

REGENERACION NATURAL DE ESPECIES ARBOREAS EN UNA SELVA MEDIANA
SUBPERENNIFOLIA PERTURBADA POR EXTRACCION FORESTAL¹

PEDRO ANTONIO MACARIO MENDOZA

Centro de Investigaciones de Quintana Roo
Apartado Postal 424
77000 Chetumal, Quintana Roo, México

EDMUNDO GARCIA MOYA,
JUAN ROGELIO AGUIRRE RIVERA

Y

EFRAÍM HERNÁNDEZ XOLOCOTZI (qpd)

Centro de Botánica
Colegio de Postgraduados
56230 Chapingo, México

RESUMEN

Se evaluó la regeneración natural de ocho especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por la explotación forestal comercial, en Quintana Roo. La densidad y altura de las especies estudiadas en la regeneración natural se registraron en sitios seleccionados al azar, mediante el método de "cuadrantes centrados en un punto".

Los resultados indican que con la extracción forestal se abren claros que favorecen la incorporación y el crecimiento de cada una de las especies estudiadas. En general, la densidad no muestra diferencias significativas respecto al tipo de perturbación. Sólo *Swietenia macrophylla* y *Metopium brownei* presentaron un crecimiento significativo en el "camino" y en el "derribo-fuste", respectivamente, con relación al testigo. Después de seis años estos claros representan una fuente importante de plántulas de especies con interés forestal, con la posibilidad de que a largo plazo, constituyan rodales dominados por dichas especies.

ABSTRACT

Natural regeneration of eight species of trees in three different types of gaps caused by selective logging of mahogany in a rainforest of Quintana Roo, Mexico, was studied. Point centered quarter method was applied randomly in each of the 10 replications per site. Height and density of the seedling

¹ Este artículo forma parte de la tesis con la que el primer autor obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados de Chapingo.

and saplings were evaluated. Results indicate that selective logging creates gaps in which there are recruitment and growth of all eight species studied. In general, the type of gap did not show significant effect on plant density, but the growth of *Swietenia macrophylla* and *Metopium brownei* was significantly affected by the type of gap. Seedlings and saplings growing in gaps caused by roads and by falling of logs had significant higher heights than the control. After six years of disturbance, the gaps are an important reservoir seedlings and saplings of economically important trees with the possibility of conforming over time a rainforest dominated by these species.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Las selvas han recibido una mayor atención en años recientes no sólo por la alarmante reducción del área que ocupan, sino también por el papel que juegan en la estabilización del suelo y regulación del clima (Kruk y Oldeman, 1988).

Actualmente las selvas del estado de Quintana Roo se encuentran alteradas en su estructura y menguadas en su extensión, debido a la explotación forestal incontrolada desde la conquista de la península de Yucatán (1564) hasta la actualidad. Dicho problema se ha acentuado debido a la colonización humana de áreas forestales y al consecuente aprovechamiento de los recursos maderables, así como en función del cambio en el uso del suelo.

La explotación forestal ha sido selectiva y se inició con el "palo de tinte" *Haematoxylon campechianum*, "caoba" *Swietenia macrophylla* y "cedro" *Cedrela odorata*. Se continuó con el "chicozapote" *Manilkara zapota* y actualmente se practica con unas 20 especies de maderas duras y blandas.

La explotación forestal en Quintana Roo es una actividad económica muy importante, ya que la existencia de suelo somero en la mayor parte del estado restringe la práctica extensiva de las actividades agropecuarias. Por tal razón, se han propuesto planes para evitar la perturbación y la disminución de las áreas arboladas. Sin embargo, la mayoría de estos intentos han fracasado. En 1983, el gobierno del estado, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y el Acuerdo México-República Federal Alemana crearon el Plan Piloto Forestal de Quintana Roo (PPF), el cual tiene como objetivos: 1) ordenar las áreas de extracción forestal mediante un ciclo de corta a 25 años, para lograr un aprovechamiento sostenido de la selva, y 2) normar las extracciones forestales para que el campesino sea quien reciba los beneficios directos.

Con base en lo anterior se realizó este estudio que tiene como objetivo la evaluación de la regeneración natural en las áreas perturbadas por la explotación forestal y confrontar los resultados con las áreas sin disturbio, bajo la hipótesis de que la extracción forestal provoca cambios en la estructura de la vegetación, que afectan de manera diferencial la regeneración de las especies aprovechadas.

Los claros en la selva constituyen la base para el reclutamiento y la sucesión. Así, Richards (1952) puntualiza que la regeneración natural en un bosque tropical depende de las aperturas originadas por la caída de árboles, que generan condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de las plántulas y arbolitos jóvenes que han permanecido bajo la sombra.

Grubb (1977) indica que en la regeneración de los claros influyen varios factores: a) tamaño y forma del claro, b) tipo de planta, c) estadio de crecimiento de la planta, d) edad del claro, e) orientación del claro, y f) altura de la vegetación circundante.

