



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES

PROGRAMA DE POSGRADO

**RESPUESTA DE LA REGENERACION NATURAL
DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) A DIFERENTES
INTENSIDADES DE CORTA**

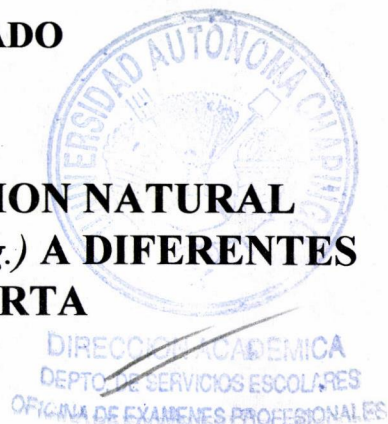
TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES
CON ORIENTACION EN SILVICULTURA**

POR

JUAN CARLOS ESCOTO PRADO

Chapingo, México
1996

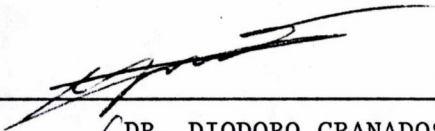


876131

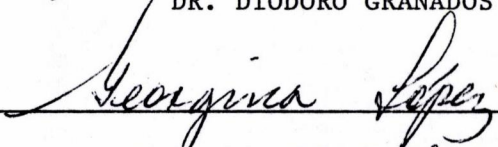
Esta tesis fue realizada bajo la direccion del Comité Asesor -
indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN:
CIENCIAS FORESTALES

PRESIDENTE: _____


DR. DIODORO GRANADOS SANCHEZ.

ASESOR: _____


M.C. GEORGINA FLORENCIA LOPEZ RIOS

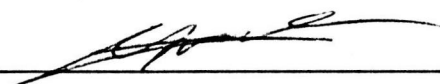
ASESOR: _____


M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

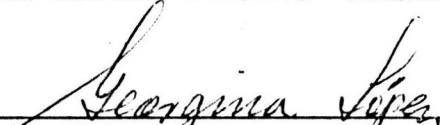
Chpaingo, Méx., Octubre de 1996 .

33428

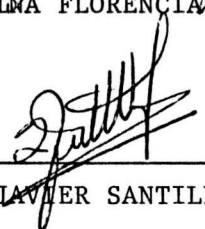
PRESIDENTE:


DR. DIODORO GRANADOS SANCHEZ.

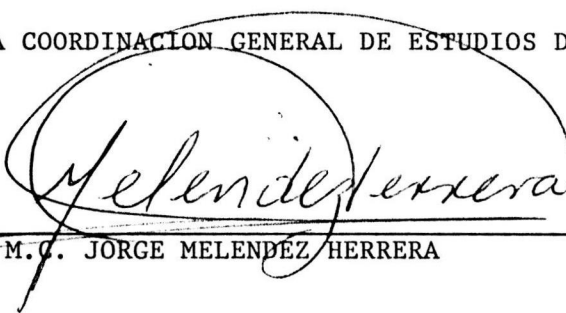
ASESOR:


M.C. GEORGINA FLORENCIA LOPEZ RIOS.

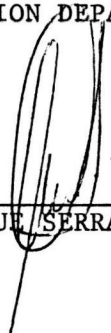
ASESOR:


M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:


M.C. JORGE MELENDEZ HERRERA

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DEPARTAMENTAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO


DR. ENRIQUE SERRANO GALVEZ

AGRADECIMIENTOS

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT), POR EL APOYO ECONOMICO OTORGADO PARA LA REALIZACION DE MIS ESTUDIOS DE MAESTRIA.

CON MI MAS PROFUNDO RESPETO Y AGRADECIMIENTO A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO QUE POR MEDIO DE LA DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES, ME PERMITIO ADQUIRIR EN SUS AULAS LOS CONOCIMIENTOS BASICOS PARA UN MEJOR DESEMPEÑO DE MI PROFESION PARA EL CULTIVO DE LOS RECURSOS FORESTALES DE MEXICO. " LA CUAL RECORDARE SIEMPRE CON CARÍÑO " .

A MIS MAESTROS QUE CON SU APOYO Y VOLUNTAD SUPIERON ENCAUSAR LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS PARA UN MEJOR DESEMPEÑO EN MI VIDA PROFESIONAL.

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS POR EL APOYO EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL BIOLOGO JAVIER CHAVELAS POLITO, POR SUS CONSEJOS Y CONOCIMIENTOS COMPARTIDOS, SIN ESPERAR NADA CAMBIO Y POR SER MAS QUE UN AMIGO DURANTE MI ESTANCIA LABORAL EN EL C.E.F. " SAN FELIPE BACALAR ", TE RECORDARE SIEMPRE CON CARÍÑO Y RESPETO. " GRACIAS ".

A LOS INTEGRANTES DEL COMITE ASESOR Y REVISOR POR SU VALIOSA GUIA PROFESIONAL EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO:

DR. DIODORO GRANADOS SANCHEZ
M.C. GEORGINA FLORENCIA LOPEZ RIOS
M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ
M.C. JORGE MELENDEZ HERRERA
DR. ENRIQUE SERRANO GALVEZ

AL DR. DIODORO GRANADOS, DR. DAVID CIBRIAN Y M.C. TULIO MENDEZ POR SU CONSTANTE APOYO MORAL Y PROFESIONALISMO.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASE POR SU APOYO, PROFESIONALISMO Y AMISTAD INCONDICIONAL :

PIOQUINTO, EDILBERTO (EL NICA), LUCIA, ADRIANO, JORGE Y VICENTE.

AL M.C. JORGE CANO CAPRI, ING. MANUEL VILLARREAL ARROYO, ING. VIRGILIO ESPARZA LOPEZ, ING. ALFREDO MEZA ZAMBRANO, A TODO EL PERSONAL DE AREAS NATURALES Y DE LA DIRECCION GENERAL FORESTAL DE FAUNA Y PESCA DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO RURAL, POR SU APOYO MORAL, AMISTAD INCONDICIONAL Y PROFESIONALISMO.

DEDICATORIAS

A MI ESPOSA :

MARIA DE JESUS VERA CERVANTES.

**POR SU GRANDEZA, AMOR, IMPULSO, PACIENCIA Y COMPRESION EN
TODO MOMENTO Y EN QUIEN SIEMPRE HE TENIDO UN PUNTO DE APOYO
EN LOS MOMENTOS MAS DIFICILES.**

A MIS HIJOS :

**KARLA VINEY, EDGAR SALVADOR Y ASHLEY MARSDENYA
QUIENES FORMAN PARTE DE MI VIDA Y ESPERANZA.**

A MI PADRE :

SALVADOR ESCOTO RUVALCABA †

(VERANO DEL 92)

**QUE HASTA EL ULTIMO MOMENTO DE SU VIDA, FUE EJEMPLO
DE TRABAJO, AMOR Y CARÍÑO A SU ESPOSA E HIJOS Y DIO TODO
SIN ESPERAR NADA A CAMBIO, Y SIEMPRE TUVO UN TU PUEDES
CAMPEON, NADA ES IMPOSIBLE CUANDO SE TIENE UN GRAN SUEÑO Y SE
LUCHA POR EL.**

A MI MADRE :

EVANGELINA PRADO VELZAQUEZ.

POR SU GRANDEZA, AMOR E IMPULSO EN TODAS MIS ACTIVIDADES

A MIS HERMANOS :

**ANA ROSA, SALVADOR, ALMA LETICIA, JOEL, ROBERTO Y JUANA ARACELI
QUE DE UNA U OTRA MANERA
SIEMPRE ENCUENTRO UN CONSTANTE APOYO Y COMPRESION**

A MI HERMANO MAYOR Y MEJOR AMIGO Y SU ESPOSA :

**PIOQUINTO CHAVEZ OLIVAS Y MARIA DE LA PAZ EDAENA ISLAS VERGARA
PORQUE SIEMPRE TIENEN UN PALABRA DE ALIENTO Y
CONSTANTE MOTIVACION**

**Y EN QUIENES ENCUENTRO UN FUERTE APOYO MORAL,
PORQUE SON UN EJEMPLO A SEGUIR POR LA PERSISTENCIA
Y CONSISTENCIA QUE TIENEN PARA LOGRAR SUS SUEÑOS.**

**A MIS MAESTROS Y
COMPAÑEROS DE CLASE**

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

INDICE

	Pag
Indice de cuadros	i
Indice de tablas	ii
Indice de figuras	iii
Resumen	iv
Introduccion	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
Especie en estudio	4
Distribución	4
Fisionomía	4
Condiciones medioambientales	5
Silvicultura	5
Utilización	6
Revision de Literatura	7
Regeneración en la Selva Tropical	8
Regeneración y dinámica del bosque	8
Disturbios	10
Magnitud, frecuencia y Predictibilidad de los disturbios	11
Mecanismos de Adaptación de las especies después de los disturbios	11
Frecuencia de disturbios y tipo de bosque generado.	12
El concepto de sucesión	12
Sucesión	13
Tipos de sucesión	14
Sucesión Primaria	14
Sucesión Secundaria	15
El papel de las especies pioneras en la regeneración	16
Colonización de Claros	16
Etapas de la regeneración	17
Producción de semilla	18
Factores internos y externos que afectan la producción de semilla	18
Factores internos	18
Características del arbolado	18
Factores externos	19
Factores abióticos	19
Factores bióticos	19
Periodicidad de producción	20
Dispersión	21
Germinación	21
Factores de la cama semillera que controlan la germinación	22
Agua	22

Temperatura	22
Aireación	23
Luz	23
Factores que influyen directamente en el crecimiento de desarrollo de la vegetación	24
Establecimiento y sobrevivencia	25
Desarrollo inicial	25
Factores del sitio que influyen en el establecimiento de la regeneración natural	25
Materiales y métodos	27
CASO 1	28
Descripción del área de estudio	28
Localización	28
Climatología	28
Orografía	28
Vegetación	29
Geología	29
Hidrología	29
Metodología del estudio	30
Resultados	32
Características promedio de la regeneración natural de caoba	37
Número de individuo por hectárea (NI)	38
Diámetro a la base (DNB)	39
Altura total (AT)	40
CASO 2	41
Descripción del área de estudio	41
Localización	41
Clima	41
Vegetación	41
Edafología	41
Hidrología	41
Metodología	42
Selección del arbolado	42
Preparación del terreno	42
Características promedio de la regeneración natural de caoba	45
Número de individuos (NI)	46
Altura total (AT)	46
Diámetro normal (DN)	47
Crecimiento en altura	48
Crecimiento en diámetro	49
Discusión	51
Discusión general	56
Conclusiones	58
Recomendaciones	59
Bibliografía	62

INDICE DE CUADROS

No.	Concepto	Pag.
1.	Crecimiento en altura y diámetro de una plantación de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King), en las Antillas.	6
2.	Sociedad de Productores Forestales - Especies Maderables - Grupos Comerciales	32
3.	Inventario Forestal 1985.	33
4.	Estudio sobre la Dispersión de Semillas (1988), como del Ensayo Preliminar de Regeneración Natural de Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King) (1990)	45
5.	Parámetros estimados de la regeneración natural de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	46
6.	Proyección del crecimiento en altura con valores promedio para los individuos de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	48
7.	Proyección del crecimiento en diámetro con valores promedio para los individuos de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	49

INDICE DE TABLAS

No.	Concepto	Pag.
1.	Especies comerciales con potencial comercial y grado de tolerancia.	34
2.	Número de plantulas de todas las especies por hectárea para cada parcela de 0.5 Ha., en 1986 y 1991, cinco años después del tratamiento.	34
3.	Características promedio de la regeneración natural de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	38

INDICE DE FIGURAS

No.	Concepto	Pag.
A	Estratificación de los árboles en la Selva Tropical	7
1.	Promedio general del número de plantulas de todas las especies arbóreas y especies comerciales en base al área boral removida.	35
2.	Especies intolerantes comerciales.	36
3.	Especies tolerantes comerciales.	36
4.	Plantulas de Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	37
5.	Distribución de frecuencias del número de plantulas de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King) por hectárea.	39
6.	Diámetro promedio a la base de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	40
7.	Altura total promedio de las plantulas de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	40
8.	Distribución de frecuencias por clases de altura de las plantulas de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	47
9.	Distribución de frecuencias por categorías diamétricas de las plantulas de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	48
10.	Crecimiento e incremento en altura de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	49
11.	Crecimiento e incremento en diámetro de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	50

S U M M A R Y

The present research was carried out in the X-Hazil common land, Felipe Carrillo Puerto, and in the Forest Experimental Field, Zone II, " San Felipe Bacalar " , Quintana Roo. In order to determine the thinning effect, the removal of herbaceous and shrub vegetation in the site, the survival, growth and development in height and diameter of the *Swietenia macrophylla* King. in the natural regeneration. The data was obtained in both cases by means of a sampling at random: 30 quadrants of 20 m were sampled for the first case and 16 quadrants of 100 m in the second case. The measured variables, were of two types and the data obtained in each place was two types: one that was useful for a better control of reception and a better handling of information, and those that are useful to evaluate the characteristics of the population in this study. For the analysis of information, an analysis for a simple sampling at random was carried out in order to value the population parameters for the measured variables in each one of the different intensities of cutting. The conclusions that were obtained were the following: * The application of thinnings (short intensities) in the forest come out to be an useful forestry treatment to regenerate the forest, with species of intolerant and tolerant commercial values in Quintana Roo.; * The intensity of the 50 % of them showed the best results as for the mahogany did not develop favorably in the plots with closed canopy (0, 15 and 25 %) and where the mahogany receives the sunlight directly (75 %).; * The removal of the vegetation, the application of complementary treatments and the application of treatments in the soil assure the germination of a good percentage of seeds for the establishment, survival and development of mahogany in natural regeneration.; * The application of cleanings, focused to free the seedlings obtained from mahogany showed that they reached an increase of 1 meter in height and 1 centimeter in diameter per year when they are not competing for growth space. It is recommended that during the post-germination, the cover es kept until the first year. In order to obtain a successful regeneration of mahogany in the Quintana Roo forests, the followin can be done : a) to control the levels of light; b) to control the shrubs and herbaceous vegetation which can be competing; c) to identify the mahogany's father trees with good physiognomic traits to control the quality of sources of seeds.

