracán Wilma causó una disminución en el porcentaje de supervivencia de los individuos; ya que previo al paso del huracán se observó el 0% mortandad; posterior al huracán se observó un 58% de mortandad y cinco meses posteriores al huracán se observó una mortandad del 73% (Figura 20).

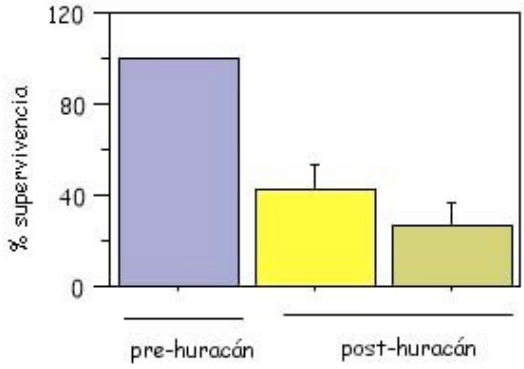


Figura 20. Supervivencia por tiempo de muestreo

Supervivencia por tratamiento y especie: *Astronium graveolens* (ASGR) y *Brosimum alicastrum* (BRAL) presentaron un menor porcentaje de supervivencia en el tratamiento de manejo del dosel con respecto al manejo del estrato medio e inferior. Mientras que el resto de las especies no difirió en su porcentaje de supervivencia con respecto al manejo de la estructura de la vegetación (Figura 21).

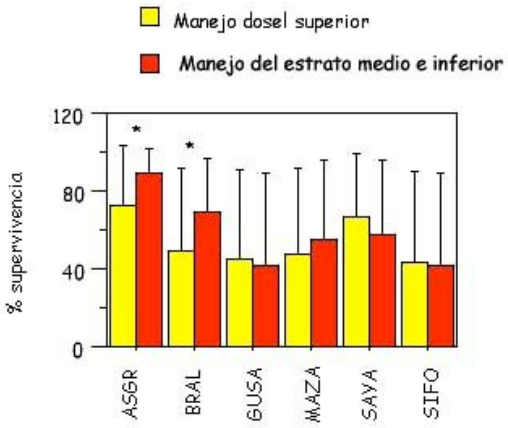


Figura 21. Supervivencia de por especie y tratamiento

Supervivencia por tiempo y especie: la respuesta de las especies a la presencia del huracán Wilma fue diferente, ya que *Astronium graveolens* (ASGR) disminuyó su porcentaje de supervivencia del 100% al 68%. *Sabal yapa* (SAYA) disminuyó del 100% al 31%, *Brosimum alicastrum* (BRAL) disminuyó del 100% al 30%.

Por otro lado, *Manilkara zapota* (MAZA) disminuyó del 100% al 17% y la mayor mortandad se detecto en *Guayacum santum* (GUSA) que disminuyó su supervivencia del 100% al 9% y *Sideroxylon foetidissimum* (SIFO) del 100% al 8% (Figura 22).

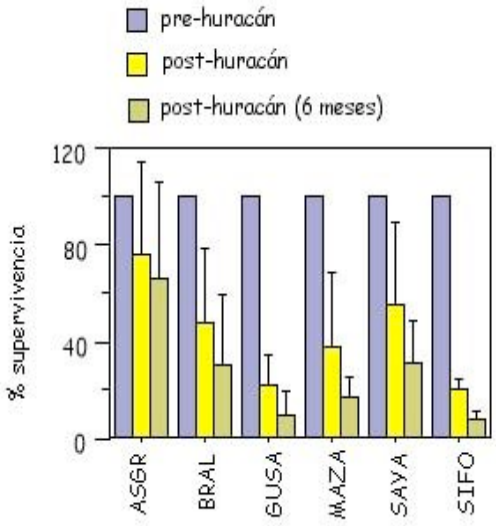


Figura 22. Supervivencia por tiempo de muestreo y especie

Con la finalidad de observar si el tamaño de las plantas influye en su porcentaje de supervivencia; se realizaron intervalos de clase de tamaños y se observó su porcentaje de supervivencia, obteniéndose lo siguiente:

Astronium graveolens (ASGR) presentó plantas de 10 a 60cm de tamaño y tuvo un alto porcentaje de supervivencia en ambos tratamientos pero las plantas de mayor tamaño fueron las que presentaron mayor mortandad (Figura 23 y 24).

Brosimum alicastrum (BRAL) presentó plantas de 10 a 60cm de tamaño y tuvo un bajo porcentaje de supervivencia en el tratamiento de manejo de dosel y se murieron las plantas de mayor tamaño. Mientras que se observó un mayor porcentaje de supervivencia en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior, sobreviviendo plantas de 10 a 60cm de tamaño, preferentemente las de tamaño intermedio (Figura 23 y 24).

Guayacum santum (GUSA) presentó plantas de 10 a 30cm de tamaño en el tratamiento de manejo de dosel y de 10 a 20cm en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior. La supervivencia de las plantas fue baja; sobreviviendo las plantas de menor tamaño (Figura 23 y 24).

Manilkara zapota (MAZA) presentó plantas de 10 a 30cm de altura en ambos tratamientos, en el tratamiento de manejo de dosel sobrevivieron pocas plantas chicas; mientras que en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior la supervivencia fue baja, pero el mayor porcentaje se observó en las plantas de mayor tamaño de 21 a 30cm de alto (Figura 23 y 24).

Sabal yapa (SAYA) presentó plantas de 10 a 60m de altura en ambos tratamientos. Se observó un mayor porcentaje de supervivencia en plantas de 10 a 30cm de altura, sobreviviendo preferentemente las plantas pequeñas (Figura 23 y 24).

Sideroxylon foetidissimum (SIFO) presentó plantas de 10 a 40cm de alto, en el tratamiento de manejo de dosel se observó una mayor supervivencia de plantas de 21 a 30cm de alto, mientras que en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior se observó la mayor supervivencia de plantas de 10 a 30cm de alto (Figura 23 y 24).