En este mismo sentido Denslow (1980a, 1980b) y Orians (1982) señalan que el tamaño y tipo de microhábitat en un claro pueden favorecer diferencialmente el establecimiento de las plantas.

MATERIALES Y METODOS

El acopio de datos se realizó de enero a marzo de 1989, en el ejido "X-Hazil y anexos", que forma parte del municipio Felipe Carrillo Puerto en el estado de Quintana Roo. Dicho ejido tiene una dotación de 55,295 ha (Fig. 1). La roca madre del área corresponde a la formación geológica Carrillo Puerto, constituida por calizas masivas del Mioceno-Plioceno, el relieve es casi plano con algunas ondulaciones, lo que le confiere un microrelieve cárstico, con pendiente de 2 a 10%, y 5 a 15 m de altura sobre el nivel del mar (Escobar N., 1986; Anónimo, 1987). El clima del área según García (1987), pertenece al subtipo $Aw_1(x')_i$, con precipitación media anual de 1290 mm y temperatura media anual de 26°C. Los suelos son de las categorías de litosol, vertisol y gleysol, que con base en la terminología maya corresponden a "tzeke", "kan'kab" y "akal'che", respectivamente (Wright, 1967; Anónimo, 1969). El tipo de vegetación que predomina es la selva mediana subperennifolia, con árboles de 18 a 25 m de altura y una cobertura mayor de 70%; en el estrato superior se encuentran (en orden de abundancia): "chacah" *Bursera simaruba*, "chicozapote" *Manilkara zapota*, "chechén negro" *Metopium brownei*, "ramón" *Brosimum alicastrum*, "sapatillo" *Pouteria unilocularis*, "amapola" *Pseudobombax ellipticum*, "ya'axnic" *Vitex gaumeri*, "pochote" *Ceiba aesculifolia*, "caoba" *Swietenia macrophylla*, "kanixte" *Pouteria campechiana* y "katalox" *Swartzia cubensis*.

Con el apoyo de los ejidatarios y técnicos relacionados con la extracción forestal fue posible ubicar una zona de corta aprovechada en marzo de 1983, es decir, que a la fecha de la toma de datos tenía seis años de haber sido explotada y dejada en descanso.

En nuestro estudio la perturbación producida por la extracción forestal se entiende como la formación de aperturas (claros) de diferentes dimensiones en la vegetación. En el ejido mencionado se aprovechan anualmente 10 km² (1000 ha), de los cuales se extraen 1000 fustes de caoba con DAP > 65 cm. La extracción de éstos produce el deterioro de aproximadamente 10% del área explotada; dicho deterioro se agrupó, de acuerdo con el grado de daño en las siguientes categorías:

a) Áreas de acopio (tumbos o bacadillas). En ellas se elimina toda la vegetación para reunir temporalmente los troncos cosechados en una superficie de 500 a 800 m de radio; aquí se efectúan las maniobras de carga de los camiones que transportan los troncos a los aserraderos. Sus dimensiones son de 500 a 2500 m². En la zona de estudio el área de estas perturbaciones se estimó en 2.5 ha.

b) Caminos de transporte. Son vías en la selva en las que se elimina toda la vegetación, con 8 a 12 m de ancho y varios kilómetros de largo; por ellas transitan los camiones cargados con los troncos cosechados, la maquinaria forestal y el personal involucrado. Posteriormente estos caminos se siguen utilizando como vías de acceso para obtener durmientes, materiales para construcción, chicle, frutos, o para la cacería y pesca. Su superficie se estimó en 9.5 ha.