R E S U M E N

La presente investigación se realizó en el ejido X-Hazil, Municipio de Felipe Carrillo Puerto, y en la zona II del Campo Experimental Forestal " San Felipe Bacalar ", Quintana Roo. Con el objetivo de determinar el efecto de aclareos, remoción del suelo, vegetación arbustiva y herbácea en el establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo en altura y diámetro, de la regeneración natural de *Swietenia macrophylla* King. La información en ambos casos se obtuvo mediante un Muestreo al Azar ; para el caso 1, se muestrearon 30 cuadrantes de 20 m²; Para el caso 2 se levantaron datos en 16 cuadrantes de 100 m². Las variables medidas fueron de 2 clases: Los datos que se tomaron en cada sitio fueron de dos clases: los que sirven para un mejor control de captación y manejo de información y aquellos que son útiles para evaluar las características de la población de estudio. Para el análisis de la información, se realizó un análisis para un muestreo al azar simple. Las conclusiones obtenidas fueron las siguientes: * La aplicación de aclareos (intensidades de corta) en la selva, muestra ser un útil tratamiento silvícola, para regenerar la selva, con especies de valor comercial intolerantes y tolerantes en Quintana Roo. * La intensidad del 50 % presentó los mejores resultados, en cuanto a establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de caoba. * La caoba no se desarrolló favorablemente en las parcelas con dosel cerrado (0, 15 y 25 %) y en donde recibe casi directamente la luz del sol (75 %). * La remoción de la vegetación, aplicación de tratamientos complementarios y aplicación de tratamientos al suelo, se asegura la germinación de un buen porcentaje de semillas para el establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de la regeneración natural de caoba. Se sugiere que durante la etapa de post-germinación se mantenga la cobertura hasta la edad de 1 año. Para obtener una regeneración exitosa de caoba en las selvas de Quintana Roo, se podría hacer lo siguiente :a Controlar los niveles de luz adecuados para caoba. b Control de la vegetación arbustiva y herbácea, la cual representa competencia para Caoba. c Identificar los árboles madre de caoba con buenas características fisionómicas para controlar la calidad de las fuentes de semilla.

INTRODUCCION

La cubierta forestal mundial es de 40'000 millones de ha, un tercio de la superficie de la tierra. El 42 % se localiza en países desarrollados y compuesta predominantemente por bosques templados y el 58 % en países subdesarrollados con componentes dominantes de bosques tropicales. El total de la vegetación forestal tropical 1'161 millones de ha, son arboladas o densas, 769 millones de ha, arboladas abiertas o de baja densidad, 629 millones de ha, de vegetación arbustiva, 379 millones de ha, en otras zonas forestales, 39 millones de ha, de bosques de coníferas y 12 millones de plantaciones (Castaños, 1987).

La superficie forestal de México abarca el 70% de su territorio. Comprende una parte arbolada: 56'873,954 millones de ha, entre bosques de coníferas, latifoliadas y selvas altas y medianas en el trópico, y 84'871,215 millones de ha, de vegetación de zonas áridas, vegetación hidrófila y halófila, y también por lo menos de 22'235,474 millones de ha, de áreas perturbadas (Selva fragmentada) (SARH-INFP, 1994).

Una de las grandes interrogantes que se tienen en la actualidad en relación a las selvas, es la posibilidad de su regeneración, así como la creciente demanda de los productos de la selva y la necesidad de producir más alimentos en estas regiones a causa de la presión demográfica y a costa de estos ecosistemas.

Un aspecto digno de mención es la falta de metodologías y tecnologías para la utilización integral de estas zonas tropicales, así por ejemplo se carece prácticamente de métodos que aseguren la regeneración de ciertas maderas preciosas (por ejemplo: el cedro y la caoba) bajo condiciones naturales; de hecho las prácticas silvícolas están basadas en la utilización de unas cuantas especies y se conoce poco sobre su regeneración y los métodos de reforestación de muchas especies nativas de interés comercial. Esta falta de conocimientos sobre las prácticas silvícolas que aseguren la regeneración de las especies de valor comercial ha tenido una repercusión importante en la falta de interés por asegurar la conservación de estas grandes extensiones forestales, por lo que es común encontrar un panorama desolador hoy en día de enormes extensiones tumbadas de lo que fueron alguna vez selvas altas y medianas cuyos troncos alcanzaban alturas de hasta 40 metros ó más (Gómez, 1971).

Ante este problema y debido a que muchas de estas selvas están siendo utilizadas en diversos grados y que serán manejadas en un futuro próximo a una escala mayor, como las selvas del estado de Quintana Roo, se hace imprescindible la necesidad de conocer con cierta precisión la capacidad de regeneración de aquellas que aún existen, esta capacidad esta asociada a los requerimientos de luz, temperatura y humedad que hacen que ciertas especies predominen sobre otras; se necesita saber cual es el papel de los diferentes nutrientes y sus niveles en los suelos, la abundancia relativa de las diferentes especies durante los procesos de regeneración natural, el papel de los animales herbívoros en la dominancia de ciertas especies y en la dispersión de otras, etc.

El estado de Quintana Roo al igual que muchas regiones tropicales presenta una cubierta vegetal de selvas. Estas tienen características que dificultan la aplicación de los métodos silvícolas

apropiados. La gran diversidad de especies así como la escasa regeneración natural de aquellas comercialmente valiosas como Cedro y Caoba, son sus rasgos más peculiares.

Los aprovechamientos forestales en el Estado, se remontan a la época de Colonia Española, y estos han sido orientados hacia unas pocas especies como el cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), siendo esta última por excelencia la especie más conocida y en torno a ella han girado los aprovechamientos forestales. Su manejo en la selva consiste casi exclusivamente en fijar un diámetro de corta como límite de árbol comercial, su aprovechamiento prácticamente se basa en un sistema silvícola inapropiado (Aunque es importante reconocer que las condiciones del suelo y del medio en general, han influido en forma notable en el sistema de explotación de madera que se lleva a cabo en el Estado de Quintana Roo. Las condiciones climáticas y las características del suelo limitan el tiempo de operación, considerándose que solamente 6 meses del año permiten llevar a cabo explotaciones madereras).

El actual modelo de explotación prácticamente no difiere del que se estableció en el entonces Territorio Libre de Quintana Roo, el cual abarca los siguientes pasos; **monteo, corte, arrastre, entrega del producto e industrialización del mismo** (Villaseñor, 1959), con un nulo beneficio al monte que fomenta el establecimiento de la regeneración de caoba, poniendo en peligro su persistencia dentro de la selva y conduciéndola a un empobrecimiento genético y una disminución del valor de las selvas en el Estado (Patiño, 1989).

Debido a ello, se han realizado diversos estudios con el propósito de establecer un sistema de manejo para esta especie para su producción continua (Manzanilla, 1987; Negreros, 1986; Escoto, 1987). En algunos casos el manejo en áreas naturales se ha orientado hacia la reducción de especies (eliminación), transformando la vegetación original heterogénea a sitios más homogéneos. Sin embargo, este enfoque ha fallado en muchos casos debido tanto a su alto costo como al ataque del barrenador de yemas *Hypsipyla grandella*, durante la etapa juvenil (principalmente).

Actualmente no se ha desarrollado un sistema silvícola que permita regenerar esta especie en la región. Su establecimiento, sobrevivencia y crecimiento depende en gran medida de la cantidad de luz que se filtre a través del dosel superior así como de la competencia intraespecífica e interespecífica que ésta tenga.

Dada la importancia que tiene la caoba como especie guía para los aprovechamientos forestales en el Estado y debido a que el valor de la selva depende del número de árboles presentes de esta especie, y de continuar la actual tasa de extracción con el modelo de aprovechamiento vigente, y de no contar con un método silvícola que permita el establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de la caoba, su presencia en la selva puede ser escasa e incluso llegar a desaparecer, por lo cual es sumamente importante determinar un método de regeneración para esta especie.

El presente trabajo recoge una serie de experiencias de campo e investigaciones concernientes a la regeneración de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.); y la revisión de 2 estudios de ecología y manejo para el establecimiento de su regeneración natural que son los siguientes:

1 Efecto de la aplicación de diferentes intensidades de corta (aclareos) en la regeneración natural de 14 especies forestales de interes comercial .

2 Ensayo preliminar de regeneración natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King.).

OBJETIVO

Determinar el efecto de los aclareos, la remoción del suelo y de la vegetación arbustiva y herbácea en el establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo en altura y diámetro, en la regeneración natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King.), en el estado de Quintana Roo.

HIPOTESIS

Mediante el aseguramiento de la fuente de semillas (árboles padre), el incremento de los niveles de luz a través de la remoción (aclareos) del dosel superior y la remoción del suelo, puede ser factible el establecimiento, la sobrevivencia, el crecimiento y desarrollo de la regeneración natural de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en el estado de Quintana Roo.

Especie en estudio

Swietenia macrophylla King.¹

(Meliaceae)

Caoba, Mara (Bolivia), Mahogany (U.S.A.), Acajou (Americain), Ehtes Mahagoni.

Advertencia

En el mercado se encuentran aproximadamente 100 tipos de madera diferentes con el nombre de Mahogani, procedentes de muy diversas familias y géneros, nativos de Africa, de Australia y de Asia Suroriental. Su nombre lo derivan del simple hecho de tener un color similar al de la caoba. Aunque en lo que se refiere a sus demás características, como el veteado, la estructura y la resistencia mecánica, son muy diferentes. Como mahogani auténticos, se considera únicamente la madera del género *Swietenia*. En un sentido más amplio, también se pueden determinar como mahogani otros géneros y especies de la familia de las Meliaceae, entre ellos principalmente *Khaya ivorensis* y *Khaya senegalensis*.

Distribución

Swietenia macrophylla King. está distribuida naturalmente entre los 20° N y los 18° S, desde el Estado de Chiapas y Península de Yucatán en México, extendiéndose por Centroamérica, Colombia, Venezuela, hasta alcanzar las tierras bajas amazónicas de Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia. Su distribución altitudinal abarca desde el nivel del mar, hasta los 1500-1800 msnm pero se encuentra principalmente en altitudes de 0 a 450 msnm.

Actualmente se planta en toda la zona tropical, por ejemplo; en Jamaica, Trinidad, Sierra Leone, Nigeria, India, Sri Lanka, Malasia y las Filipinas. Entre las caobas auténticas, además de *Swietenia macrophylla* King. se incluyen también *Swietenia mahogani*, oriunda de las Antillas y del sur de La Florida, así como a *Swietenia humilis*, distribuidas desde el sur de México hasta Costa Rica.

Fisonomía

El árbol es de grandes dimensiones, de siempre verde a caducifolio, pero sólo durante corto tiempo, crece a alturas de 40 a 45 m y desarrolla DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) de 100 a 200 cm, en casos excepcionales también mayores. El fuste es cilíndrico, pero ocasionalmente con ramaje grueso y bifurcado, presenta con frecuencia raíces tabulares poco pronunciadas, la copa de los árboles jóvenes es angosta; la de ejemplares más viejos amplia, densa y muy ramificada. La corteza en la juventud es de color gris, lisa y en edad avanzada se forma de color grisáceo marrón y se agrieta.

¹Agpoa et al., 1975., Bosshard., 1974., C.T.F.T., 1959c, FAO., 1957., Gibson., 1975., Lamb., 1966.; Sarukhán, 1968.; Weeb, et al, 1984.; Chavelas, 1987.; Cibrián et al, 1995.

Las hojas son pinnaticompuestas y alternas, miden de 25 a 45 cm de largo y tienen de 3 a 4 pares de folíolos compuestos. Las flores son pequeñas de color cremosa amarillo y están dispuestas en panículas de 15 a 25 cm de largo. El fruto es una cápsula dehiscente lignificada de 12 a 16 cm de largo, con 5 válvulas, en cada una de las cuales se encuentran dos hileras de 10 a 14 semillas aladas de 8 a 11 cm de largo.

Condiciones medioambientales

La caoba crece tanto en los bosques húmedos siempre verdes (Península de Yucatán, Amazonia), como en los bosques deciduos (bosques alisios en los Llanos Occidentales) y en los bosques ribereños llaneros. El árbol crece generalmente aislado o en pequeños grupos; raras veces se encuentran más de 4 a 8 por ha

En el área de su distribución natural la precipitación varía de 1400-3500 mm, con hasta 4 meses secos. Sin embargo, la especie ha sido introducida con éxito también en zonas de mayor precipitación (en la India hasta 8000 mm). La temperatura anual del mes más frío varía entre 11 y 22°C y temperatura media máxima del mes más caliente de 22 a 30°C. *Swietenia macrophylla* King., no tiene mayores requerimientos edáficos; crece tanto en suelos aluviales, arcillosos pesados, lateríticos, como en suelos superficiales de tipo rendzina. El desarrollo óptimo se produce en suelos profundos, fértiles y bien drenados, con pH en el rango de 6.5 a 7.5. El árbol no tolera el anegamiento.