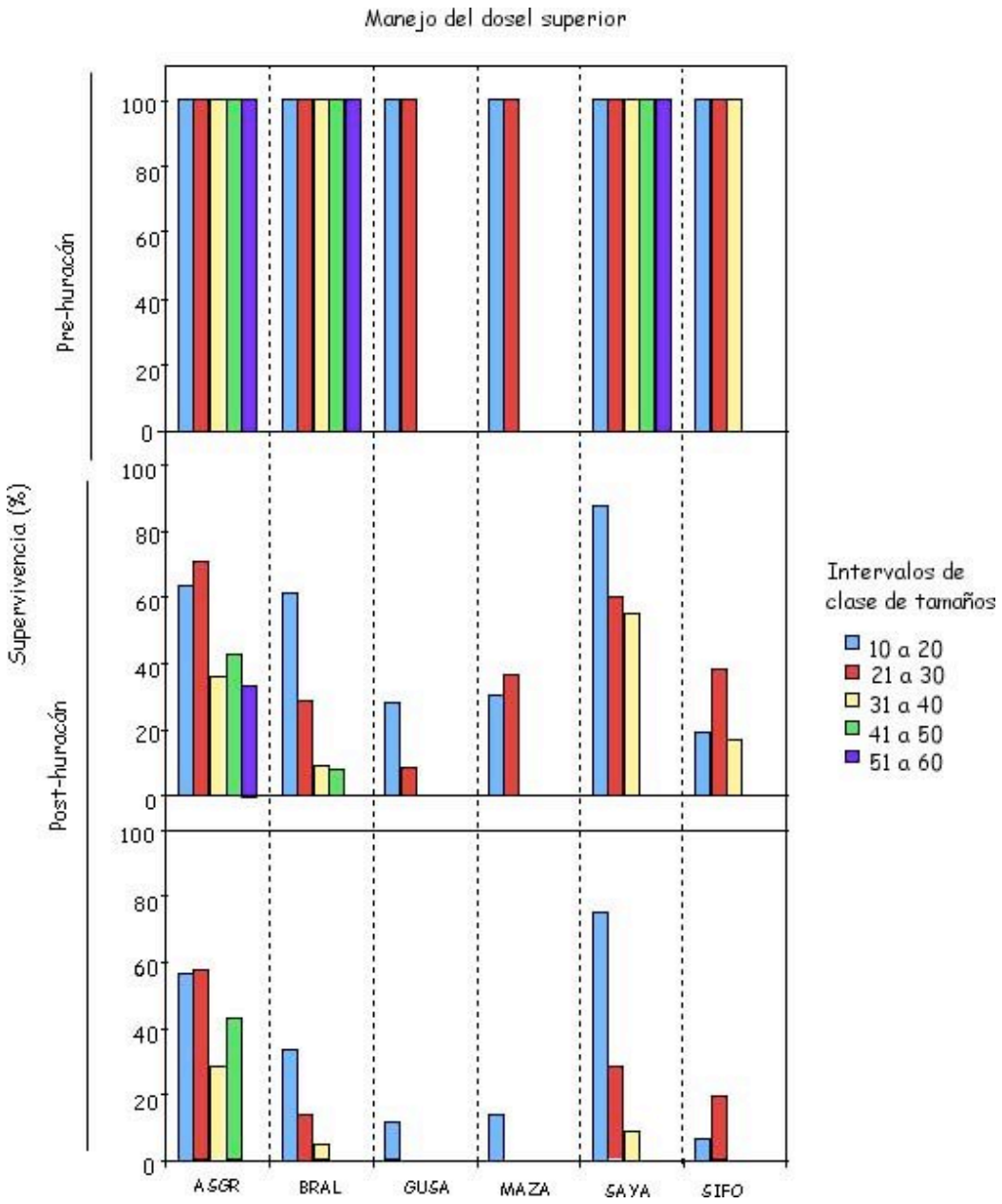


Figura 23. Supervivencia por especie e intervalo de clase en el tratamiento de manejo de dosel