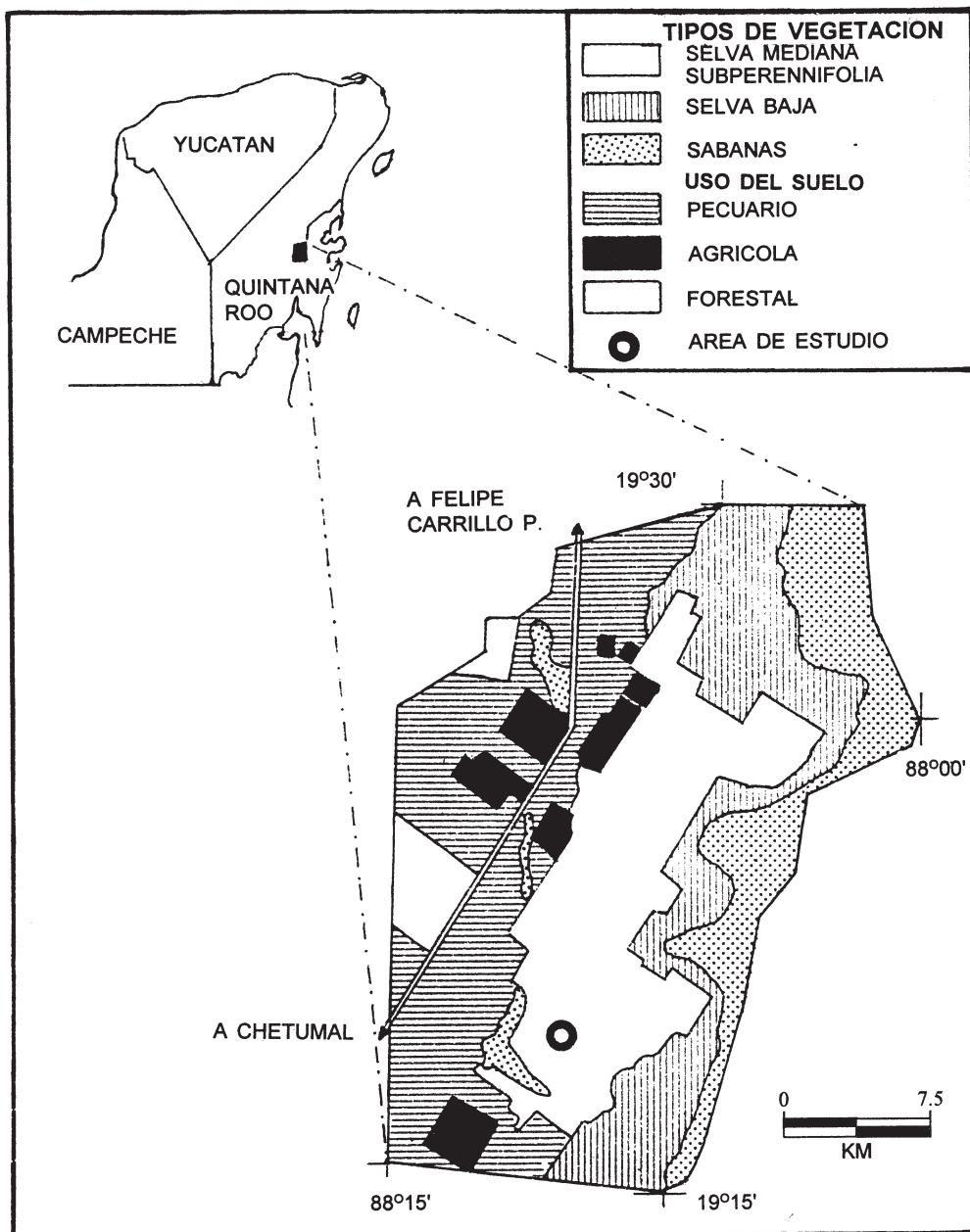


Fig. 1. Ejeido X-Hazil y anexos, tipos de vegetación: sabanas, selva baja, selva mediana subperennifolia, y uso del suelo: agrícola, pecuario, forestal.

c) Caminos de arrastre (“camino”). Son las sendas que van desde el tocón del árbol aprovechado hasta el área de acopio o camino de transporte. Por ellos pasa el tractor arrastrando el tronco y librando los árboles grandes, lo cual ocasiona que la apertura no alcance el dosel superior y sean prácticamente túneles bajo la selva. Sus dimensiones van de 3 a 5 m de ancho y de 50 a 800 m de largo. Con estos caminos se afectan unas 60 ha de selva.

d) Áreas de derribo de árboles. Son las ocasionadas por la caída de los árboles extraídos, cuyo DAP es mayor de 55 cm para la caoba y 35 cm para las demás especies. Estas áreas presentan dos zonas con diferente grado de alteración: 1) zona del fuste (“derribo-fuste”), es la superficie que se perturba a partir del tocón hasta donde se realiza el corte de las ramas, sus dimensiones varían de 8 a 15 m de largo por 5 a 8 m de ancho; 2) zona de las ramas (“derribo-ramas”), es el área que cubren las ramas del árbol que se aprovechó y los pequeños árboles que éste derribó al caer, sus dimensiones varían de 7 a 12 m de ancho por 10 a 15 m de largo. El área perturbada por derribo de árboles es de unas 30 ha.

El ensayo se realizó en los caminos de arrastre, áreas de derribo de árboles y en áreas sin perturbar (“testigo”), descartándose las zonas de acopio y los caminos de transporte porque la naturaleza de su perturbación los aparta del problema en estudio.

Por su valor forestal actual o potencial en el ejido, se decidió estudiar la repoblación de las siguientes ocho especies arbóreas de la selva: “chacah” *Bursera simaruba*, “chechén negro” *Metopium brownei*, “pochote” *Ceiba aesculifolia*, “siricote” *Cordia dodecandra*, “sak-chacah” *Dendropanax arboreus*, “caoba” *Swietenia macrophylla*, “amapola” *Pseudobombax ellipticum* y “pasa’ak” *Simarouba glauca*.

A partir de la elección y precisión de los claros y especies a estudiar para los propósitos del trabajo, se definió el conjunto de factores y sus niveles, así como las variables para conceptualizar, mediante su arreglo factorial, un pseudoexperimento (Méndez R., 1983) destinado a evaluar el efecto de la perturbación sobre cada una de las especies seleccionadas [4(tipos de perturbación) X 8(especies)].