Silvicultura

La caoba es una especie heliófita, pero su juventud tolera la sombra leve. Aproximadamente a partir de 15 años comienza a fructificar con regularidad. El peso de mil semillas es de aproximadamente 450 a 660 g (1500 a 2200 semillas/kg). La tasa de germinación de la semilla fresca es del 60 a 95 % y mediante su almacenamiento en recipientes herméticos y en lugar frío (2 a 5°C), se puede conservar hasta por un año. Bajo condiciones naturales, la capacidad de germinación se pierde en 3 meses.

Para el cultivo en vivero se siembra en surcos o golpe, a una profundidad de 2 a 4 cm. La germinación se inicia después de 14 a 28 días. Las plántulas son repicadas al almácigo o a contenedores y permanecen allí entre 3 y 6-12 meses. Posteriormente se plantan a raíz desnuda, con cepellón, como pseudoestacas (largo del tallo 20 cm, de la raíz 20 a 40 cm, diámetro en la base 0.5 a 2.5 cm) o bien como <<Striplings>>. *Swietenia macrophylla* King. es especialmente adecuada para plantaciones de enriquecimiento en franjas, en trochas y en superficies completas, para plantaciones agroforestales (en combinación con maíz u otros cultivos agrícolas), así como para forestaciones en mezcla con otras especies, por ejemplo; *Tectona grandis* (en India), *Eucalyptus platyphylla* y *Artocarpus integra* (en Java). También han sido exitosas plantaciones bajo un vuelo protector preliminar, bajo *Albizia falcataria*.

El siguiente cuadro muestra el crecimiento de esta especie, el cual es muy rápido en condiciones medioambientales favorables.

Cuadro 1.- Crecimiento en altura y diámetro de una plantación de *Swietenia macrophylla* King. en las Antillas (Según C.T.F.T. 1959c).

Edad (años)	Diámetro 50 cm sobre el suelo	Altura (m)
1	2 - 3	1.5 - 2
2	4 - 5	3 - 3.5
4	8 - 10	5 - 5.5
6	15 - 18	7 - 7.5
10	23 - 25	12 - 14
15	33 - 37	17 - 20
20	45 - 50	18 - 22
25	63 - 67	20 - 23

Generalmente, el turno (la vida media) es de 40 a 60 años. En las Antillas, con turnos de 40 a 50 años, se han obtenido incrementos medios de 15 a 20 m³/ha/año.

El mayor problema que se presenta en el cultivo de la caoba (tanto en plantación, como en menor proporción en la población natural) es el ataque de los árboles jóvenes por los barrenadores de los brotes *Hypsipyla grandella* (América) e *Hypsipyla robusta* (Asia), los cuales producen formas arbustivas y en casos extremos la muerte de la planta. Por esta razón, cuando menos en Sudamérica, en gran medida se ha desistido de cultivar *Swietenia*. Otras plagas son *Platypus* sp., Scolytidae (Trinidad), *Zeuzera coffeae* y *Atta* sp.. Además, esta especie es atacada por una serie de hongos que dañan el fuste y la raíz. *Swietenia macrophylla* King. no tolera heladas, ni sequías de larga duración y es susceptible a las quemaduras.

Utilización

Las características tecnológicas de la madera son altamente dependientes de las condiciones medioambientales. Por ello la densidad, el color, pero también la dureza y la textura presentan grandes variaciones. La densidad cambia de rojizo amarillento-marrón a rojizo-marrón-marrón oscuro. El brillo natural que posee le confiere su excepcional belleza.

En un principio fue usada primordialmente en la construcción de canoas y embarcaciones, pero en los países donde es nativa o natural, se emplea actualmente para todo tipo de construcciones interiores y exteriores. Es una de las mejores y más valiosas maderas que existen y por tanto es utilizada principalmente para acabados de interiores finos, para la carpintería artística y de muebles, la marquetería, el tallado, etc. La madera con veteado vistoso tiene la mayor demanda, sobre todo cuando están estampadas con las llamadas <<pirámides>> que resultan de bifurcaciones del fuste.

REVISION DE LITERATURA

Un hecho importante, es que la selva primaria no es una comunidad estática, sino que estan ocurriendo cambios continuamente: mortandad en el estrato bajo herbáceo o arbustivo, individuos mueren y otros aparecen, las comunidades de epífitas están en continuo cambio y las poblaciones de algunos animales y microorganismos sufren cambios estacionales aún poco conocidos. los árboles de la selva, tanto en sus etapas juveniles como adultas, crecen en altura y diámetro, cambian sus hojas periódicamente y otras sin una periodicidad aparente (Gómez Pompa y Vázquez Yanes, 1985).

Lo que da la sensación de estabilidad son los grandes árboles, cuya presencia domina en muchos sentidos, tanto fisionómicamente como fisiológicamente. Pero, las selvas están en un proceso dinámico de cambio que incluye la sustitución lenta de sus propias especies arbóreas dominantes. En relación a esto, Schulz (1960), dice: "They are regenerating rather continuously and maintaining the proportions in the population". Estas especies estan regenerando de manera continua y manteniendo las proporciones en la población.

Al analizar el perfil (Fig. A) de una selva (Richards, 1952), se observa que en ella se pueden encontrar especies arbóreas dominantes, representadas por individuos de distintas edades, viviendo en los estratos inferiores. Este hecho ha sido interpretado como un indicio de que la comunidad primaria es estable y se está regenerando; sin embargo, esto no es del todo correcto, ya que esta condición solamente la presentan algunas especies, otras requieren de otro proceso para su regeneración, como sucede con algunas especies heliófitas obligadas (Whitmore, 1975).

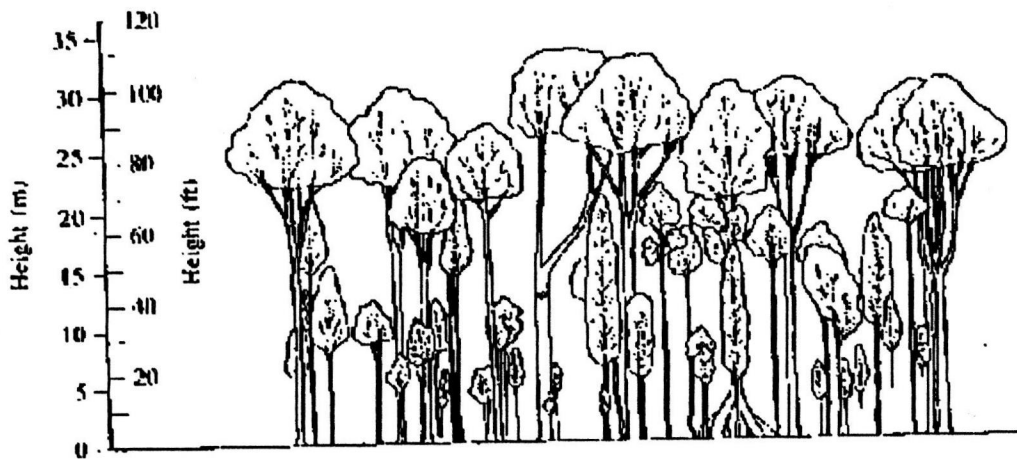


Fig. A Estratificación de los árboles en la selva tropical. (Beard, 1946; tomado de Kramer y Kozlowski, 1979, con permiso de Academic Press).

Dentro del proceso de regeneración de las selvas, se debe reconocer el proceso que ocurre en las etapas avanzadas de la regeneración, ya sea en las selvas secundarias viejas o primarias estables. esto se refiere a que la regeneración que ocurre dentro de la misma selva, sin que exista una perturbación notable en el ecosistema.

REGENERACION EN LA SELVA TROPICAL

Las selvas pueden perturbarse por diversas causas; algunas veces los cambios son drásticos al incluir la muerte masiva del estrato arbóreo dominante, como sucede al tumbar una selva para fines agrícolas; o poco drásticos, como puede ser la destrucción del estrato herbáceo por acción del ganado. Entre estos extremos puede existir toda una gama de acciones del medio ambiente que al perturbar el ecosistema, disparen una serie de respuestas de las distintas especies.

Las causas de perturbación de un ecosistema tropical primario forestal son por rayos, incendios naturales, vulcanismo, caída de árboles por vientos fuertes (huracanes), muerte de árboles por enfermedad, extracción selectiva o completa de árboles en actividades de explotación forestal-agropecuarias, roza-tumba-quema para fines agrícolas o pecuarios, inundaciones, muerte o debilitamiento por contaminación química, herbicidas, caída de árboles por animales y terremotos (Gomez Pompa y Vázquez Yanes, 1985).

Las mismas características de la perturbación varían mucho, dependiendo de su magnitud, historia del área, extensión de la superficie destruida y condiciones ambientales existentes durante la perturbación. La suma de factores iniciales aunada a la flora existente en la región, pueden en un momento dado, determinar el curso del proceso de regeneración en sus primeras etapas. Las serie de especies que aparecen a lo largo de la sucesión, depende no sólo de factores externos, sino también de las características intrínsecas de las especies, como por ejemplo, la duración de su ciclo vital, eficiencia fotosintética y muchas propiedades fisiológicas.

REGENERACION Y DINAMICA DEL BOSQUE

De acuerdo con Oldeman (1989) la dinámica del bosque tropical depende básicamente del comportamiento de tres tipos de arquitectura forestal:

- a) Árboles potenciales (o del futuro) los cuales tienen un potencial para crecer en altura, expandir su copa o ambos, pero que pueden morir muy jóvenes,
- b) Árboles del presente, los cuales tienen un alto potencial para expandir su copa, aunque su tamaño es el máximo en un sitio dado, pero que su permanencia en el bosque es buena debido a que tiene una gran habilidad para reemplazar partes perdidas,
- c) Árboles del pasado, los cuales han sido dañados, muertos, en proceso de muerte o cualquier combinación de ellos.

En el ecosistema tropical predominan los árboles potenciales los cuales compiten con otras especies y crecen rápidamente alcanzando rápidamente el dosel, por lo que llegan a dominar la estructura del bosque; mientras que los árboles potenciales remanentes son suprimidos, presentando una mortalidad prematura. Posteriormente, cuando los árboles del presente decaen y llegan a ser árboles del pasado, el sistema completo puede ser reemplazado por otras especie.

Durante su desarrollo, los rodales cambian constantemente en forma predecible. Algunos autores (Oliver, 1981; Peet y Christensen, 1987 citados por Kozlowski et al., 1991) han estudiado el desarrollo de los rodales forestales a través de cuatro estados secuenciales:

- a) Estado de regeneración o de iniciación del rodal;
- b) Estado de exclusión de tallos o “aclareo”;
- c) Estado de transición o iniciación del sotobosque y, finalmente,
- d) Estado estable o de crecimiento avanzado.

El primero se caracteriza por la presencia de plántulas de árboles que eventualmente forman un nuevo rodal al invadir el espacio creado por algún aprovechamiento o disturbio. Por su parte, el estado de exclusión, ocurre cuando los árboles de doseles cerrados, favorecen la competencia provocando la muerte de los árboles de crecimiento lento con lo que disminuye el número de árboles en el rodal. En el estado de transición, se forman claros en el dosel, lo cual beneficia la regeneración de especies que invaden el sotobosque; finalmente, en el último estado, las plántulas de los árboles del sotobosque que logran sobrevivir a las condiciones prevalecientes ocupan lentamente el espacio liberado por los individuos muertos (por causa de la edad), reemplazándolos; con lo que el bosque queda constituido por un mosaico de “parches” de diferentes tamaños y edades. dentro de cada manchón los procesos de establecimiento, aclareo y formación se repiten (Oliver, 1981; Peet y Christensen, 1987 citados por Kozlowski et al., 1991)

a. Estado inicial del rodal. Después de un disturbio grande, las plantas pueden recuperarse desarrollando nuevo tallos, mediante el tocón y raíces o mediante una nueva dispersión de semillas y promoviéndose nuevamente la regeneración mediante aquellos individuos que aparezcan en la parte inferior del dosel, la nueva población puede tener un rápido crecimiento. Lo anterior depende de algunos factores como:

*** Intensidad de disturbio:** Una intensidad fuerte de los disturbios puede destruir parte del suelo y reducir el potencial de crecimiento o productividad del mismo. En caso de erupciones volcánicas, el suelo fértil es cubierto en su totalidad, teniendo que pasar quizás cientos de años para que éste sea cubierto por la vegetación.

*** Características del área disturbada:** Si el área disturbada es grande, la regeneración es generalmente por semilla.

*** Tasa de crecimiento del rodal:** Nuevos individuos invaden el área; si las condiciones son favorables, las plantas invasoras crecen rápidamente. En sitios poco favorables, las plantas crecen lentamente.

*** Mecanismos de regeneración de especies invasoras:** Los mecanismos pueden ser sexuales o asexuales, estos mecanismos pueden estar relacionados con el tipo de disturbio que se presente.

*** Densidad y tasas de multiplicación de productores de semillas o competencia por arbustos:** Si los arbustos y competidores son eliminados, el período de repoblación se acorta; generalmente estos factores se presentan en masas naturales, retardándose el periodo de establecimiento, por lo que se requiere desarrollar prácticas específicas para su control .