Manejo del estrato medio e inferior

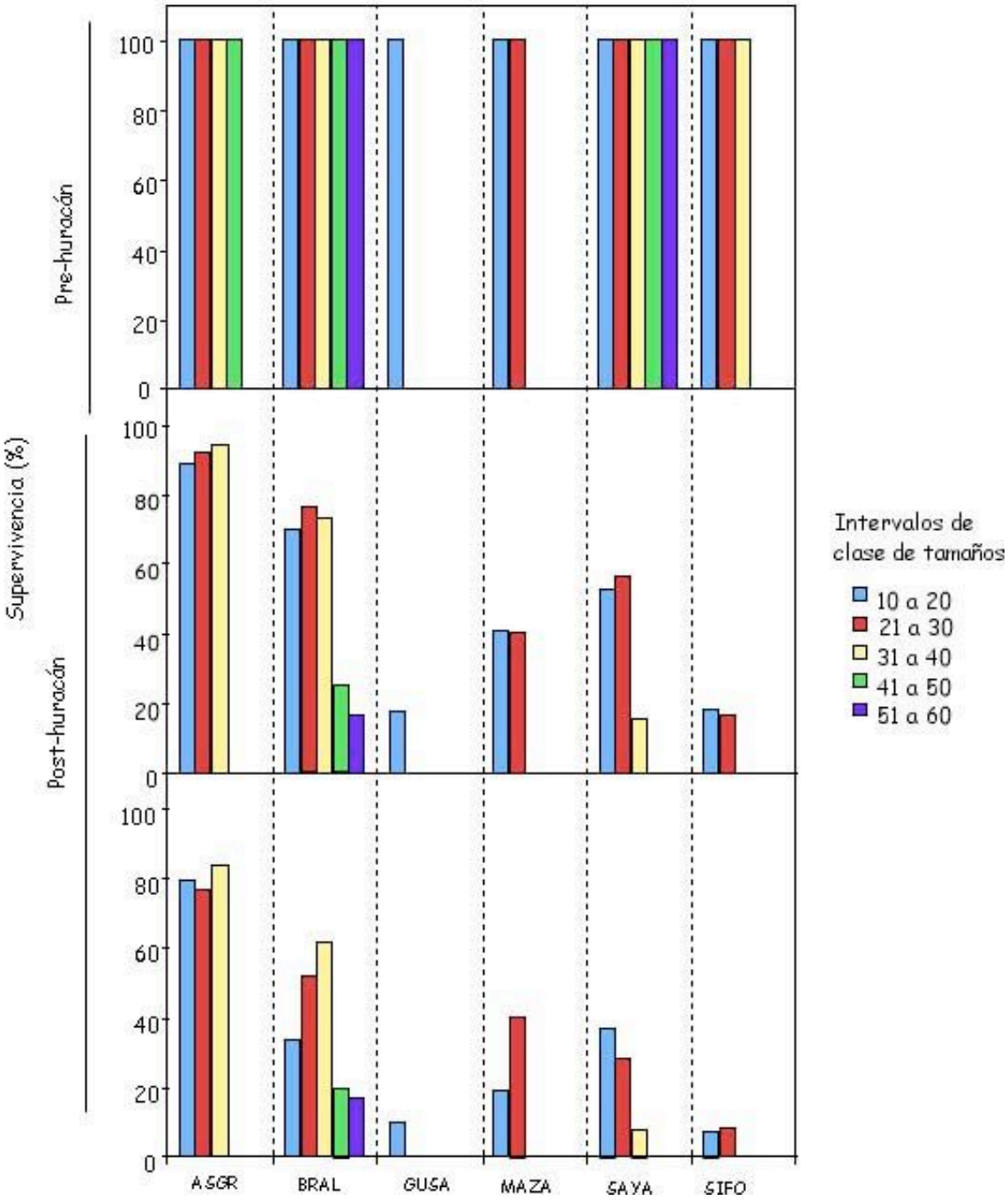


Figura 24. Supervivencia por especie e intervalo de clase en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior

Crecimiento

Crecimiento de las plantas por tratamiento: se observó que las plantas en el tratamiento de manejo de dosel presentaron un menor crecimiento con respecto a las del manejo del estrato medio e inferior (Tabla 2).

Tabla 2. Crecimiento promedio (cm) por tipo de tratamiento experimental.

Tratamiento	Promedio crecimiento (cm)	Error estándar crecimiento (cm)
Manejo dosel superior	25.00	0.64
Manejo del estrato medio e inferior	**29.00**	**0.53**

Crecimiento por especie: Astronium graveolens (ASGR) y *Brosimum alicastrum* (BRAL) presentaron el mayor crecimiento; seguidos de *Sabal yapa* (SAYA), *Sideroxylon foetidissimum* (SIFO) y *Manilkara zapota* (MAZA). Mientras que *Guayacum santum* (GUSA) presentó el menor crecimiento (Figura 25).

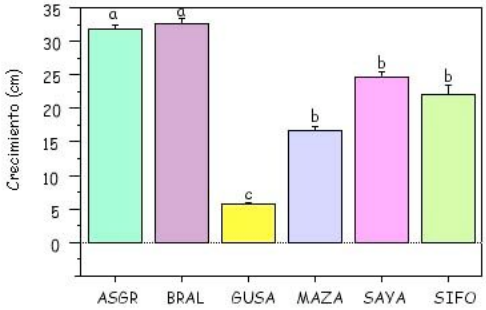
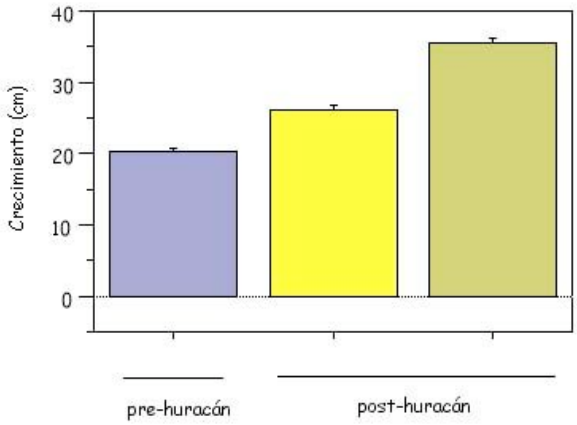


Figura 25. Crecimiento por especie

Crecimiento por tiempo de muestreo; se observó un incremento constante en el crecimiento de las plantas a lo largo del tiempo estudiado (Figura 26).



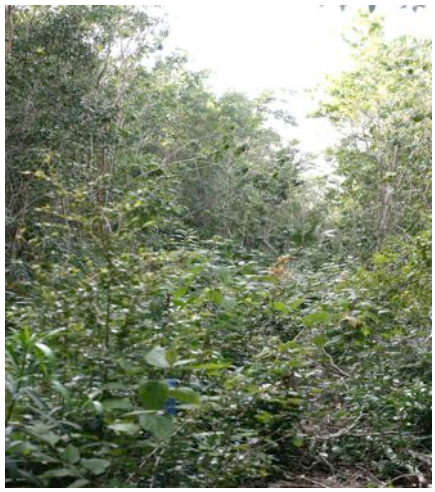


Figura 26. Crecimiento por tiempo de muestreo

Crecimiento por tratamiento y especie: no se detectaron cambios en el crecimiento de las especies por tratamiento de manejo de la estructura de la vegetación (Figura 27).

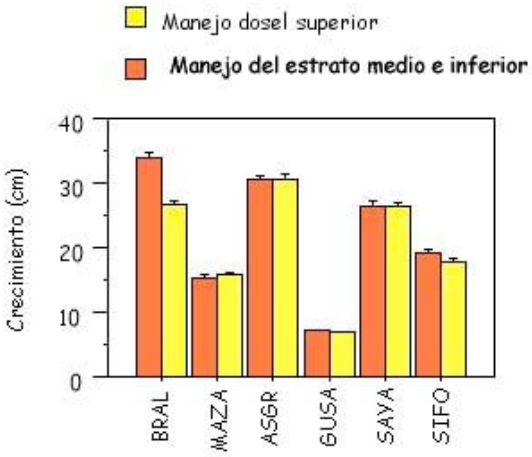


Figura 27. Crecimiento por especie y tratamiento

Crecimiento por tiempo y especie: se observó un incremento en el tamaño de los individuos por especie a lo largo del tiempo; *Astronium graveolens* (ASGR) fue la especie que mostró un mayor crecimiento; mientras que *Brosimum alicastrum* (BRAL), *Sabal yapa* (SAYA), *Manilkara zapota* (MAZA) y *Sideroxylon foetidissimum* (SIFO) mostraron un patrón de crecimiento similar entre especies. Sin embargo; *Guayacum santum* (GUSA) fue la especie que presentó un menor crecimiento a lo largo del estudio (Figura 28).