Dentro del área de corta anual elegida se localizaron aleatoriamente 10 claros producidos por la extracción de árboles de caoba. En cada uno de ellos se ubicaron las unidades de muestreo (UM) como sigue: el “camino” no se consideró como tal sino a más de 20 m de distancia a partir de su unión con el claro por derribo, y el “testigo” se ubicó a 20 m del borde del claro por derribo y paralelo a éste. El método utilizado fue el de “cuadrantes centrados en un punto”. En cada UM se ubicaron cuatro puntos de muestreo en los cuales se tomaron los datos necesarios para la estimación de densidad, mediante el procedimiento propuesto por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), y se midió la altura de cada uno de los individuos registrados. También se realizó un inventario por orden de abundancia de las especies presentes en el estrato arbóreo de los alrededores de las UM.

El efecto del tipo de perturbación sobre las variables medidas en la regeneración global de las 8 especies estudiadas se determinó mediante el análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (4x8), utilizando el procedimiento GLM (General Linear Model) del programa SAS (Statistical Analysis System) (Martínez G., 1988). Asimismo, se aplicó el método de Tukey para la comparación estadística de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición del estrato arbóreo

En el Cuadro 1, se lista la composición arbórea encontrada y se resaltan los datos de las 8 especies estudiadas. Se observa que *Dendropanax arboreus*, *Simarouba glauca* y *Cordia dodecandra* son menos abundantes (menos de 7 árboles por hectárea). Sin embargo, las plántulas y los individuos juveniles de estos árboles están bien representados (Cuadro 2) en las áreas muestreadas. Esto se puede deber a que: *Dendropanax arboreus* y *Simarouba glauca* son esciófitas (no necesitan mucha luz para su establecimiento) y *Cordia dodecandra* forma un banco permanente de semillas.

Cuadro 1. Lista florística y número de individuos por hectárea en la selva estudiada del ejido "X-Hazil y Anexos" Quintana Roo (se resaltan en "negritas" las especies estudiadas).

Especie	Ind. por hectárea
<i>Bursera simaruba</i>	53
<i>Manilkara zapota</i>	46
<i>Metopium brownei</i>	24
<i>Brosimum alicastrum</i>	15
<i>Pouteria unilocularis</i>	14
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	13
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	12
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	12
<i>Vitex gaumeri</i>	12
<i>Gymnanthes lucida</i>	11
<i>Coccoloba spicata</i>	11
<i>Gliricidia sepium</i>	10
<i>Ceiba aesculifolia</i>	9
<i>Simira salvadorensis</i>	8
<i>Swietenia macrophylla</i>	7
<i>Psidium sartorianum</i>	6
<i>Pouteria campechiana</i>	6
<i>Swartzia cubensis</i>	5
<i>Dendropanax arboreus</i>	5
<i>Piscidia piscipula</i>	5
<i>Alseis yucatanensis</i>	4
<i>Simarouba glauca</i>	4
<i>Zuelania guidonia</i>	3
<i>Guettarda combsii</i>	3
<i>Talisia olivaeformis</i>	2
<i>Myrcianthes fragrans</i>	2
<i>Protium copal</i>	2
<i>Cordia dodecandra</i>	1
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1
<i>Ficus</i> sp.	1
<i>Luehea speciosa</i>	1
<i>Lonchocarpus xuul</i>	1

Las especies estudiadas, excepto *Dendropanax arboreus* y *Simarouba glauca*, son heliófitas que aunque pueden sobrevivir por algún tiempo bajo la sombra, responden positivamente a la entrada de mayor cantidad de luz (Richards, 1952; Budowski, 1965, 1970; Whitmore, 1978, 1989; Denslow, 1980a y Brokaw, 1985b).

En lo referente al banco de semillas, para la selva de referencia no existe ninguna investigación. Sin embargo, se realizaron entrevistas con informantes destacados del ejido y, apoyándose en las características de los propágulos y la información bibliográfica, se concluyó que sólo *Cordia dodecandra* puede formar un depósito permanente de semillas, pues las de las demás especies sólo permanecen por algunos días o meses en el suelo y durante la época húmeda germinan.

Respuesta de la regeneración al deterioro causado por la extracción forestal comercial

Densidad

El análisis de varianza para la regeneración global de las ocho especies estudiadas mostró que las diferencias entre los valores de densidad en las superficies perturbadas y en las que sirvieron de testigo fueron estadísticamente significativas (Cuadro 2). El testigo presentó la menor densidad, y sólo difirió significativamente (prueba de Tukey; $P < 0.05$) del "camino", lo cual se puede deber a que la regeneración bajo el dosel tiene una alta tasa de mortalidad por la escasez de la luz y la competencia por nutrientes, principalmente, y sólo sobreviven los que son capaces de soportar la presión por algún tiempo (Richards, 1952; Liew y Wong, 1973; Brokaw, 1985a y 1987).