*** Condiciones de disturbios, semillación y condiciones de humedad:** Algunos disturbios pueden favorecer el establecimiento de la nueva población, la producción de abundante semilla sólo se

da periódicamente (años semilleros), y con la existencia de condiciones adecuadas de humedad ocurre la germinación y el crecimiento inicial, si estas condiciones no se dan, el tiempo de crecimiento se extiende.

b. Estado de exclusión del rodal. Después de los disturbios mayores, se extienden los nuevos tallos cubriendo el área de crecimiento, claro que esto está restringido por uno o varios factores limitantes de crecimiento. Inmediatamente después de los disturbios menores, por ejemplo en la remoción de árboles se da una mezcla de rodales por clases de edad.

c. Estado de reiniciación del dosel inferior. Eventualmente pueden aparecer especies del sitio superior. En el caso del estrato inferior pueden aparecer plantas herbáceas, plantas perennes y árboles forestales, regenerando el área, esto se da cuando las condiciones del medio son favorables. La duración de reiniciación del desarrollo de la nueva población depende de la tolerancia al dosel superior, así como de la presencia de los disturbios menores.

d. Estado de madurez del rodal. Generalmente en un rodal, el dosel superior es más susceptible a disturbios, tales como huracanes y el viento, mientras que el dosel inferior es más susceptible a los incendios superficiales. Si el dosel superior es destruido por un huracán, por ejemplo, el dosel inferior puede progresar al liberarse, formando árboles dominantes en el nuevo bosque.

La regeneración de los árboles se, puede ver afectada por dos tipos principales de factores: los bióticos como polinizadores, dispersores y depredadores de semillas, así como patógenos que afectan el reclutamiento de las plántulas; y los físicos que, alteran la estructura del medio, conocidos estos últimos como disturbios. De acuerdo con White y Pickett (1985) y Clark (1990) un disturbio, puede ser definido como un evento relativamente discontinuo que causa un cambio en la estructura física de la vegetación y superficie del suelo en un sitio dado, el cual modifica, a su vez, la disponibilidad de recursos.

Los bosques aprovechados o perturbados pueden ser regenerados por varios mecanismos como crecimiento de plantas reprimidas, germinación de semillas enterradas (banco de semillas), retoños o brotes de raíz y fragmentos de ramas enraizadas. El desarrollo de uno u otro mecanismo de regeneración depende del grado de severidad del disturbio. Por ejemplo, después de un disturbio leve, se pierde uno o pocos árboles del dosel, entonces, usualmente, el rodal forestal se regenera de manera vegetativa por el crecimiento de plántulas y plantas jóvenes de árboles reprimidos. Sin embargo, de acuerdo al modelo de composición e inicial de Kozlowski et al (1991) cuando tanto árboles reprimidos como dominantes son eliminados por disturbios severos, la regeneración generalmente se efectúa por la germinación del banco de semillas del suelo; aunque en algunas ocasiones, hay especies que se reproducen por medio de retoños y brotes de raíz.

Disturbios

Los disturbios son factores que alteran el desarrollo normal de un ecosistema; éstos se dividen en disturbios mayores y menores. Los disturbios mayores, incluyen: incendios de copas, huracanes, tornados, avalanchas, deslizamientos, erupciones volcánicas, la erosión severa, depósito de materia agua abajo y cortas forestales. Por otro lado, los disturbios menores son: incendios superficiales, vientos fuertes, insectos y enfermedades y en particular algunas cortas como aclareos (White, 1979; Dearing, 1980).

Los disturbios se clasifican en catastróficos y no catastróficos, los primeros son aquellos que causan cambios considerables en la estructura del ecosistema, éstos son: incendios, desplazamiento de tierra, huracanes e inundaciones; los disturbios no catastróficos son aquellos que causan cambios severos de manera parcial la estructura de la vegetación como son: incendios superficiales, defoliaciones de insectos y enfermedades (White, 1979).

Los disturbios pueden presentarse en un gradiente de menor a mayor. Por ejemplo el efecto de los vientos en los ecosistemas forestales pueden simplemente quebrar ramas o ser más severos cuando el área es atacada por fuertes ventarrones o huracanes, los cuales derriban los árboles dejando espacios considerables desprotegidos. Algunos disturbios son promovidos por los componentes bióticos del ecosistema, en este sentido por ejemplo, la magnitud del fuego no solo depende de la fuente de ignición y de las condiciones de humedad, sino de las características y cantidad de la materia orgánica (White, 1979).

Magnitud, Frecuencia y Predictibilidad de los disturbios

La magnitud y la frecuencia de los disturbios depende de las condiciones generales del área en que estos incidan, factores importantes a considerar son la vegetación, la topografía, la pendiente, los factores climáticos, biológicos entre otros. Sin embargo muchos de los disturbios son prácticamente impredecibles, tal es el caso de fluctuaciones de temperatura, variaciones de las lluvias, la presencia huracanes y las erupciones volcánicas, entre otros. Por otro lado, se sabe que los incendios se presentan en cierta temporada de año con cierta seguridad, para lo cual se pueden hacer trabajos de consideración para prevenirlos, detectarlos y combatirlos. En lo que concierne a los disturbios antropogénico pueden ser al azar e impredecibles en su magnitud y frecuencia o bien planeados previamente. La magnitud de los disturbios, dependen de la frecuencia del factor, del tamaño del área disturbada y del daño causado (Daniel et al., 1982)

Es importante señalar que las intervenciones forestales son de suma importancia en el desarrollo de los bosques debido, a que difícilmente se puede controlar de una manera adecuada las cortas, por los múltiples problemas característicos del sector forestal. El control no sólo de dónde sino el cuanto y el cómo de la intervención, aspectos de suma importancia, en el adecuado manejo de los recursos forestales; en este sentido uno de los graves problemas es el clandestinaje, situación prácticamente imposible de controlar.

Los aspectos mencionados anteriormente son de suma importancia y todos fungen como disturbios de los bosques, debido a que se está interrumpiendo el desarrollo natural (normal) del mismo (Daniel et al., 1982).

Mecanismos de adaptación de las especies después de los disturbios:

- a. Germinación de las semillas después de los disturbios.
- b. Germinación de semillas con dormancia, existentes en el suelo.
 - * Semillas con longevidad limitada, que duran uno o varios años para germinar después del disturbio

* Semillas con longevidad prolongada, las que resisten en el suelo por varias décadas.

c. Brotación de nuevos tallos.

* Procedentes de raíces laterales.

* Procedentes del cuello de la raíz.

* De tallos de árboles caídos, por lo general en hojosas.

d. Acamamiento.- Proceso por el cual las ramas tocan el suelo, estableciendo raíces del cual se desarrolla un nuevo árbol.

e. Acelerando el crecimiento de la regeneración existente.

Frecuencia de disturbios y tipo de bosque generado

La frecuencia y la duración de los disturbios pueden determinar la dominancia relativa de cada especie sobre un área, determinando el tipo general de un bosque. Si los disturbios se presentan con frecuencia y de poca intensidad, los bosques generados son incoetáneos; si los disturbios son de tipo catastrófico, como puede ser la erupción de un volcán, la nueva población será sin duda un bosque coetáneo.

El Concepto de Sucesión

Se ha definido a la sucesión como la secuencia de asociaciones vegetales o grupos de animales en el espacio o en el tiempo. En los ecosistemas forestales se puede definir este fenómeno como el cambio de la estructura y composición de las especies de un bosque en el tiempo y el espacio (Jardel, 1989). La secuencia de reemplazamiento de especies de plantas o tipos de vegetación ha sido observada y descrita desde la antigüedad. Es ampliamente conocido que cuando un campo agrícola se abandona, se cubre primero de vegetación herbácea y más tarde puede irse poblando de arbustos y árboles hasta convertirse en un bosque (Jardel, 1989). el siglo XVIII, los forestales alemanes y franceses describieron este proceso y se percataron de su importancia para el manejo del bosque. Al menos empíricamente, el concepto de alternancia de especies, referido a la sustitución de árboles con distintos hábitos de crecimiento en condiciones de luz o de sombra, fue utilizado para fundamentar algunas prácticas silvícolas. El concepto de tolerancia, referido a la capacidad de los árboles para crecer bajo un dosel cerrado, en condiciones de competencia por la luz, surgió formalmente desde hace aproximadamente 40 años (Jardel, y Sanchez, 1989).

Hacia 1983, después de observar la sustitución del bosque de pino por latifoliadas de maderas duras como consecuencia de la tala, Thoreau, acuñó el término de **Sucesión forestal**. Años después, Douglas se refirió al concepto de sucesión, como a las especies pioneras de vida corta y a las heliófilas que invaden los terrenos quemados. A principios de este siglo, con los trabajos sobre la sucesión en dunas costeras de Warming y Cowles se desarrolló el concepto que Clements formalizó y sistematizó (Jardel, 1989).

Sucesión

Clements (1916) uno de los pioneros en el estudio de la sucesión, la define como **el desarrollo de la vegetación a través de estadios discretos que culminan en un clímax regional único**. Está considerado que el fenómeno sucesional es universal y de cambio direccional, identificándose como un cambio progresivo en la composición de especie de la comunidad. En este sentido la sucesión comprende los pasos siguientes:

1. La exposición de un nuevo sustrato
2. La migración de semillas , esporas o propágulos vegetativos, aún cuando en muchas ocasiones estos ya están presentes en el suelo (o piso forestal).
3. Esesis que se refiere a la germinación, establecimiento, crecimiento y reproducción de las especies.
4. Competencia entre las planta establecidas que da como resultado su reemplazo.
5. Reacción, que implica los efectos autógenos de las plantas sobre el hábitat.
6. Estabilización de la comunidad, determinado por el clima, a cuya situación se le denomina **clímax**.

Margalef (1963) y Odum (1986) citados por Levy (1990) al retomar los conceptos de Clements(1916), describen a la sucesión como un cambio en la estructura de especies y los procesos de la comunidad en el tiempo; cuando no es interrumpida por fuerzas externas, la sucesión es invariablemente direccional y por lo tanto, predecible.

La sucesión es un proceso continuo de cambio en la vegetación, el cual puede estar separado por series o fases en donde los factores de cambio pueden ser autógenos o alógenos (Tansley, 1920, 1935 citado por Levy, 1990). La sucesión ecológica puede definirse en términos de los parámetro siguientes (Odum,1972 citado por Rojas, 1984):

1. Es un proceso ordenado de desarrollo de las comunidad que comprende cambios en la estructura de la especie y en los procesos de aquella, con el tiempo es razonablemente orientado y por consiguiente predecible.
2. Resulta de la modificación del medio físico por la comunidad, ésto es, que la comunidad está controlada por la comunidad pese a que el medio físico condicione el tipo y la velocidad del cambio y ponga menudo límites a la posibilidad del desarrollo.
3. Culmina en un ecosistema estabilizado en el que se mantienen, por unidad de energía disponible un grado máximo de biomasa (o de alto contenido de información genética) y de función simbiótica entre organismos. La sucesión es el reemplazamiento de un a biota en un área por otra de diferente naturaleza (Rojas, 1984).

Considerando los continuos cambios que se presentan en la naturaleza, la sucesión implica un cambio fundamental en los flujos de energía, en el que una cantidad cada vez mayor de esta, es destinada al mantenimiento respiración conforme se acumula biomasa y materia orgánica, por lo tanto la sucesión ecológica comprende un cambio en los atributos de la comunidad en su conjunto biomasa, diversidad, productividad y no sólo en una secuencia de especies (Levy, 1990).

La sucesión es un proceso continuo pero no necesariamente unidireccional determinado por miríadas de cambios de la vegetación, la fauna, el suelo, y el microclima de un área con el transcurso

del tiempo. Estos cambios se presentan juntos, afectándose mutuamente los unos a los otros, teniendo rara vez una relación simple de causa efecto (Spurr y Barnes, 1982).

Es importante considerar que la sucesión como un campo de estudio tienen que ver con todos los cambios en la vegetación que sucede el mismo hábitat en el transcurso del tiempo, lo que permite tener una visión más amplia que aspira hacia el establecimiento de patrones y causas de la sucesión (Muller-Dombois y Ellenber (1974) citado por Levy (1990).

Atendiendo a la importancia económica de muchas de las especies forestales es necesario conocer cuales son los factores de cambio de la vegetación para controlar en lo posible los efectos de los mismos.

Desde el punto de vista forestal es importante conocer como se van dando los cambios a través del tiempo, en este sentido se expone a continuación dos ejemplos de sucesión:

1. Cuando un lago se ensolva cambia gradualmente de profundo a lago somero o a estanque, posteriormente a pantano y en algunos casos a bosques.
2. Cuando un área forestal se abandona una parcela agrícola o se aplica una corta de regeneración (matarrasa), crecen en ella una serie de comunidades vegetales, reemplazándose unas a otras, primero hierbas anuales, luego herbáceas perenes y pastos, posteriormente arbustos y árboles, hasta que finaliza el desarrollo en un bosque (Rojas, 1984).

En este sentido, cuando se practica algún método de regeneración en los bosques, puede ser que el establecimiento de la nueva masa no sea necesariamente la que se desee, debido a que la respuesta de cada especie, a las condiciones del medio es diferente, y como consecuencia no se pueden desarrollar adecuadamente.

El concepto de sucesión forestal, data de los inicios de la Silvicultura y la ciencia ecológica, evolucionando despacio encontrándose bien establecido a finales del siglo veinte cuando Cowles, Clements y otros ecólogos sistematizaron su estudio; estos estudios fueron iniciados por Cowles (1899) con un análisis de la sucesión sobre las dunas del Lago Michigan, comenzando con arenas no colonizadas y terminando con un bosque maduro; posteriormente Coper (1913) el cual documentó los primeros ejemplos específicos sobre la sucesión forestal, al realizar estudios en la isla Royale en Michigan; Clements(1916) determinó una estructura filosófica elaborada en la que intentó formalizar todas las eventualidades del cambio de la comunidad vegetal.