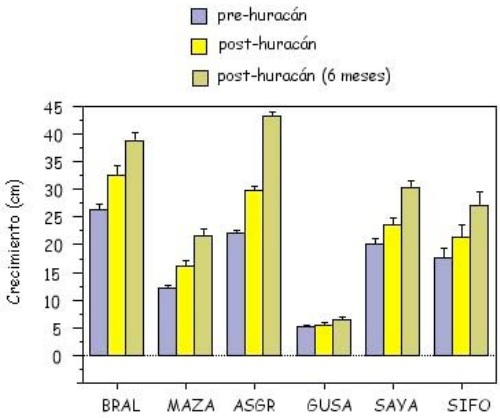


Figura 28. Crecimiento por especie y tiempo de muestreo

Evaluación del proceso de regeneración natural y asistida a través del manejo de la estructura de la vegetación.

Métodos

Dentro de cada subparcela, se establecen dos transectos con 6 cuadrantes por transecto y se muestrea la vegetación arbustiva y arbórea presente en los sitios. Lo anterior, se realiza con la finalidad de evaluar el proceso de regeneración natural (subparcelas control) y asistida (tratamientos con manejo de dosel).

Se calcula el índice de diversidad de Shannon-Wiener H' y se realizaron los análisis de agrupamiento considerando las variables de presencia y ausencia; así como de la abundancia de las especies. Aunado a lo anterior, se calcula el Índice de valor de importancia (IVI) de las especies que esta en función de su dominancia, frecuencia y densidad relativa. La dominancia se estima a partir del área basal de las especies.

Resultados

Se observó una mayor diversidad y riqueza de las especies en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior con respecto al tratamiento de manejo de dosel y el control (sin manipulación, regeneración natural, Tabla 3).

Tabla 3. Diversidad, abundancia y riqueza específica por tratamiento experimental.

Diversidad	Manejo		Control
	Dosel	Estrato medio e inferior	
Diversidad (H')	2.96	**3.22**	2.94
Número de individuos (N)	177	358	505
Riqueza específica (S')	32	**46**	37

La mayor diversidad se observó en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior de la vegetación.

Figura 29. Regeneración asistida en el tratamiento de manejo de dosel

Figura 30. Regeneración asistida en el tratamiento de manejo de la estructura media e inferior de la vegetación

Sin embargo, al analizar la estructura de la vegetación, se observó que las especies dominantes (IVI) se localizaron en el tratamiento control (0.48 a 22.96 de IVI), seguidas del tratamiento de manejo del estrato medio e inferior (0.48-19.80 de IVI) y las especies menos dominantes se localizaron en el tratamiento de manejo de dosel (0.40-6.03 de IVI). La composición de especies y sus atributos incluyendo el Índice de Valor de Importancia (IVI) se muestran en las Tablas 4, 5 y 6 por tratamiento.

Tabla 4. Diversidad de especies registradas en el tratamiento de manejo de dosel ordenadas por el Índice de Valor de Importancia (IVI).

FAMILIA	ESPECIE	Altura prom.	DAP prom.	AB prom.	Frecuencia	Abundancia	IVI
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	4.95	4.44	8928.27	3	24	6.03
Ebenaceae	*Diospyros verae-crucis*	5.72	4.64	8169.68	3	22	5.62
Burseraceae	*Bursera simaruba*	4.82	5.87	8774.85	3	18	5.41
Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	4.93	4.68	3866.06	3	15	3.70
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	4.90	4.27	1157.51	3	9	2.34
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	4.17	4.48	1006.60	3	8	2.20
Myrtaceae	*Eugenia mayana*	4.73	3.16	383.60	3	7	1.92
Rutaceae	*Esenbeckia. pentaphylla*	5.11	4.51	1023.54	2	8	1.82
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	6.04	6.23	1098.58	2	6	1.65
Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	5.08	5.35	359.68	3	4	1.62
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	6.51	9.17	593.96	3	3	1.60
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	4.05	3.48	151.75	3	4	1.56
Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	4.71	3.03	65.04	3	3	1.44
Eupphorbiaceae	*Croton flavens*	4.62	2.77	54.11	3	3	1.44
Myrtaceae	*Myrcianthes fragans*	4.26	2.73	52.81	3	3	1.44
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	4.42	3.80	45.36	3	2	1.34
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	5.31	5.60	24.63	3	1	1.24
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	4.04	3.80	11.34	3	1	1.24
Malvaceae	*Hampea trilobata*	2.84	3.50	9.62	3	1	1.24
Hippocrateaceae	*Hippocratea celastroides*	3.42	3.20	8.04	3	1	1.23
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	6.78	6.17	268.80	2	3	1.12

Flacourtiaceae	*Samyda yucatanensis*	5.03	5.60	221.67	2	3	1.11
Lauraceae	*Nectandra coriacea*	4.10	3.23	73.90	2	3	1.07
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	6.41	5.65	100.29	2	2	0.98
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	4.81	5.15	83.32	2	2	0.97
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	7.17	6.17	29.90	2	1	0.86
Sapindaceae	*Cupania dentata*	4.89	4.00	12.57	2	1	0.86
Fabaceae	*Acacia cediollis*	5.53	3.90	11.95	2	1	0.86
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	3.63	2.00	3.14	1	1	0.48

Tabla 5. Diversidad de especies registradas en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior de la vegetación ordenadas por el Índice de Valor de Importancia (IVI).

FAMILIA	ESPECIE	Altura prom.	DAP prom.	AB prom.	Frecuencia	Abundancia	IVI
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	4.75	3.81	43821.42	3	62	19.80
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	5.86	9.20	17017.88	2	16	7.23
Burseraceae	*Bursera simaruba*	4.68	4.88	10771.54	3	24	6.56
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	4.65	3.73	8545.58	3	28	6.30
Fabaceae	*Lonchocarpus acuminata*	5.37	6.94	10935.88	2	17	5.56
Myrtaceae	*Eugenia mayana*	3.68	2.44	4191.12	3	30	5.23
Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	5.71	7.99	7223.16	3	12	4.38
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	186.90	26.45	8793.13	3	4	4.07
Ebenaceae	*Diospyros verae-crucis*	5.59	4.33	3308.10	3	15	3.53
Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	4.66	4.21	3139.05	3	15	3.49
Eupphorbiaceae	*Croton flavens*	3.25	2.39	1301.00	3	17	3.14
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	4.07	3.35	1269.23	3	12	2.66
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	4.16	3.28	1219.22	3	12	2.64
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	5.82	6.01	2298.71	2	9	2.29
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	5.39	4.25	906.32	3	8	2.17
Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	4.91	4.85	906.32	3	7	2.07
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	3.97	3.61	500.74	3	7	1.95
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	5.26	4.33	721.07	2	7	1.64
Hippocrateaceae	*Hippocratea celastroides*	3.97	3.58	160.61	3	4	1.57
Myrsinaceae	*Ardisia escallonioides*	3.41	2.40	40.72	3	3	1.44