Para los claros, los valores de densidad encontrados en estudios similares (Liew y Wong, 1973; Brokaw, 1985a, 1985b, 1987 y Uhl et al., 1988) son mucho mayores que la media del Cuadro 2, debido posiblemente al tamaño de muestra, número de especies y tipo de perturbación estudiada en cada caso.

La falta de significación estadística entre las diferencias entre "derribo-ramas" y el testigo así como "derribo-fuste", puede deberse a que se trata de una perturbación que no abre muchos espacios para la luz, pues ésta queda interceptada por las ramas del árbol caído, además, el daño a nivel del suelo es casi nulo. En estas áreas la repoblación afronta serios problemas: 1) los individuos establecidos antes de la perturbación sufren daños severos ocasionados por el impacto de la caída de las ramas del árbol derribado, amén de que tienen que soportar un período de aplastamiento debido a la caída sobre ellos de las hojas y ramas pequeñas en descomposición, produciéndoles una especie de "ahogamiento o abochornamiento" ("smothering effect", según Grubb, 1977); y, 2) las semillas que llegan de la periferia caen sobre la hojarasca y, si logran germinar durante la época húmeda, pueden morir durante la de secas, debido a que sus raíces no alcanzan el suelo mineral. Las observaciones de campo, en concordancia con los resultados, indican que son pocos los individuos que logran superar estos problemas.

La falta de diferencias estadísticamente significativas de "derribo-fuste" puede deberse a que, aunque las condiciones que se generan en esta perturbación son benéficas (la entrada de luz es mayor y llega hasta el suelo y la regeneración establecida previamente

Cuadro 2. Valores medios (n=10) de densidad (ind./ha) para ocho especies de la selva mediana subperennifolia en Quintana Roo sujeta a explotación hace 6 años (para el caso de perturbación n=80).

Especies	Camino	D-Fuste	D-Ramas	Testigo	F
<i>Bursera simaruba</i>	2852 a	749 a	574 a	848 a	2.071 NS
<i>Metopium brownei</i>	4993 a	1306 a	1404 a	513 a	2.540 NS
<i>Ceiba aesculifolia</i>	227 a	502 a	204 a	4 a	1.265 NS
<i>Cordia dodecandra</i>	262 a	159 a	24 a	20 a	1.894 NS
<i>Dendropanax arboreus</i>	28 a	91 a	72 a	48 a	0.254 NS
<i>Swietenia macrophylla</i>	757 a	775 a	970 a	336 a	0.965 NS
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	185 a	113 a	426 a	42 a	0.813 NS
<i>Simarouba glauca</i>	74 a	265 a	0 a	268 a	2.943 NS
Perturbación	1172 a	495 ab	422 ab	260 b	3.704 *

*	Significativo a $P < 0.05$
NS	No significativo a $P < 0.05$
a	Valores estadísticamente indiferentes (Prueba de Tukey, $P < 0.05$)
b	Valores estadísticamente diferentes (Prueba de Tukey, $P < 0.05$)
F	Valor estadístico de prueba para el nivel de significancia señalado
Camino	Perturbación por el arrastre del tronco
D-Fuste	Perturbación por el fuste del árbol extraído
D-Ramas	Perturbación por las ramas del árbol extraído
Perturbación	Daño en la vegetación a causa de los trabajos de extracción forestal

al deterioro no se ve afectada por la caída del árbol), existe una fuerte represión a causa de la competencia con las plantas colonizadoras que proliferan en el claro, o con los individuos de otras especies que tenían mayor altura al formarse éste, así como por el cierre gradual de las copas de los árboles del borde del mismo.

La mayor densidad en el "camino", posiblemente se deba al incremento en la entrada de luz en forma difusa hacia el sotobosque; además a nivel del suelo hay una fuerte remoción. En esta condición la regeneración, según las características de la especie, afronta las siguientes circunstancias: 1) los individuos establecidos antes del paso del tractor son seriamente lesionados y la mayoría muere; 2) el banco de semillas temporal se ve beneficiado por la remoción de la capa superficial del suelo; 3) las semillas que llegan de la periferia encuentran luz adecuada y un área libre de obstáculos para su establecimiento. Tales condiciones propician la incorporación de una gran cantidad de individuos en este tipo de perturbación (Denslow, 1980a; Uhl et al. 1988).

El análisis de varianza para cada una de las especies no muestra diferencias estadísticamente significativas en los valores de densidad para las perturbaciones y el testigo; sin embargo, con respecto a esta variable (Cuadro 2) se presentan dos tendencias generales:

1) Incremento en la densidad de su regeneración en los diferentes tipos de perturbación (especies beneficiadas); 2) aumento poco considerable de su regeneración en los claros (especies indiferentes o no beneficiadas).