Tipos de sucesión

Sucesión Primaria

La aparición y establecimiento a través de cambios sucesionales de vegetación en un lugar en donde anteriormente no existía ésta. Las secuencias de desarrollo son iniciadas por perturbaciones que expone sustratos originalmente desprovistos de crecimiento vegetal. Si el establecimiento de la vegetación inicia a partir de material rocoso se conoce como **sucesión xérica**, la sucesión que se inicia a partir de agua se denomina **sucesión hídrica**, y la que comienza a partir de un suelo se conoce como **sucesión mesofítica**. La sucesión primaria se denomina autógena, considerando que el establecimiento

de un grupo de especies y es resultado del desarrollo dentro del mismo ecosistema, siendo una parte del desarrollo concomitante de la vegetación, el suelo y el microclima de la localización.

Se reconocen cuatro etapas de sucesión primaria expuestas por Danserau (1957):

- a. Etapa pionera. Comienza con la colonización de determinado espacio, caracterizado por tener organismos tolerantes de larga vida, los cuales constituyen una comunidad permanente y más o menos balanceada.
- b. b.Etapa de consolidación.- En esta etapa las raíces penetran más profundamente y los elementos aún no aprovechados se entrelazan, los brotes se extienden más cubriendo mas espacio proyectando sombra trayendo como consecuencia la retención de más humedad.
- c. c.Etapa subclímax. La presencia de los tres principales factores, clima, suelo, y vegetación conducen al final de cada etapa seral a un subclímax, o sea a una comunidad de estructura compleja y de alta capacidad de explotación.
- d. Etapa clímax. Conocida como la etapa final de la sucesión vegetal, en la cual existe un equilibrio dinámico. La comunidad clímax es un tipo de vegetación madura (estable) que prevalece sobre un área en una región determinada.

La sucesión forestal en un sentido estricto, comienza con el establecimiento de los árboles forestales pioneros y continúa con el reemplazo de éstos por las especies sucesoras, que se benefician por los cambios del medio, por lo general los árboles pioneros son intolerantes, los semitolerantes caracterizan la segunda etapa, y la última etapa es característica de las especies tolerantes (Spurr y Barnes, 1982).

Sucesión secundaria

Muller-Dombois y Ellenberg (1974) exponen que la sucesión secundaria se origina sólo después de un disturbio parcial del ecosistema, es importante señalar que el grado más extremo de perturbación es aquel en donde la sucesión comienza en terrenos agrícolas abandonados. Es importante señalar que la sucesión secundaria presente tasas de desarrollo y recuperación altas, en comparación con la sucesión primaria, lo anterior es consecuencia de la existencia de propágulos y semillas presentes en el suelo, y por las modificaciones que ha sufrido el suelo durante el disturbio, que en ocasiones favorece considerablemente el establecimiento de la nueva población.

La sucesión secundaria se inicia en un suelo más o menos desarrollado y con un número de estructuras vegetativas ya establecidas (Sarukhán, 1964).

Clements (1916), al hacer alusión a la sucesión secundaria, expresa que "después de que un terreno cultivado se abandona se sucede la aparición de numerosas especies herbáceas, anuales en un principio, y de especies perennes posteriormente y en caso de que en dicho terreno encuentre en un área forestal, las plantas perennes y herbáceas son substituidas por las leñosas que llegan al fin a ser dominantes en la comunidad vegetal". McCormick (1968) citado por Levy (1990) hace alusión sobre las teorías sucesionales, en donde se hace énfasis sobre los patrones de arribo de las especies.

El Papel De Las Especies Pioneras En La Regeneracion

De acuerdo con la clasificación de Whitmore (1975), los árboles de la selva se clasifican según su tipo de respuesta a aperturas en el dosel en cinco grupos. Estos son :

1. Árboles cuyas plántulas se establecen y crecen bajo selva alta.
2. Los que lo hacen y crecen principalmente en selva alta pero que presentan algunos signos de beneficiarse con la existencia de claros.
3. Aquellos que lo hacen en selva alta pero que requieren de claros para crecer.
4. Especies pioneras establecidas principalmente en claros que crecen sólo en estos, de las cuales existen dos tipos de ciclo de vida, corta y larga.

Colonizacion De Claros

Otro evento importante en la regeneración del bosque tropical es la formación y colonización de claros, los cuales favorecen la regeneración natural de muchas especies heliófitas (McCormick, 1968; Waring and Schlesinger, 1985; Hartshorn, 1989; Spies and Franklin, 1989; Lorimer, 1989).

Tanto en bosques templados como tropicales, los claros naturales representan una tasa promedio del 1 % por año de su área total (Waring y Schlesinger, 1985). En bosques tropicales, como resultados de la caída de ramas, se forman, aleatoriamente, claros un poco más grandes son ocasionalmente causados por muerte o derrumbe de uno o pocos árboles; debido a su avanzada edad, enfermedades, viento, incendios y huracanes, entre otros.

Generalmente, los claros muy pequeños son ocupados por el crecimiento de ramas de árboles adyacentes; mientras que claros un poco más grandes son invadidos por el crecimiento acelerado de plántulas reprimidas que estaban presentes desde antes de la apertura del dosel; así como rebrotes. Las plántulas que llegan a establecer en la sombra del bosque cerrado son liberadas con la formación de claros (Whitmore, 1989).

Claros ligeramente más grandes son colonizados por plantas del banco de semillas del suelo; finalmente, claros muy grandes son ocupados inicialmente, por plantas que crecen a partir de semillas que fueron enterradas por animales y por la lluvia de semillas, después que el claro fue formado (Kozlowski et al., 1991). Dichas semillas germinan sólo en sitios expuestos a la luz (Whitmore, 1989), después de que el claro ha sido formado.

Hartshorn (1978) estimó que el 50 % de las especies arbóreas de un bosque tropical son dependientes de claros para el éxito de la regeneración. Muchos de los árboles de importancia económica en América Tropical como *Cedrela odorata* (cedro) y *Swietenia macrophylla* (caoba), así como la mayoría de las especies de madera dura son especies típicas de claros grandes (Hartshorn, 1989).

La naturaleza aleatoria de la ocurrencia de claros en el tiempo y el espacio y su heterogeneidad (referida a la presencia de las zonas de raíz, tronco y copa) interna parecen jugar un papel clave en la

disponibilidad de los claros para la colonización de un gran número de especies arbóreas que constituyen la composición, después de que el claro se ha formado.

Cada especie responde en su reproducción de diferente forma, bajo diferentes aberturas del dosel, según las características de la misma, si son tolerantes o intolerantes (McCormick, 1968).

Las características de la reproducción de especies forestales depende del número de semillas por tanto, la periodicidad de producción de conos y semillas, peso de la semilla, dispersión, dormancia de la semilla, condiciones del micrositio para el establecimiento de las plántulas y la subsecuente sobrevivencia.

Cada especie tiene diferentes estrategias de reproducción y establecimiento, lo que hace en muchas ocasiones que exista gran diversidad en las estructuras de las masas forestales.

La teoría de mosaicos de regeneración está basada en parte, a las canopias observadas (existentes) después de la regeneración bajo copas cerradas, en relación a especies tropicales (McCormick, 1968).

Etapas de la regeneración

La regeneración natural es el proceso mediante el cual se asegura la persistencia de los bosques. La regeneración puede darse por dos vías diferentes, por semilla (sexual), o en forma vegetativa (brotes, acodos, etc.). El proceso de regeneración comprende desde la producción de semilla hasta el paso de los brinzales a la primera categoría inventariable. Esta es una de las etapas más críticas de las masas forestales, pues del éxito de ésta depende el futuro bosque, en esta etapa se compite por luz, nutrientes, y por espacio con la vegetación herbácea y los brinzales vecinos (Islas, 1987).

Es difícil definir con claridad en que momento puede considerarse que la regeneración se haya establecida, la sola presencia de la especie deseada no significa que esta etapa haya concluido, entonces para definir en que momento la regeneración se ha establecido se tendrán que tomar en cuenta una serie de factores, tal es el caso de la especie, el terreno, el potencial de dominancia de las especies competitivas y el objetivo del manejo silvícola. En cuanto a la evaluación del éxito de una reforestación, Se parte de que es un árbol aceptable, el cual debe ser sin duda un árbol saludable, tener buena forma y estar libre de la acción de las malezas y pastos para crecer, debe tener un alto potencial de dominancia y características deseables en cuanto a vigor, que exista un determinado número de árboles por hectárea y que su distribución sea lo más deseable posible (Daniel et al., 1982; Ortega, 1990)

En este caso se mencionan las etapas de la regeneración sexual (Hawley y Smith, 1972; y Smith, 1986) :

1. Produccion de Semilla
2. Dispersion de Semilla
3. Germinacion
4. Establecimiento y Sobrevivencia
- 5.- Desarrollo Inicial

Producción de semilla

Este es el factor más importante para que se de la regeneración natural; este proceso involucra dos aspectos fundamentales que son la floración y la fructificación. En lo referente a la floración, los primordios florales se forman durante la temporada de crecimiento que precede a la floración, lo anterior depende de la especie de las condiciones ambientales imperantes. En los pinos los primordios florales se forman de ocho a diez antes de la floración. La fructificación, en este sentido cabe señalar que no se producen cosechas abundantes cada año, sino que existe una producción cíclica de la misma, ésta se dá por la proporción anual de yemas que abortan, permanecen latentes o se desarrollan para formar estructuras reproductivas en lugar de vegetativas, lo anterior está bajo la influencia del metabolismo del árbol y de los factores climáticos.

Después de la formación de las yemas reproductivas, su ontogenia hasta la formación de semillas maduras y viables depende de la influencia que ejercen sobre ella la calidad del sitio, los factores climáticos, la fauna y los insectos y las enfermedades (Daniel et al., 1982).

Factores internos y externos que afectan la producción de semillas

Cada año en las selvas y los bosques se originan grandes cantidades de semillas, las cuales tienen como finalidad mantener la continuidad de las especies que las han producido (Niembro, 1979). En muchas especies de árboles, los primordios florales se forman durante la temporada de crecimiento que precede a la floración. El momento en que comienza esa formación, depende de las especies y varía de un año a otro, según las condiciones ambientales, características del terreno, los factores genéticos, y las prácticas forestales realizadas. (Koslowski, 1971).

Factores internos.

Están dados por las características intrínsecas de los individuos. Dichos factores se han fijado a través de los millones de años de la evolución de las especies; sin embargo, dependen de las recombinaciones genéticas afectadas por el medio. En un momento dado, el hombre puede intervenir en ellas.

Características del arbolado.

Estas características bien pueden deberse a causas de origen genético o bien a la influencia del medio donde se desarrolla la semilla. También pueden interaccionar entre sí o bien pueden ejercer su influencia separadamente, pero lo importante es que marcan en mayor o menor grado el índice de producción de semillas en los árboles (Niembro, 1979; U.S.D.A., 1948). Las características más comunes son las siguientes:

- a. **Edad del arbolado**
- b. **Categoría diamétrica**
- c. **Desarrollo de la copa**
- d. **Tamaño del árbol**
- e. **Vigor**
- f. **Adaptabilidad al sitio**
- g. **Efectividad de la polinización**
- h. **Diferencias entre especies**

Factores externos

Los principales factores externos que influyen en la producción de semillas son los siguientes:

Factores abióticos

A parte de las características antes mencionadas, existen otras cuya naturaleza no obedece a aspectos biológicos, sino a las condiciones y características del lugar donde se desarrolla la masa, pero que su efecto se refleja notablemente en las funciones biológicas de la planta, repercutiendo en la producción de semillas. (Niembro, 1979).

a. Suelo y clima

Las características del suelo afectan notablemente la producción de semillas. Se ha visto por ejemplo que los árboles que crecen en suelos deficientes en nitrógeno y potasio, producen bajos rendimientos en la producción de semillas, en comparación con aquel arbolado que crece en suelo ricos en estos elementos. (USA, 1948; Niembro, 1979).

Las condiciones climáticas ejercen notable influencia durante el desarrollo de frutos y semillas. Como un requisito para que se manifieste una buena producción de semilla, la floración debe tomar lugar mucho después de las últimas heladas y la maduración de los frutos tendrá que ocurrir antes de que aparezcan las bajas temperaturas que indican el fin del otoño y la entrada del invierno.