Fabaceae	*Pithecellobium stevensonii*	4.46	3.42	330.06	2	6	1.43
Malvaceae	*Hampea trilobata*	3.03	3.00	28.27	3	2	1.34
Moraceae	*Ficus yucatanensis*	6.51	6.75	572.56	2	4	1.31
Rubiaceae	*Randia aculeata*	4.19	2.70	143.14	2	5	1.28
Fabaceae	*Acacia cediollis*	3.66	2.12	88.25	2	5	1.26
Myrtaceae	*Myrcianthes fragans*	3.92	2.40	4.52	3	1	1.23
Ebenaceae	*Diospyros cuneata*	4.10	2.93	60.82	2	3	1.06
Eupphorbiaceae	*Croton niveus*	4.91	3.28	304.81	1	6	1.04
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	6.83	4.80	72.38	2	2	0.97
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	4.25	3.45	37.39	2	2	0.96
Capparidaceae	*Sebastiana adenophora*	4.17	3.05	29.22	2	2	0.96
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri*	7.19	17.40	237.79	2	1	0.92
Sapindaceae	*Cupania dentata*	7.83	5.90	27.34	2	1	0.86
Fabaceae	*Acacia collinsii*	3.60	3.15	124.69	1	4	0.80
Polygonaceae	*Coccoloba olivers*	2.86	2.23	35.26	1	3	0.68
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	4.56	9.45	280.55	1	2	0.65
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	5.62	9.15	263.02	1	2	0.65
Rubiaceae	*Alseis yucatanensis*	5.11	5.85	107.51	1	2	0.60
Boraginaceae	*Cordia sp*	4.84	3.00	28.27	1	2	0.58
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	9.29	20.50	330.06	1	1	0.57
Rutaceae	*Esenbeckia. pentaphylla*	6.73	8.70	59.45	1	1	0.49
FABACEAE	*Erythrina standleyana*	7.72	8.10	51.53	1	1	0.49
Rubiaceae	*Alseis yucatanensis*	4.60	3.20	8.04	1	1	0.48
Myrtaceae	*Myrcianthes fragans*	2.77	1.50	1.77	1	1	0.48

Tabla 6. Diversidad de especies registradas en el tratamiento control ordenadas por el Índice de Valor de Importancia (IVI).

FAMILIA	*ESPECIE*	Altura prom.	DAP prom.	AB prom.	Frecuencia	Abundancia	IVI
Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	4.40	3.10	62365.02	3	91	27.96
Myrtaceae	*Eugenia mayana*	3.44	2.59	31165.10	3	77	17.56
Burseraceae	*Bursera simaruba*	4.38	5.33	18747.65	3	29	9.36
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	5.81	6.61	13705.52	3	20	7.03
Ebenaceae	*Diospyros verae-crucis*	4.73	3.51	9288.56	3	31	6.80
Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	4.16	4.65	9799.33	3	24	6.28
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	4.12	4.10	8251.59	3	25	5.93
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	4.03	4.43	7450.88	3	22	5.41
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	3.44	2.43	3390.16	3	27	4.71
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	4.34	3.74	4843.52	3	21	4.56
Fabaceae	*Lonchocarpus acuminata*	4.20	2.68	1269.23	2	15	2.56
Lauraceae	*Nectandra coriacea*	3.93	2.96	1346.14	2	14	2.49
Eupphorbiaceae	*Croton flavens*	3.62	2.25	572.56	3	12	2.45
Ebenaceae	*Diospyros cuneata*	4.21	3.24	1392.05	2	13	2.41
Myrsinaceae	*Ardisia escallonioides*	3.12	1.89	339.79	3	11	2.29
Rutaceae	*Esenbeckia. pentaphylla*	3.76	2.58	633.47	2	11	2.00
Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	4.11	3.97	606.99	3	7	1.98
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	3.53	2.95	170.87	3	5	1.67
Flacourtiaceae	*Samyda yucatanensis*	3.97	2.44	298.65	2	8	1.61
Myrtaceae	*Myrcianthes fragans*	3.67	2.38	70.88	3	4	1.54
Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	5.90	2.85	25.43	3	2	1.34

Hippocrateaceae	*Hippocratea celastroides*	3.02	2.10	13.85	3	2	1.33
Moraceae	*Ficus yucatanensis*	6.19	7.03	620.16	2	4	1.32
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri*	5.90	6.08	463.77	2	4	1.28
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	6.34	7.10	39.59	3	1	1.24
Malvaceae	*Hampea trilobata*	1.95	1.50	1.77	3	1	1.23
Fabaceae	*Acacia cornigera*	4.43	3.83	415.48	1	6	1.07
Rubiaceae	*Randia aculeata*	4.36	2.83	56.75	2	3	1.06
Capparidaceae	*Sebastiana adenophora*	3.51	2.20	34.21	2	3	1.06
Fabaceae	*Pithecellobium stevensonii*	2.47	1.27	11.34	2	3	1.05
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	3.52	2.13	32.17	1	3	0.68
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	5.21	4.29	57.68	1	2	0.59
Fabaceae	*Bauhinia caribaea*	2.77	1.10	3.80	1	2	0.57
Myrtaceae	*Myrcianthes fragans*	3.78	1.60	2.01	1	1	0.48
Annonaceae	*Sapranthus campechianus*	2.85	1.50	1.77	1	1	0.48

Identificación de las especies de plantas con interés biológico. económico y de fácil manejo.

La información generada con respecto a la supervivencia y crecimiento de las especies introducidas según sus características iniciales (tamaño). tipo de manejo (dosel estrato medio e inferior) y periodo de muestreo indicaron lo siguiente:

Astronium graveolens (ASGR) fue la especie que mostró un mayor porcentaje de supervivencia con respecto a los efectos causados por el paso del huracán Wilma (68%).

Los individuos de mayor tamaño fueron los que presentaron una mayor mortandad. La especie respondió favorablemente al tratamiento de manejo del estrato medio e inferior, ya que en éste tratamiento se observó su mayor supervivencia. *Astronium graveolens* fue una de las dos especies que presentó el mayor crecimiento durante el tiempo de estudio.