Las especies beneficiadas por los claros, a su vez presentaron dos patrones: a) *Cordia dodecandra* mostró valores altos en el “camino” en comparación con el “testigo”, lo que se puede deber a las diferencias en la calidad y cantidad de luz, así como al grado de alteración del suelo en los distintos tipos de perturbación; b) *Swietenia macrophylla*, *Pseudobombax ellipticum*, *Ceiba aesculifolia*, *Bursera simaruba* y *Metopium brownei* carecieron de relación consistente con los diferentes tipos de perturbación: las dos primeras presentaron mayor densidad en “derribo-ramas”, la tercera en “derribo-fuste” y las dos últimas en el “camino”.

Las especies no beneficiadas por los claros, *Dendropanax arboreus* y *Simarouba glauca* están adaptadas para establecerse en condiciones de poca luz. Tal circunstancia se apoya en el hecho de que la primera presenta heterofilia y la segunda tiene el envés de sus hojas de color blanco, lo que les permite captar suficiente energía a partir de la poca cantidad de luz que reciben en el sotobosque.

Crecimiento (altura)

El análisis de varianza para la regeneración global de las ocho especies estudiadas mostró que las diferencias entre los valores de altura en las perturbaciones y el “testigo” fueron estadísticamente significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores medios (n) de altura para ocho especies de la selva mediana subperennifolia en Quintana Roo.

Especies	Camino	D-Fuste	D-Ramas	Testigo	F
<i>Bursera simaruba</i>	45(10) a	37(8) a	24(5) a	13(10) a	1.498 NS
<i>Metopium brownei</i>	25(10) ab	31(9) b	18(6) ab	13(9) a	3.036 *
<i>Ceiba aesculifolia</i>	24(3) a	29(3) a	17(2) a	9(1) a	2.006 NS
<i>Cordia dodecandra</i>	69(5) a	120(4) a	25(1) a	35(1) a	0.791 NS
<i>Dendropanax arboreus</i>	150(1) a	44(2) a	200(1) a	50(2) a	11.94 NS
<i>Swietenia macrophylla</i>	28(9) b	25(7) ba	21(8) ba	18(9) a	3.486 *
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	13(4) a	70(1) a	46(2) a	13(1) a	1.793 NS
<i>Simarouba glauca</i>	19(2) a	21(4) a	(0) a	22(8) a	0.123 NS
Perturbación	37(44) ab	41(38) a	30(25) ab	18(41) b	3.305 *

* Significativo a $P < 0.05$

NS No significativo a $P < 0.05$

a Valores estadísticamente indiferentes (Prueba de Tukey, $P < 0.05$)

b Valores estadísticamente diferentes (Prueba de Tukey, $P < 0.05$)

F Valor estadístico de prueba para el nivel de significancia señalado

Camino Perturbación por el arrastre del tronco

D-Fuste Perturbación por el fuste del árbol extraído

D-Ramas Perturbación por las ramas del árbol extraído

Perturbación Daño en la vegetación a causa de los trabajos de extracción forestal

Los datos de altura (Cuadro 3) muestran un gradiente ascendente del “testigo” a “derribo-fuste” y que disminuye levemente en el “camino”. Lo anterior indica que la perturbación afecta el crecimiento de los individuos en proceso de regeneración, favoreciéndolo.

La tendencia en esta variable (Cuadro 3) es similar a la encontrada por Uhl et al. (1988) en Venezuela en tipos de perturbación similares a los aquí estudiados.

El testigo presentó el promedio de tallas más bajo y difirió estadísticamente de “derribo-fuste”, lo cual se puede deber al incremento de luz y cambios a nivel del suelo que presenta esta última condición.

La falta de significación estadística en los valores de altura media entre el “camino” y “derribo-fuste” así como “derribo-ramas” puede explicarse en función de que la luz y daño a nivel del suelo difieren muy poco en lugares afectados por estos tipos de perturbación (Uhl et al., 1988).

El análisis de varianza para cada una de las especies indica que sólo dos presentan diferencias estadísticamente significativas en los valores de altura para las áreas perturbadas y el “testigo”. Estas son *Swietenia macrophylla* y *Metopium brownei*; en ambas la perturbación produjo un aumento en el tamaño de las plantas. Para el caso de la primera, hubo aumento gradual del “testigo” al “camino”, siendo este último el que presentó la mayor altura media (Cuadro 3). La segunda especie tuvo prácticamente la misma tendencia, sólo que “derribo-fuste” excedió levemente el valor del “camino” (Cuadro 3). Lo anterior indica que la apertura del camino propició las mejores condiciones para el crecimiento con relación a las demás perturbaciones y el “testigo”. Cabe hacer notar que aunque las demás especies no presentaron diferencias estadísticamente considerables, se observa un patrón semejante al que registró la variable densidad, siendo en este caso *Simarouba glauca* la que no es beneficiada por las perturbaciones, ya que su mayor altura la presentó en el “testigo”. Lo anterior coincide con lo encontrado en otros estudios en diferentes partes del mundo (Liew y Wong, 1973; Brokaw, 1985b y 1987; Popma y Bongers, 1988), en los cuales se argumenta que el crecimiento en altura se debe al incremento en la entrada de luz en las aperturas.