- b. **Espaciamiento de los árboles del rodal**
- c. **Exposición a la luz**

Factores bióticos

Dentro de la dinámica de producción de semillas los agentes bióticos desempeñan un papel sumamente importante en la regulación de la ruta que siguen éstas, desde su formación, hasta el establecimiento de la plántula (Niembro, 1979).

a. Plagas Los insectos constituyen el factor biótico más importante que ejerce mayor efecto sobre la producción de semillas. Su influencia abarca desde el desarrollo de las yemas florales hasta la formación de las semillas. Más que favorables los insectos llegan a convertirse en agentes dañinos, ya que reducen gran parte de la producción de semillas. Los insectos más dañinos prácticamente se confinan a seis órdenes, que en grado de capacidad destructiva son : las mariposas (Lepidóptera), moscas (Díptera), escarabajos (Coleóptera), avispas (Hymenóptera), chinches (Hemíptera) y Trips (Thysanóptera) (Cibrian, et al, 1995).

b. Enfermedades Entre las enfermedades más dañinas que provocan estragos considerables en frutos, flores y semillas se encuentran las royas. La mayoría de las enfermedades de los árboles no son transmisibles a las siguientes generaciones por medio de las semillas, pero siempre es conveniente que se evite coleccionar semillas procedentes de arbolado enfermo, plagado, deforme o derribado en cortas de saneamiento, con el objeto de minimizar los riesgos; las enfermedades más importantes son aquellas que atacan la porción vegetativa de la copa y por lo tanto afectan la producción de semillas al reducir el vigor de los árboles, convirtiéndose estas de suma importancia en áreas semilleras de alto valor económico (Cibrian, et al, 1986).

c. Pájaros. Muchos pájaros, como parte de su dieta diaria consumen una gran cantidad de flores, frutos y semillas tanto de árboles como de arbustos, trayendo como consecuencia una notable disminución de la producción de semillas. Algunos pájaros como los cuervos (*Corvus*), picamaderos (*Campephilus*) y algunos piquituertos, entre otros, se alimentan de semillas de coníferas. Para ello han desarrollado picos apropiados para romper las piñas y las semillas (Niembro, 1979).

d. Mamíferos. Tanto en las selvas como en los bosques, diferentes especies de mamíferos se alimentan tanto de frutos como de semillas. Los mamíferos que mayores estragos provocan en la producción de semillas, son, sin duda alguna, los roedores. Hay en total unas 1800 especies de roedores que se han adaptado a toda clase de hábitats, desde la tundra, los bosques de coníferas, los bosques de clima templado hasta la selva tropical húmeda. Las ardillas basan casi la totalidad de su dieta en semillas forestales o de frutos de *Quercus*, *Juglans*, *Carya*, *Castanea*, *Castanopsis*, etc. La mayoría de las ardillas recolectan los frutos o semillas cuando estos han sido liberados de la planta o del fruto y una vez colectados los almacenan en sus madrigueras en grandes cantidades (Niembro, 1979).

Periodicidad de producción

Como resultado de todos los factores que influyen en la producción de semilla se tiene que esta se presenta cíclicamente agrupándose en cuatro categorías, según produzcan semillas en abundancia, anualmente, cada dos a tres años, tres a cinco años, o tres a diez años. En términos generales las latifoliadas pioneras tienden a ser los únicos en producir cosechas abundantes de semillas (Daniel et al., 1982)

Dispersión

Un aspecto importante que debe ser considerado, después de la producción de las semillas es el mecanismo de éstas para la dispersión sobre el área de interés. Son varios agentes los que participan en la dispersión de la semilla, tal es el caso del viento, el agua y los animales:

1. Viento, la dirección y la velocidad de los vientos y el tamaño de la semilla y en general las características aerodinámicas, así como la altura y la posición de los árboles semilleros dentro del área a regenerar, determinan el patrón y la distancia de dispersión. (Daniel et al., 1982). Cuando la dispersión de las semillas se da por el viento es importante considerar la distancia máxima de ésta, para poder definir las características específicas de los tratamientos de regeneración. La dispersión generalmente depende del tamaño y las estructuras (alas) de la semilla, de la altura del árbol, velocidad y dirección del viento y pendiente del terreno. En esta etapa los conos no abren todos simultáneamente por lo que la semilla es liberada sobre un periodo considerable, encontrándose condiciones diversas en la cama de germinación. La distancia de dispersión en árboles mayores es de 40 a 50 m del lugar de localización de sus padres, esto cuando son dispersadas por el viento.
2. Agua. Muchas semillas son dispersadas por el agua, sobre todo de aquellos árboles pioneros tales como los sauces, todas las especies de álamo, sicomoro y abedules, y en general la semillas de árboles que estén cerca de corrientes de agua.
3. Pájaros y roedores, en algunas especies forestales, las semillas son grandes y no cuentan con alas, por lo que su dispersión se lleva a cabo comúnmente por pájaros y roedores, tal es el caso de los piñoneros (Musálem, 1984). En el caso de los roedores, estos almacenan grandes cantidades de semilla como reserva para la época de escasez de alimento, de las cuales germinan una gran cantidad de ellas, llegando a establecerse como unidades de importancia en lugares muy específicos. (Martínez, 1948)

Germinación

Los principales procesos involucrados en la germinación son: a) imbibición; b) iniciación de la actividad enzimática; c) hidrólisis de las sustancias de reserva; d) traslocación de las sustancias de reserva; e) síntesis de nuevas sustancias; f) división celular; g) aumento en tamaño y diferenciación y h) ruptura de la testa y emergencia. Si la semilla no encuentra una cama de germinación con suficiente humedad, aireación, etc., difícilmente la semilla germinará adecuadamente. Por lo que se sugiere que si no existe un medio adecuado óptimo se de el tratamiento que más se requiera (Bidwell, 1979; Hartman y Kester, 1989). Las semillas, para que germinen debe de tener las siguientes característica:

a) Ser viables.; b) No estar ni en letargo ni en latencia. y c) Tener las condiciones ambientales apropiadas, disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones, presencia de luz. (Hartmann y Kester, 1989).

Las semillas que se encuentran sujetas a una cubierta o a un embrión en estado latente no germinarán al principio, sino que deben permanecer en la tierra durante un periodo, hasta que las causas naturales del clima provoquen la rotura de la cubierta o hasta que el embrión sea capaz de germinar (Harmant y Kester, 1989).

Factores de la cama semillera que controlan la germinación

En muchos de los casos las semillas permanecerán en el piso forestal, hasta que las condiciones les favorezcan y puedan germinar, en la mayoría de las especies de pino, la dispersión se da en la época invernal, en el norte de la República algunas semillas germinan en ese periodo, sin embargo, la mayoría de ellas lo hacen al presentarse las primeras lluvias, que es cuando las condiciones de humedad y temperatura son las adecuadas, además de que la acumulación de horas frío son las suficientes para que se de el desdoblamiento de las giberelinas, hormonas de indispensables para la germinación. En muchos de los casos la semilla requiere algunos tratamientos para poder germinar, lo cual en condiciones de campo es imposible de aplicar, sin embargo en condiciones de vivero son prácticas comunes (estratificado, escarificado, etc.). Cabe mencionar que las condiciones de la cama de germinación o piso forestal no son exclusivas para la germinación, sino que propician las condiciones de desarrollo en general de la regeneración y de la vegetación en general (Kozłowski y Gentile, 1959; Jones, 1961; Kramer y Kozłowski, 1979).

Agua

El agua es el punto de partida del reinicio de la vida en el embrión, ya que es necesaria para debilitar la cubierta e hidrolizar los compuestos de reserva vitales para este reinicio, por eso la semilla debe estar en contacto con el agua para poder germinar. El contenido de agua es un factor fundamental en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 a 60 % de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación (Kozłowski y Gentile, 1959 citados por Kozłowski, 1991; Hartmann y Kester, 1989).

La absorción del agua por las semillas secas tiene tres etapas: a) una absorción inicial rápida que en su mayor parte es imbibición; b) un período lento y c) un segundo incremento rápido a medida que emerge la radícula y se desarrolla la plántula (Hartmann y Kester, 1989). La imbibición de la semilla por el agua se inicia por el micrópilo y después se continua por las testas. El agua fisiológicamente actúa como solvente para poder iniciar los procesos metabólicos, como medio de reacción y como medio de transporte.

Temperatura

Aunque no tan fundamental como el agua la temperatura es otro de los factores que controlan la germinación de la semilla. (Hartmann y Kester, 1989). La germinación ocurre en un cierto margen de temperaturas, cuya amplitud y valores absolutos dependen de cada especie. La temperatura aumenta la reacciones bioquímicas, así como la imbibición e intercambio gaseoso (Patiño et al., 1983). La temperatura óptima de germinación se encuentra en el rango de 20 a 30 °C, mientras que la temperatura máxima de germinación para la mayoría de las especies se encuentra en el rango de 30 a 40 °C Las temperaturas mínimas para la mayoría de las especies tropicales están comprendidas dentro del rango de 10 a 15 °C. (Hartmann y Kester, 1989).

Para las especies de clima templado las temperaturas mínimas están en el rango de 8 a 10 °C (Patiño et al., 1983). No todas las semillas requieren temperaturas constantes, sino por lo general requieren temperaturas alternadas (Hartmann y Kester, 1989), de hecho, las temperaturas fluctuantes del día y de la noche producen tanto mejor germinación como plantas más bien desarrolladas que las

temperaturas constantes. Las semillas secas son muy resistentes a los efectos nocivos de las temperaturas extremas; sin embargo, cuando las semillas se encuentran embebidas y están germinando, estos extremos de temperaturas pueden ser letales. (Daniel et al., 1982).

Aireación

Un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme, esto se consigue cuando el suelo está lo suficientemente poroso permitiendo así una movilización adecuada dentro del mismo. El oxígeno es esencial para el proceso de la respiración de las semillas en germinación (Kramer y Kozlowski, 1979; Jones, 1961; Hartmann y Kester, 1989).

Al comenzar la hidratación, puede notarse el incremento de la actividad respiratoria debido a que se inician los procesos que darán lugar a la germinación durante los cuales, el embrión necesita más oxígeno para obtener energía. Debe considerarse ésto, dado que las semillas en condiciones anaeróbicas no germinan. (Patiño, et al., 1983).

La humedad excesiva puede ocasionar una restricción en la respiración (la absorción de oxígeno y la expulsión de gas carbónico de las semillas) y detener la germinación de las semillas (Colbry, Swofford y Moore, 1980; Jones, 1961. citado por Kozlowski, 1991).

Por otra parte, puede haber limitantes en la captación de oxígeno cuando la semilla está muy enterrada o en un suelo excesivamente fertilizado que produce grandes cantidades de CO₂ ya que altas concentraciones de este gas retardan la germinación porque inhiben la respiración, (Daniel et al 1982).

Luz

La mayoría de las especies germinan en forma natural bajo condiciones oscuras, pero muchas especies estimulan su germinación con la luz (Patiño et al., 1983). La luz tiene un efecto estimulante sobre la germinación de muchas clases de semillas, especialmente cuando están recién cosechadas (Jones, 1961; Nyman, 1961; Colbry, Swofford y Moore, 1980). Las semillas cuya germinación ocurre al recibir un estímulo luminoso se conocen como fotoblásticas y el estímulo puede producir efectos negativos o positivos ya sea que provoque o inhiba la germinación (Patiño et al., 1983).

Las semillas fotoblásticas requieren luz visible para germinar. Los espectros de onda corta, inhiben el proceso de germinación tal como la luz verde, azul y violeta. Los espectros de onda larga promueven el proceso de germinación tal como la luz roja, naranja y amarilla. La luz ultravioleta e infrarroja puede tener repercusión negativa sobre la germinación. Existe un grupo numeroso de especies (en su mayoría gramíneas, muchas hortalizas herbáceas, especies florales, numerosas coníferas y plantas nativas), con reservas mínimas de alimentos, en las cuales la germinación se ve estimulada por la luz (Hartmann y Kester, 1989). La radiación solar influye directamente sobre el sitio modificando :

- a. Calidad e intensidad de la luz.
- b. Temperatura de la atmósfera, del suelo y de la planta.
- c. La humedad absoluta y relativa.

Factores que influyen directamente en el crecimiento de desarrollo de la vegetación.

La energía que hace posible el crecimiento de la vegetación en condiciones naturales proviene directamente del sol, la cual se denomina como radiación solar, ésta define en gran medida al clima, factor importante en el sitio forestal, como sabemos la intensidad y calidad de luz, son factores importantes en la fotosíntesis de las plantas, proceso vital para su desarrollo y para el resto de la vida. Se debe considerar que la supervivencia, estructura y crecimiento de los árboles son afectados de manera significativa por la radiación solar.

La fotosíntesis más activa se lleva a cabo en una longitud de onda de .41 - .5 micrómetros, de color azul, aunque en una longitud de onda de .58 - .7 micrómetros, de color amarillo también se lleva a cabo ésta, pero en menor cantidad. En el sitio forestal la calidad y la cantidad de luz se pueden modificar con el manejo de la densidad, a éste respecto cabe mencionar que en la naturaleza existen plantas con comportamientos diferentes, las cuales requieren condiciones diversas de luz para su desarrollo; bajo ésta situación se da origen a los rodales mezclados, en los cuales existe una mayor utilización de la luz, debido a que cada estrato funge como filtro, y entre más densa sea la masa la luz receptada será utilizada casi en su totalidad, excepto la que se refleje. Entre más densa sea una masa forestal se ha ocasionado que existan especies tolerantes e intolerantes (a la sombra), bajo ésta situación se debe tratar a cada masa con el cuidado suficiente con la finalidad de no alterar los hábitos de crecimiento de sus especies.

La radiación solar al incidir directamente sobre la vegetación influye sobre ésta en los siguientes aspectos:

1. En el crecimiento de los árboles
2. En la morfología de los árboles

El crecimiento de los árboles está definido en forma directa por la fotosíntesis. A muy bajos niveles de radiación, la fotosíntesis se produce a un grado tan bajo que no alcanza para la utilización del dióxido de carbono desprendido por la planta en la respiración (punto de compensación de la luz). En cuanto a la morfología del árbol, la estructura de los mismos es diferente cuando estos se desarrollan bajo sombra en comparación a los que se desarrollan bajo luz total. Los primeros desarrollan un fuste cónico, mientras que el de los segundos es cilíndrico. Las hojas de los árboles que viven bajo sombra son generalmente más delgadas y menos lobuladas, epidermis más fina, menos palizada y otras características; mientras que las hojas de especies intolerantes desarrollan estructuras y mecanismos para adaptarse con mayor facilidad a los cambios atmosféricos bruscos. La germinación termina cuando las plántulas ya no requieren sustancias seminales de reserva, es decir, cuando se han transformado en plantas autótrofas.