Brosimum alicastrum (BRAL) presentó un alto porcentaje de supervivencia posteriores al paso del huracán Wilma, disminuyendo al 30% su número inicial y sobrevivieron preferentemente las plantas de tamaño intermedio.

La especie respondió favorablemente al tratamiento de manejo del estrato medio e inferior, ya que en éste tratamiento se observó su mayor supervivencia. *Brosimum alicastrum* fue la segunda especie que presentó el mayor crecimiento durante el tiempo de estudio.

Sabal yapa (SAYA) presentó un moderado porcentaje de supervivencia, disminuyendo del 100% al 31% después del paso de Wilma, sobreviviendo las plantas chicas. Esta especie no presentó cambios en su supervivencia y crecimiento con respecto a los tratamientos de manejo de la estructura de la vegetación empleados. Su crecimiento fue moderado.

Manilkara zapota (MAZA) presentó un moderado porcentaje de supervivencia, disminuyendo del 100% al 17% después del paso de Wilma, sobreviviendo las plantas grandes en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior. A pesar de lo anterior, la especie no presentó cambios en su supervivencia y crecimiento con respecto a los tratamientos de manejo de la estructura de la vegetación empleados. Su crecimiento fue moderado.

Sideroxylon foetidissimum (SIFO) presentó un bajo porcentaje de supervivencia, disminuyendo del 100% al 8% después del paso de Wilma, sobreviviendo las plantas de tamaño intermedio en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior. A pesar de lo anterior, la especie no presentó cambios en

su supervivencia y crecimiento con respecto a los tratamientos de manejo de la estructura de la vegetación empleados. Su crecimiento fue moderado.

Guayacum santum (GUSA) presentó un bajo porcentaje de supervivencia, disminuyendo del 100% al 9% después del paso de Wilma, sobreviviendo las plantas de tamaño pequeño en el tratamiento de manejo del estrato medio e inferior. A pesar de lo anterior, la especie no presentó cambios en su supervivencia y crecimiento con respecto a los tratamientos de manejo de la estructura de la vegetación empleados. En ésta especie se observó el menor crecimiento.

Con base en lo anterior, se recomienda el uso de: *Astronium graveolens* (ASGR), *Brosimum alicastrum* (BRAL), *Sabal yapa* (SAYA) y *Manilkara zapota* (MAZA), dentro de los programas de reforestación y rehabilitación de selvas tropicales perturbadas por huracanes, ya que son las especies que mejor toleran éste tipo de perturbaciones y responden favorablemente en términos de crecimiento. Aunado a lo anterior, la remoción del estrato medio e inferior de la vegetación incrementa sus probabilidades de supervivencia y acelera el crecimiento de las mismas.

Evaluación final del proceso de regeneración natural y asistida a través del manejo de la estructura de la vegetación.

Con respecto a la comparación entre proceso de regeneración natura y asistida a través del manejo de la estructura de la vegetación; se observó que a través del manejo del estrato medio e inferior es posible incrementar la diversidad y riqueza específica en la vegetación secundaria de áreas perturbadas por huracanes.

A pesar de que en términos de estructura de la vegetación (dominancia, Índice de Valor de Importancia) éste manejo difiere del control (regeneración natural); los valores alcanzados no son muy diferentes entre ellos (control 22.96, manejo del estrato medio e inferior 19.80) y es posible que la regeneración asistida a través del manejo de los estratos de la vegetación puedan acelerar el proceso de regeneración natural, incrementando además la composición específica.

Literatura citada y consultada

Aide. M. T. y J. Cavelier. 1994. Barriers to Lowland Tropical Forest Restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta. Colombia. Restoration Ecology 2(4):275-276 *

Allen E.B.. Allen M.F.. Egerton-Warburton L.. Corkidi L. and Gómez-Pompa A. 2003. Impacts of early- and late-seral mycorrhizae during Restoration in Seasonal Tropical Forest. Mexico. Ecological Applications 13:1701-1717

Allen. E. B.. E. Rincón. M. F. Allen. A. Pérez-Jiménez. y P. Huante. 1998. Disturbance and seasonal dynamics of mycorrhizae in a tropical deciduous forest in Mexico. Biotropica 30:261-274

Allen. E. B.. L. Corkidi. M. F. Allen. y A. Gómez-Pompa. 1999. Restoration and mycocorrhizae in seasonal tropical forest. Mexico. Ecological Applications. 13(6):1701-1717

Angelstam. P. y G. W. Arnold. 1993. Contrasting roles of remnants in old and newly impacted landscapes: Lessons for ecosystem reconstruction. Nature Conservation 3.

Art HW. 1993. The Dictionary of Ecology and Environmental Science. New Cork. Holt 632 pp.

Begon. M.. J. L. Harper y C. R. Towsend. 1996. Ecology: Individuals. populations and communities. Blackwell Science 3a. Cambridge. Masachussets.

Bellgard. S. E.. R. J. Whelan y R. M. Muston. 1994. The impact of wildfire on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their potential to influencethe re-establishment of post-fire plant communities. MYCORRHIZA. 4(4):139-146

Berger.J.J. 1993. Ecological Restoration and Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology 1 (2): 74-100

Bradshaw A. D. y M. J. Chadwick. 1980. The Restoration of Land. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

Bradshaw. A. D. 1983. The reconstruction of ecosystems. Journal of Applied Ecology 20:1-17

Cairns. J. and J. R. Pratt. 1995. Restoration Ecology. Ecological Restoration through Behavioral Change. Restoration Biology. 3 (1):51-53

Camargo JLC. Ferraz IDK. Imakawa AM. 2002. Rehabilitation of Degraded Areas of Central Amazonia Using Direct Sowing of Forest Tree Seeds. Restoration Ecology 10:636-644

Carranza S.. et al. 1996. Análisis cartográfico del Cambio de Uso del Suelo en la Península de Yucatán. México. Amigos de Sian Ka'an A.C. 77 pp.