En la figura 2 se ilustra la relación entre la densidad y la altura de los árboles en cada tipo de perturbación. Se encontró que existe baja correlación ($r=0.020$) ($p>0.01$) entre estas variables.

De acuerdo con lo que se observa en la figura 2, podemos agrupar las especies como sigue: 1) beneficiadas por la perturbación, y 2) poco favorecidas por el disturbio.

Dentro del primer grupo a su vez se pueden distinguir: a) especies beneficiadas por un tipo de perturbación: *Bursera simaruba*, en densidad por “camino”, *Swietenia macrophylla*, en densidad por “derribo-ramas” y *Pseudobombax ellipticum*, en altura por “derribo-fuste”; b) especies beneficiadas por dos tipos de perturbación: *Cordia dodecandra*, en altura por “derribo-fuste” y “camino”; *Dendropanax arboreus*, en altura por “derribo-ramas” y “camino”; y c) especies beneficiadas por los tres tipos de perturbación: *Metopium brownei*, en densidad por “derribo-ramas”, “derribo-fuste” y “camino”.

El segundo grupo lo formaron *Simarouba glauca* y *Ceiba aesculifolia*, las que presentan incrementos muy reducidos en altura y densidad como resultado de los cambios asociados a los distintos tipos de perturbación.

Las tendencias descritas coinciden con lo postulado por Orians (1982) y Denslow (1980a y 1980b), en el sentido de que las especies responden diferencialmente a los diversos microhábitats de los claros.

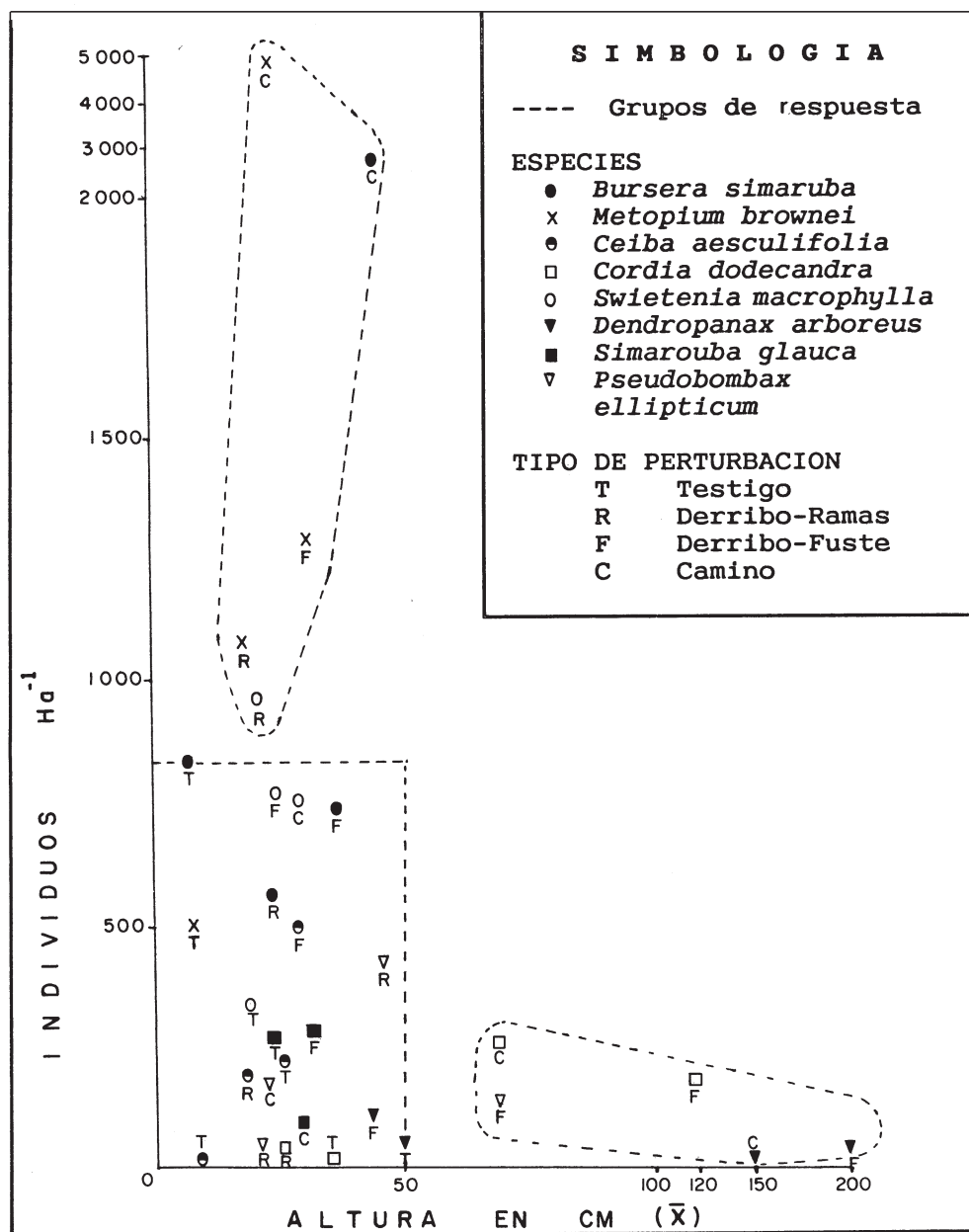


Fig. 2. Grupos de respuesta de acuerdo con los valores de densidad y altura para las especies y tipos de perturbación estudiados.