Establecimiento y sobrevivencia

Estas etapas están íntimamente ligadas a los factores suelo, humedad, temperatura, plagas y enfermedades, y al fuego, para algunos de ellos se requiere tener una adecuada protección en las áreas regeneradas, para disminuir al máximo los agentes de mortandad y se puede tener una máxima sobrevivencia, existiendo mayor posibilidad de que exista un mayor establecimiento; las plantas que se consideran establecidas son aquellas que presentan un crecimiento vigoroso. El período de establecimiento toma típicamente de 1 a 3 años o en algunos casos más, dependiendo de las especies y

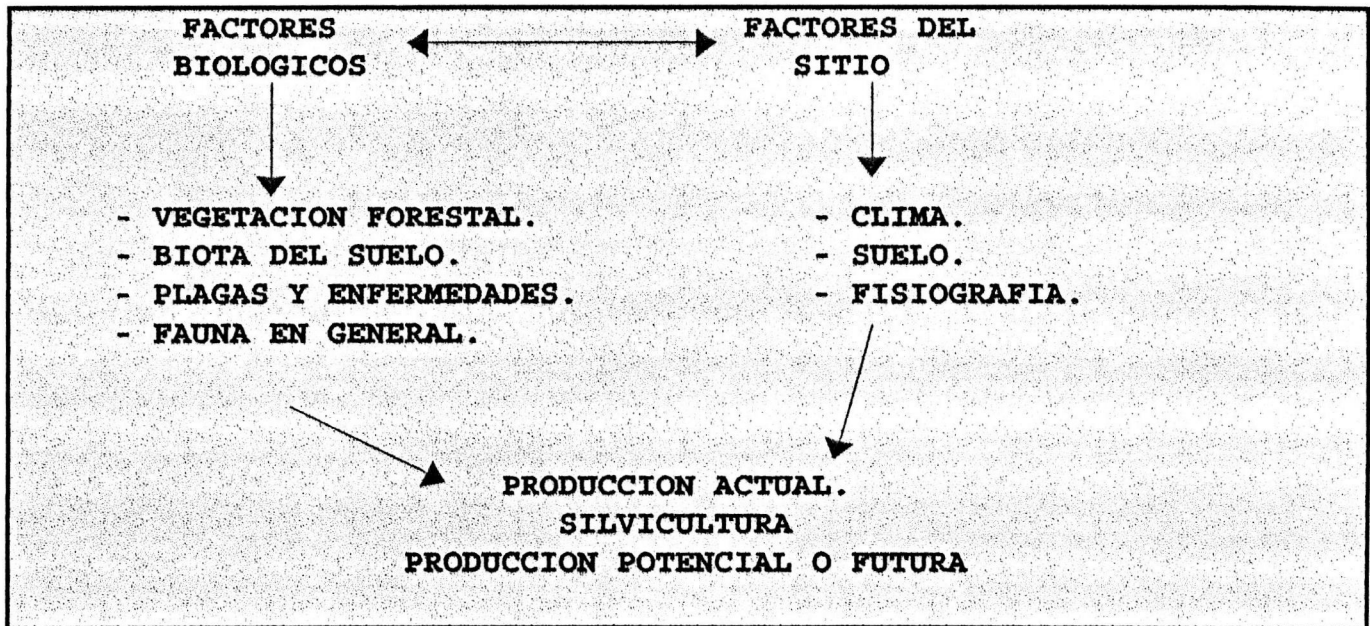
de las condiciones del lugar. El establecimiento es, dentro de las etapas simples, la más crítica en la historia vital de un individuo. En las especies forestales la mayoría de las adaptaciones se realizan para permitir a las especies producir y dispersar las semillas de una manera tal que muchas plantas de semillero tengan una mayor probabilidad de encontrar condiciones favorables y sobrevivir (Daniel et al., 1982).

Desarrollo inicial

El desarrollo está determinado por las condiciones del medio y la densidad de la nueva población. En condiciones favorables del medio las especies arbóreas presentan un rápido crecimiento en la etapa juvenil, el mismo que puede detenerse por la competencia, y recuperarse un poco después por los tratamientos intermedios que se demanden. Cada especie presenta crecimientos propios, por lo general las especies tolerantes presentan mayores crecimientos en sus etapas iniciales que las intolerantes.

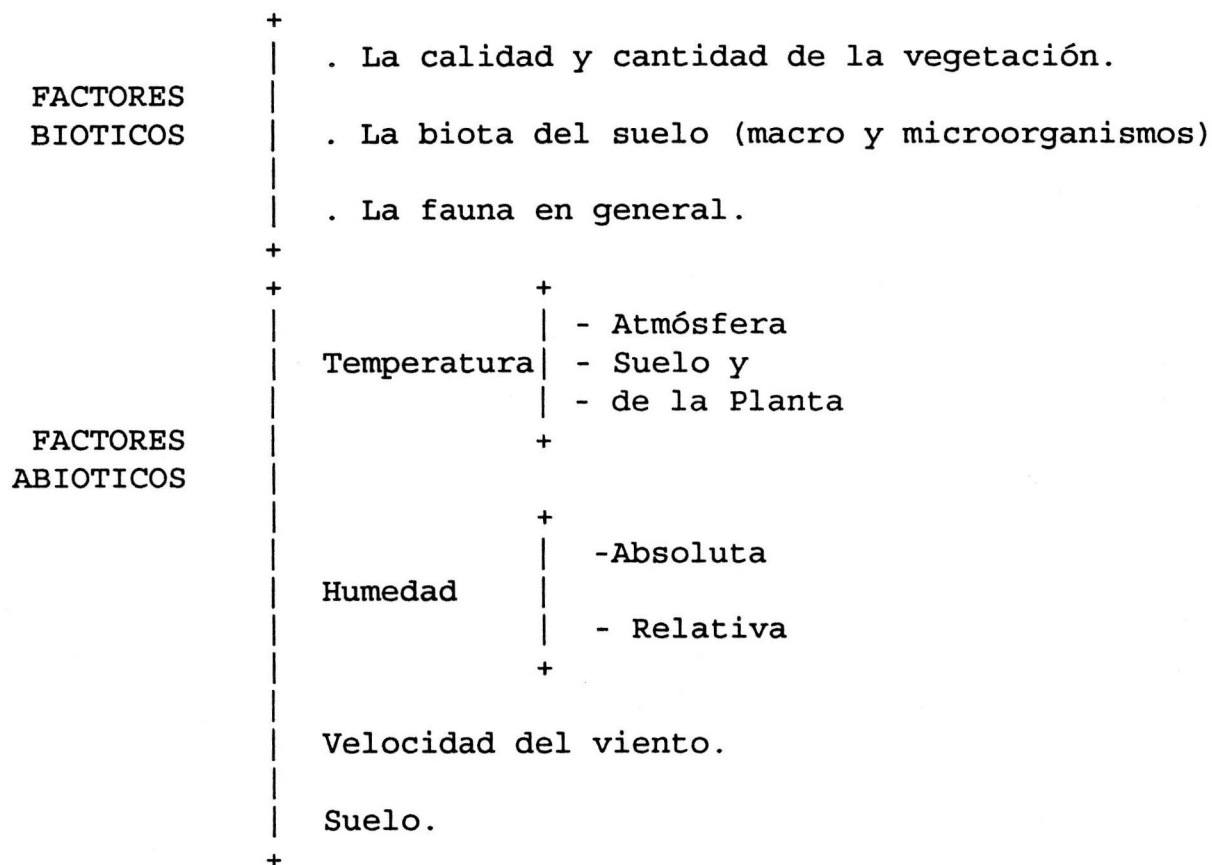
Factores del sitio que influyen el establecimiento de la regeneración natural

Los factores tales como la producción de semillas, dispersión (viento, agua y aves), luz, temperatura, humedad, nutrientes, factores fisiográficos y edáficos (exposición, pendiente, altitud, profundidad del suelo, horizonte orgánico, pedregosidad), factores bióticos (plagas y enfermedades, depredación, competencia, pastoreo y recolección), entre otros, son determinantes en la germinación, establecimiento y crecimiento de las plántulas en un área forestal, cuyo conocimiento permitirá tomar medidas para reducir en lo posible la mortandad, y así tener el mayor éxito en el establecimiento de la regeneración (Musálem et al., 1985). Los factores antes mencionados están determinando la producción actual del sitio forestal, pero mediante la silvicultura se puede proyectar la producción futura, tal como lo muestra el siguiente esquema :



Factores que regulan la producción forestal (Ralston, 1964 citado por Arteaga, 1985)

Con el manejo de la vegetación se pueden modificar las condiciones del sitio forestal, en muchas ocasiones tan drásticamente que afecta su capacidad productiva, por ejemplo, si se aplica el método de matarrasa o de árboles padres el sitio se expone a los factores del medio. Específicamente los factores que se modifican son los siguientes:



Factores que se modifican con el manejo de la vegetación

El factor suelo se modifica notablemente con el manejo de la vegetación, debido a que todos los factores ambientales inciden en él, al hacer una corta severa la temperatura del suelo aumenta considerablemente, alterando la biota del mismo, la vez la humedad de éste se ve reducida tanto por la incidencia de los vientos como por la radiación solar, lo anterior trae como consecuencia una fuerte reducción en la fertilidad del suelo, reduciendo aún más por efecto de la erosión y lixiviación del mismo.

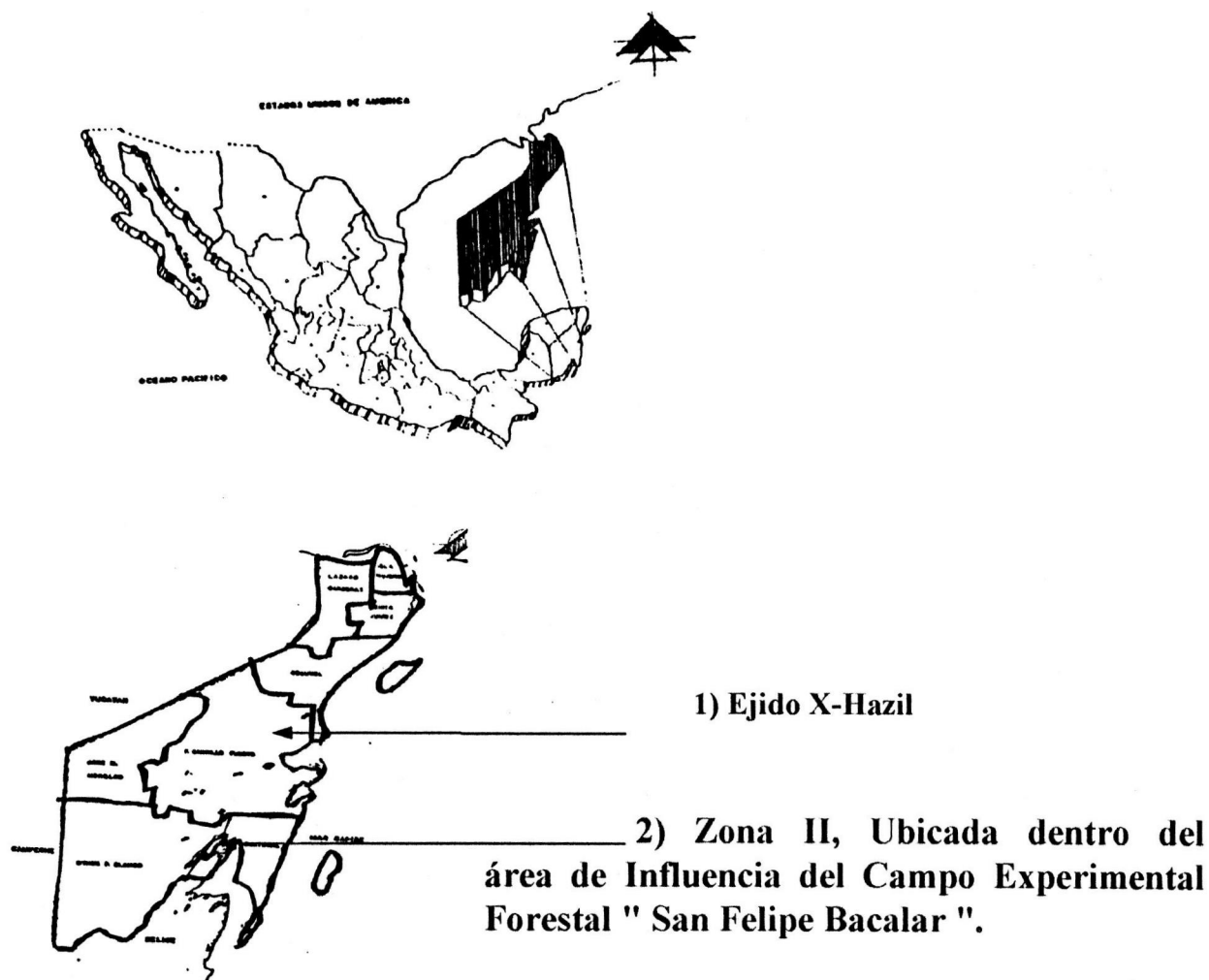
MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se desarrollo en 2 zonas del Estado de Quintana, Roo :

1) Ejido X-Hazil (Caso 1)

2) Zona II, ubicada dentro del área de Influencia del Campo Experimental Forestal " San Felipe Bacalar ". (Caso 2)



Caso 1

Descripción del área de estudio

Localización

El presente trabajo se desarrolló en el área de influencia de la Coordinación Forestal de la Zona Maya. La cual se ubica en la porción central del estado de Quintana Roo, abarcando los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José Ma. Morelos, dentro de las coordenadas geográficas extremas de 19°08' y 20°30', de latitud norte, 82°20' y 89°40', de longitud oeste (Carreón y Osorio, 1985). Específicamente en el ejido X-Hazil, del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

Climatología

La precipitación media anual es de 1300 mm, concentrándose en los meses de mayo a octubre. siendo los meses más lluviosos de junio a septiembre. La temperatura media anual es de 26°C y los promedios de las temperaturas mínimas y máximas son de 20°C y 34°C, siendo el mes menos cálido enero y los más calurosos abril y mayo (Carreón y Osorio, 1985 e INEGI, 1986). Los vientos dominantes son los alisios, soplan casi todo el año, principalmente en verano, su dirección es de este a oeste y/o este a suroeste, en otoño e invierno soplan nortes con dirección norte sureste, afectando la totalidad del estado. En los meses de agosto a septiembre se desarrollan huracanes con vientos de hasta 160 km/h en promedio, habatiéndose con más fuerza en las costas (Escobar, 1986.).