Clark DA y Clark BD. 1992. Life history diversity of Canopo and emergent trees in a Neotropical rainforest. Ecol. Monogr. 62:315-344

Clark DB. Clark DA. Rich PM. Weiss S y Oberbauer SF. 1996. Landscape-scale evaluation of understory Light and Canopo structure: Methods and application in a Neotropical lowland rainforest. Can. J. For. Res. 26:747-757

Clarke R y Palmer J. 1983. The human environment. action or disaster. Tycooly. Dublín. En: El impacto biológico: Problema ambiental contemporáneo. Bolaños F. 1990. (ed). Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Colmenero L.C.. Palma J.A. y Ferreira A. 1990. Medio Ambiente y Desarrollo en Quintana Roo. Grupo Ecologista del Mayab A.C. (GEMA). CANTE A.C.. Cancún. 75 p.

Correa-Sandoval J. 1993. Status of Aquatic Birds in the Coastal Wetlands of the Yucatan Peninsula. Sian Ka'an Serie Documentos (Sian Ka'an Journal) 1: 66.

Covert. Ch. J. 1990. Revegetation of abandoned coal mine spoil in south central Iowa. En: Berger J. J.. editores. Environmental Restoration. Science and strategies for restoring the Herat. Island Press. Covelo. California.

Del Amo. R. S. y P. J. Ramos. 1993. Use and management of secondary vegetation in a humid-tropical area. Agroforestry Systems 21:27-42

Dixon. R. M. 1990. Imprinting for dryland revegetation and restoration. En: Berger J. J.. editor. Environmental Restoration. Science and strategies for restoring the Herat. Island Press. Covelo. California.

Estrada M. H. 2000. Caracterización y cartografía del recurso suelo del municipio de Hocaba. Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. México.

Fedick S.L. and Taube K. A. 1992. The Yalahau Regional Human Ecology Project: Ancient resource management and political structure in the northern maya lowlands. Development Grant Proposal to UC MEXUS. 17 pp.

Fimbel. R. A. and J. E. Kuser. 1993. Restoring the Pigmy Pine Forest of New Jersey´s Pine Barrens. Restoring. Ecology. 1 (2): 117-129|

Finegan. B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the firs 100 years of succession. Trends in Ecology and Evolution 11(3):119-124.

Flores J.S. 1993. Vegetación de la Reserva El Eden. UADY. Fac. Med. Vet. Zootec. Reporte Técnico Mérida. 14 pp.

Food Agricultural Organization of the United Nations (FAO) 1996. Forest resources assesment 1990: survey of tropical forest cover and study of change processes. Forestry paper 130. FAO. rome

Gómez-Aparicio L. Zamora R. Gómez JM. Hodar JA. Castro J. Baraza E. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a Meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. Ecological Applications 14:1128-1138

Gómez-Pompa A y Vázquez-Yanes C 1980. Succesional studies of a Rain Forest in Mexico. Pp.246-266 En: Forest Sucesión Concepts and application. West DC. Shugart HH y Botkin DB (eds.). Springer Verlag New York.

Gómez-Pompa. A. 1987. On maya Silviculture. Mexican studies 3(1). Regents of the University of California. Berkeley.

Gómez-Pompa. A. 1998. Vegetación of the Maya region. p. 39-51. In The Maya. Rizzoli Corrieri de la Sera. Italy.

Guariguata MR. Rheingans R. Montagnini F. 1995. Early Woody Invasion Ander Tree Plantations in Costa Rica: Implications for Forest Restoration. Restoration Ecology 3:252-260

Guariguata. M. R.. R. Rheingans y F. Montagnini. 1995. Early woody invasión Ander tree plantations in Costa Rica: Implications for forest restoration. Restoration Ecology 3(4):252-260

Gundale MJ. Peluca TH. Fiedler CE. Ramsey PW. Harrington MG. Gannon JE. 2005. Restoration treatments in a Montana ponderosa pie forest: Effects on soil physical. chemical and biological properties. Forest Ecology and Management 213:25-38

Gutierrez. L. T. y W. R. Fey. 1980. Ecosystem succession: A General Hypothesis and a Test Model of a Grassland. EUA: Mit press.

Guzman. G. 2003. Introduccion a la microbiota tropical de Mexico. Los Hongos del Eden. Comision Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Instituto de Ecologia. A.C. Xalapa. Veracruz. Mexico.

Heaton H.J.. Whitkus R.. and Gómez-Pompa A. 1999. Extreme ecological and phenotypic differences in the tropical tree chicozapote (Manilkara zapota (L.) P. Royen) are not matched by genetic divergence: A RAPD analysis. Chemical Ecology.

Hernández R.A.M. 1999. Estudio de la diversidad de la vegetación secundaria en la Reserva Ecológica El Edén. Quintana Roo. Tesis profesional de Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 79p.

Hernández. R. A. 1999. Estudio de la diversidad de la vegetación secundaria en la Reserva Ecológica del Edén. Q. Roo. Tesis Profesional. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Holdsworth. A. R. y Uhl. C. 1997. Fire in the Amozonian selectively logged rain forest and the potential forfire reduction. Ecological Aplications.

Huston MA. 1994. Biological diversity: The coexistence os species on changing landscapes. Cambridge University Press. Great Britain.

INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal Benito Juárez estado de Quintana Roo. edición 1999.

INEGI. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. edición. 2002.

Janzen. D. H. y Vazquez-Yanes. C. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. En: A.Gómez-Pompa. T.C.Whitmore & M.Hadley (eds.). Rain Forest Regeneration and Management. Man and Biosphere Program. Vol.6. 137-157. UNESCO. París.

Jiménez-Osornio J.J.. Lazcano-Barrero M.A.. y Gómez-Pompa A.. 1992. La Reserva de Yalahau. Reporte de Sostenibilidad Maya No.7. Informe de la reunión celebrada en Cancún. Quintana Roo. Febrero 1. 1992.

Jordan III. W. R.. M. E. Gilpin y J. D. Aber. 1987. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. Cambridge University Press. New York. N. Y.

Kauffman. S. A. 1993.The origins of order: self-organization and selection in evolution. Inglaterra: Oxford University press.

Lazcano B.M.A.. March I.J.. Núñez H.. Ruelas E.. Muñoz-Alonso A.. y Martínez R. 1992. Inventario faunístico de la Reserva El Edén. Quintana Roo: Una prospección. ECOSFERA A. C. Reporte Técnico.. San Cristóbal de Las Casas. 54 pp.

Leopold. C. A.. R. Andrus. A. Finkeldey y D. Knowles. 2000. Attempting restoration of wet tropical forests in Costa Rica. Forests Ecology and Management 142(2001)243-249

Linding. R. y C. Vazquez-Yanez. 1997. Estado del arte. Los ailes en la restauración ecologica. Ciencia (2): 31-40.