Los resultados discutidos demuestran que a corto plazo (seis años), el efecto de la intervención humana (extracción forestal) creó microhábitats con buenas condiciones de luz que propiciaron la incorporación de nuevos individuos al banco de plántulas y un incremento significativo en su altura. Por otro lado, se puede afirmar que hay cierta tendencia de que dichos claros permitan la integración de una mayor cantidad de individuos de las especies de interés, y que a largo plazo se produzcan comunidades dominadas por estos árboles, tal como lo argumentan Barrera et al. (1977) y Edwards (1986) para el caso de los bosques de "ramón" *Brosimum alicastrum* (los ramonales) o de "chechén" *Metopium brownei* (los chechenales).

CONCLUSIONES

1. La perturbación estudiada crea microhábitats, a los que la regeneración natural de las distintas especies responde diferencialmente.
2. El crecimiento y la densidad de los árboles en regeneración está en función directa de las condiciones de luz y grado de afectación al nivel del suelo de los sitios perturbados.
3. Seis años después de la perturbación estos claros de la selva representan una fuente importante de plántulas e individuos juveniles de especies con interés forestal.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1969. Inventario forestal de la zona F. Carrillo Puerto-Chunhuhub, Quintana Roo. Dirección General del Inventario Nacional Forestal, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Publicación N° 22. México, D.F. 50 pp.
- Anónimo. 1987. Monografía del municipio de Felipe Carrillo Puerto. Centro Estatal de Estudios Municipales de Quintana Roo. Cancún, Quintana Roo. 43 pp.
- Barrera, A., A. Gómez-Pompa y C. Vázquez-Yanes. 1977. El manejo de las selvas por los mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica* 2(2): 47-61.
- Brokaw, N. V. L. 1985a. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66(3): 682-687.
- Brokaw, N. V. L. 1985b. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forest. In: Pickett, S. T. A. y P. S. White (eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press. Nueva York. pp. 53-69.
- Brokaw, N. V. L. 1987. Gap-phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. *J. of Ecology* 75: 9-19.
- Budowski, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional process. *Turrialba* 15: 40-42.
- Budowski, G. 1970. The distinction between old secondary and climax species in tropical Central American lowland forest. *Tropical Ecology* 11(1): 44-48.
- Denslow, J. S. 1980a. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12 (supplement): 47-55.
- Denslow, J. S. 1980b. Patterns of plant species diversity during succession under different disturbances regimes. *Oecologia* 46: 18-21.
- Edwards, R. C. 1986. The human impact on the forest in Quintana Roo, Mexico. *Journal of Forestry History* 84: 120-127.
- Escobar N., A. 1986. Geografía general del estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo. 140 pp.

- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. 4a. ed. Ed. Offset Larios, S.A. México, D.F. 217 pp.
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biol. Rev.* 52: 107-145.
- Kruk, R. y R. A. A. Oldeman (eds.). 1988. *The tropical rain forest. A first encounter.* Springer-Verlag. Berlin. 345 pp.
- Liew, T. C. y F. O. Wong. 1973. Density of dipterocarp seedling in virgin and logged over forest in Sabah. *Malayan Forester* 36(1): 3-15.
- Martínez G., A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Ed. Trillas. México, D.F. 756 pp.
- Méndez R., I. 1983. Uso de pseudoexperimentos en investigación forestal. In: Comunicaciones técnicas. Serie azul. No. 66. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 15 pp.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* John Wiley and Sons. Nueva York. 547 pp.
- Orians, G. H. 1982. The influence of treefalls on tropical forest tree species richness. *Tropical Ecology* 23(2): 255-279.
- Popma, J. y F. Bongers. 1988. The effects of canopy gaps on growth and morphology of seedlings of rain forest species. *Oecologia* 75: 625-632.
- Richards, P. W. 1952. *The tropical rain forest.* Cambridge University Press. Cambridge. 454 pp.
- Uhl, C., K. Clark, N. Dezzeo y P. Maquirino. 1988. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. *Ecology* 69(3): 751-763.
- Whitmore, T. C. 1978. Gaps in the forest canopy. In: Tomlinson P. B. y M. H. Zimmermann (eds.). *Tropical trees as living system.* Cambridge University Press. Nueva York. pp. 639-655.
- Whitmore, T. C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70(3): 536-538.
- Wright, A. C. S. 1967. El reconocimiento de los suelos en la península de Yucatán, México. Informe final a la FAO. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 43 pp.