Longcore T. 2003. Terrestrial Arthropods as Indicators of Ecological Restoration Success in Coastal Sage Scrub (California. U.S.S.). Restoration Ecology 11:397-409

Lowman MD y Wittman PK. 1996. Forest canopies: Methods. hypotheses. and future directions. Ann. Rev. Ecol. Syst. 27:55-81

Martinez. E. 1996. La restauración ecologica. Ciencias43: 56-59. Mexico.

Matthes U. Gerrath JA. Larson DW. 2003. Experimental Restoration of Disturbed Cliff-Edge Forest in Bruce Peninsula Nacional Park. Notario. Canada. Restoration Ecology 11:174-184

McIntosh RP. 1980. Succesional and Ecological Theory. Pp 10-20. En: Forest Sucesión Concepts and application. West DC. Shugart HH y Botkin DB (eds.). Springer Verlag New York.

McKinnon B. 1993. Important Breeding Colonies of Aquatic Birds on Islands within Laguna Yalahau. Quintana Roo. México. Sian KaÇan Serie Documentos (Sian Ka'an Journal) 1: 57-58.

Mendoza P.F. 2005 Análisis de la estructura y composición de la comunidad avifaunística de la Reserva Ecológica El Edén. A.C.. Quintana Roo. México. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco. México.

Merriam. G. y D. A. Saunders. 1993. Corridors in restoration of fragmented landscapes.Nature Conservation 3.

Miranda J.T. 1999. Evaluación de la diversidad de especies leñosas mediante los atributos de abundancia y biomasa en dos zonas de vegetación secundaria de la Reserva Ecológica El Edén. Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. BUAP. Puebla. México.

Mizrahi. A.. Ramos. P. J. Y Jiménez-Osornio. J. 1997. Composition. structure and managent potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan. México. For. Ecol. and Manag. 96(3): 273-282.

Pennington. T.D.. J. Sarukhan. 1968. Manual para la identificacion de campo de los principales arboles tropicales de Mexico. Mexico: Instituto Nacional de investigaciones forestales.

Peterson CJ. Haines BL. 2000. Early Successional Patterns and Potential Facilitation of Woody Plant Colonization by Rotting Logs in Premontaje Costa Rican Pastures. Restoration Ecology 8:361-369

Ray. G.J. y B.J.Brown.1995.Restoring Caribbean Dry Forests: Evaluation of tree propagation techniques.Restoration Ecology 3(2):86-94

RichardsPW. 1973. The tropical rain forest. Sci. Amer 229:158-168

Rico-Gray. V. 1991. The maya and the vegetation of the Yucatan peninsula. Journal of Ecology.

Rosales. J. G. Cuenca. N. Ramires y Z. De Andrade. 1997. Native colonizing species and degraded land restoration in La Gran Sabana. Venezuela. Restoration Ecology 5(2): 147-155.

Ross J. 1981. The Radiation Regime and Architecture of Plant Stands. The Hague: W. Junk.

Rzedowski. J. 1978. Vegetacion de Mexico. Limusa.

Sanford NL. Harrington RA. Fownes JH. 2003. Survival and growth of native and alien woody seedlings in open and understory environments. Forest Ecology and Management 183:377-385

Schultz G.P. 2001. Vegetation and floristics of the El Eden Ecological Reserve. Quintana Roo. Mexico. Doctor of Philosophy dissertation in Botany. University of California. Riverside. 654p.

Schultz G.P. 2003. Structure and Diversity of the Forests at the El Eden Ecological Reserve. Pp. 91-114. En: A. Gómez-Pompa. M.F. Allen. S.L. Fedick. and J.J. Jiménez-Osornio (eds.). The Lowland Maya Area. Haworth Press Inc.. New York.

Sluis WJ. 2002. Patterns of Species Richness and Composition in Re-Created Grassland. Restoration Ecology 10:677-684

Smith J. C Sabogal. W de Jong. and D Kaimowitz. 1997. Secondary forest as a rsource for promoting rural development and environmental conservation. Ocasional paper 13. Center for Internations Forestry. Bogor. Indonesia.

Smith J. P van de Kop. K Reategui. I Lombarda. C Sabogal and A Díaz. 1999. Dynamics of secondary forest in flash-and-burn farming: interactions among land use types in the Peruvian QAmazon. Agricultura. Ecosystem and Environment 76:85-98

Thomlinson jR. MI Serrano. T del M López. TM aide and JK Zimmerman. 1996. Land-use dynamics in a post-agriculture Puerto-Rican landscape (1936-1988). Biotropica 28:525-536

Uribe J. 2000. Patrones de diversidad beta a lo largo de un gradiente ecológico y ambiental: la Península de Yucatán. Reporte técnico (www.uv.mx/citro/eleden). University of Missouri. St. Louis. USA.

Vasquez-Yanes C 1980. Light quality and seed germination in Cecropia obtusifolia and Piper auritum from a tropical rain forest in Mexico. Pitón 38:33-35

Walter RF. 2003. Comparison of Organic and Chemical Soil Amendments Used in the Reforestation of a Harsh Sierra Nevada Site. Ecological Restoration Internacional 11:466-474

Went RG y Evans FC 1968. The biological and mechanical rol of soils fungi. Proc. Natl. Acad. Sci. 60:497-507

Whisenant. S. G.. T. L. Thurow y S. J. Maranz. 1995. Initiating autogenic restoration on shallow semiarid sitie. Restoration Ecology 3 (1):61-67

Wunderle. J. M. Jr. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest on degraded tropical lands. Forest ecology and Management 99:223-235.

INTERNET

González. G.. Rincón. E. y Huante. Ma. del P. 2001. Restauración ecológica con comunidades sintéticas para acelerar la sucesión en la conversión de pastizal a selva baja caducifolia. Instituto de Ecologia. UNAM. http://www.socbot.org.mx/disco/resume/re966.htm

Mascarua. L. y Ramirez. N. 2002. Reintroducción de plántulas de Pinus strobus var. chiapensis en una parcela experimental de Alnus acuminata. Colegio de la Frontera Sur. http://www.socbot.org.mx/disco/resume/re173.htm

Monroy. R.. Ayala. I. y Colin. H. 2003. Plantaciones multiespecificas de árboles de selva baja caducifolia. UAEM. http://www.socbot.org.mx/disco/resume/re598.htm