Tomando como base la clasificación de Koopen, modificada por García (1988), el clima Awi(X)g corresponde a un cálido subhúmedo con medianas lluvias en verano y escasa en invierno, oscilación térmica mayor de 7°C (INEGI, 1986).

Orografía

La altitud sobre el nivel del mar, en gran proporción de la zona es menor a los 30 m, sin embargo existen altitudes de hasta 200 m, en el municipio de José Ma. Morelos y de cero metros en la costa al este del municipio de Felipe Carrillo Puerto, siendo en general terrenos planos (Carreón y Osorio, 1985.; Escobar, 1986.).

Vegetación

Según la clasificación Faustino Miranda y Hernandez X (1963), La vegetación de la zona de estudio, corresponde a una selva mediana subperennifolia, constituida por árboles de 18 hasta 23 m de altura, las especies dominantes en el estrato superior son : Chechem negro (Metopium brownei), *chaká* (Bursera simarouba), *zapote* (Manilkara zapota), *silil* (Diospyrus cuneata) y *zapotillo* (Pouteria unilocularis), en el estrato intermedio dominan: *yaití* (Gymnanthes lucida), *zapotillo* (Pouteria unilocularis), *pi o bacalche* (Bourreria pulchra), y *zapote* (Manilkara zapota), para el estrato inferior: *zapotillo* (Pouteria unilocularis), *pi o bacalche* (Bourreria pulchra) y *zapote* (Manilkara zapota).

Geología

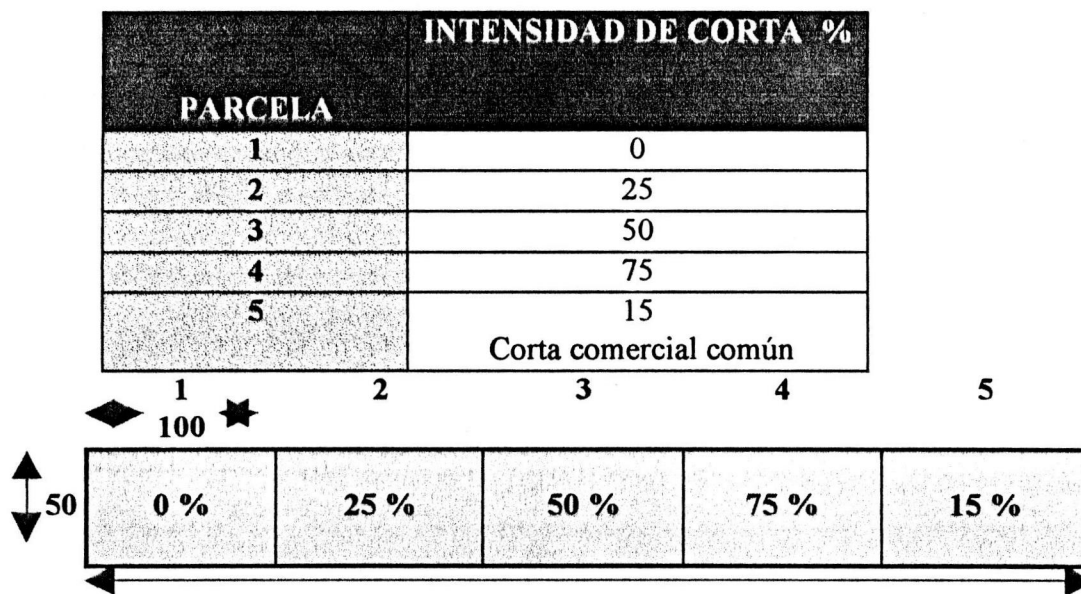
El Mioceno Superior está representado por la formación Bacalar, constituida por calizas margosas, blancas, deslencables, con nódulos duros y sobre ellos descansan las formaciones Carrillo Puerto y Estero Franco, que se depositaron durante el Plioceno. La primera cuenta con una coquina de un metro de espesor, cubierta con una caliza muy dura. Arriba se localizan calizas cada vez más impuras, de colores que van del amarillo al rojizo y forman suelos lateríticos. Los niveles superiores están representados por calizas blancas, duras y masivas. Las rocas más recientes consisten en depósitos cuaternarios (SARH, 1981.; Escobar, 1986.).

Hidrología

Debido a la conformación geológica y topográfica, la circulación de los escurrimientos es principalmente subterránea y no existen en la superficie. Aproximadamente a 4 km del área experimental existe un cenote o pozo circular formado por el hundimiento de los techos de las grutas, dejando al descubierto las aguas subterráneas (Escobar, 1986.).

Metodología del estudio

a) Elección del área de estudio. Se eligieron las parcelas experimentales de 50 x 100 m (5000 m²), en donde en el año de 1986, Negreros et al, aplicaron diferentes intensidades de corta, y posteriormente en marzo de 1991, se tomaron datos de campo como parte normal del seguimiento y/o monitoreo de la regeneración natural obtenida en el tratamiento aplicado a la vegetación original:



Las áreas se eligieron en base a que :

A) Se conocía el año en el cual se realizó el inventario forestal (1985), y aplicaron las cortas (1986).

B) Al menos habían pasado cinco años de aplicadas las cortas para considerar la posibilidad de encontrar regeneración establecida de caoba.

b) Diseño de muestreo. Para la elección del diseño de muestreo en 1991, se realizaron recorridos preliminares de campo en el área sujeta a estudio, para determinar las características de homogeneidad del arbolado remanente, regeneración y condiciones del sitio, habiéndose determinado que el área presenta un estrato bien definido en cuanto a tipo y estado sucesional del rodal. Para obtener la información necesaria, el diseño de muestreo seleccionado fue; *Muestreo al azar*. Las unidades de muestreo fueron 30 cuadrantes de 20 m² (2 x 10 m.), donde se midieron todos los individuos de más de 10 cm. de altura (Fig. 2).

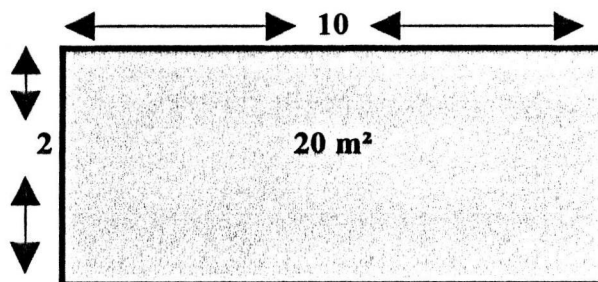


Fig. 2 Croquis del cuadrante de muestreo, utilizado en el ejido X-Hazil, en las parcelas donde se aplicaron las diferentes intensidades de corta.

Para la localización de las unidades de muestreo, en gabinete y con auxilio de una malla de cuadros en forma aleatoria se determinó la ubicación de los sitios. La intensidad de muestreo fue del 2.4 % del total de la superficie. La localización de los sitios se hizo estableciendo rumbos francos y midiendo distancias, empleando para determinar el rumbo, una brújula silva y para medir distancias un cable compensado.

c) Registro de datos. Los datos que se tomaron en cada sitio fueron de dos clases: los que sirven para un mejor control de captación y manejo de información, como son: fecha, predio, propietario, municipio, número de sitio, y aquellos que son útiles para evaluar las características de la población de estudio, como : número de individuo, especie, altura total, pendiente y exposición zenital, grosor del mantillo orgánico. La información se recabo en hojas de registro especialmente diseñadas.

d) Análisis de la información. Se realizó un análisis para un muestreo al azar simple, para la estimación de los parámetros de la población para las variables medidas en cada una de las diferentes intensidades de corta; y para obtener los perfiles de la estructura poblacional se utilizaron histogramas de frecuencias de las variables medidas, y el nivel de análisis se realizó con la totalidad de los individuos por unidad de superficie.

RESULTADOS

CASO 1

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes intensidades de corta, sobre el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de la regeneración natural de las especies arbóreas de interés comercial (tolerantes e intolerantes a la sombra). Para la selección de estas especies y que sirvieron como guía para aplicar las diferentes intensidades de corta, se consideraron los grupos de especies comerciales que maneja la Sociedad de Productores Forestales de las zonas Sur y Maya del Estado de Quintana, Roo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.- ESPECIES MADERABLES - GRUPOS COMERCIALES
SOCIEDAD DE PRODUCTORES FORESTALES ZONA SUR Y NORTE
DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.**

GRUPO	NOMBRE COMÚN
1.- PRECIOSAS	CAOBA CEDRO
2.- BLANDAS BLANCAS	CHACA ROJO JOBO NEGRITO SAC-CHACA
3.- ROJAS	AMAPOLA BARI
4.- DURAS DECORATIVAS	CHECHEN NEGRO GRANADILLO KATALOX MACHICHE CIRICOTE TZALAM JOBILLO
5.- DURAS INDUSTRIALES	BAYO CHACTECOC CHACTEVIGA JABIN KANISTE PELMAX PUKTE

FUENTE : Sociedad de Productores Forestales, 1985. Chetumal, Quintana, Roo.

Los resultados obtenidos por Negreros, et al, (1985) de acuerdo al inventario forestal aplicado a las 5 parcelas de 0.5 ha indican que se encontró un promedio de 51 especies arbóreas/ha., 645 ind./ha., y un área basal residual promedio de 39.37 m²/ha (Cuadro 3).

Cuadro 3. Inventario Forestal 1985.

PARCELA	INTENSIDAD DE CORTA	NÚMERO DE ESPECIES	NÚMERO DE IND./ha.	AREA BASAL RESIDUAL m ² /ha.	AREA BASAL RESIDUAL DESPUES DE LA CORTA m ² /ha.
1	0	53	704	38.30	38.30
2	25	53	693	46.34	37.46
3	50	42	544	45.00	22.50
4	75	56	587	38.85	9.86
5	15	50	700	34.34	29.19
PROMEDIO		51	645	39.37	
DESVIACIÓN ESTANDAR		4.79	66.89	5.46	

Dentro de la 5 parcelas se encontró un total de 18 árboles de caoba, destruidos de la manera siguiente :

PARCELA	INTENSIDAD DE CORTA APLICADA %	NÚMERO DE INDIVIDUOS DE CAOBA	ALTURA TOTAL PROMEDIO (m).	DIÁMETRO PROMEDIO (cm).
1	0	1	12	10
2	25	5	21	49
3	50	4	21	47
4	75	7	21	56
5	15	1	17	31

De las especies arbóreas encontradas, 24 de ellas tienen un valor comercial o pueden tener un potencial para ser comerciales. La tabla 1 muestra las especies encontradas en el área de estudio, las cuales se agruparon en diferentes categorías, de acuerdo a su grado de tolerancia (tolerantes e intolerantes a la sombra), importancia y/o potencial comercial, se determinaron como las especies guía, para dirigir los aclareos y a otras especies no comerciales (se bajó el número de individuos por especie, cuidando de mantener la diversidad), para así favorecer la regeneración de las especies comerciales.

Tabla.1 Especies comerciales - con potencial comercial y grado de tolerancia.

Nombre común	Especie	tolerancia
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Intolerante
Boop	<i>Coccoloba</i> sp	Intolerante
Caoba	<i>Swietenia macorphylla</i> King.	Intolerante
Catalox	<i>Swartzia cubensis</i> Britt	Intolerante
Chaca	<i>Bursera simaruba</i> L.	Intolerante
Chechem	<i>Metopium brownei</i> Jacq.	Intolerante
Huayancox	Desconocida	Intolerante
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Intolerante
Sakchaka	<i>Dendropanax arboreus</i> L.	Intolerante
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i> D.C.	Intolerante
Tamay	<i>Zuelania guidonea</i> SW.	Intolerante
Tastab	<i>Guettarda combsii</i> Urban.	Intolerante
Yax-nix	<i>Vitex gaumeri</i> Gree.	Intolerante
Chactecoc	<i>Sickingia salvadorensis</i> Standall.	Intolerante
Copal Blanco	<i>Protium copal</i> Engl.	Tolerante
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standall.	Tolerante
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	Intolerante
Boobchich	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell.	Tolerante
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i> SW.	Tolerante
Zapotillo	<i>Pouteria unilocularis</i> Down SW.	Tolerante
Katzín	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth	Tolerante
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Gremm.	Tolerante
K'anixté	<i>Pouteria campachiana</i> H.B.K.	Tolerante
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Tolerante

En general, hubo una pequeña diferencia entre el número de plántulas en 1986 y 1991, para las 5 parcelas (tabla 2), el área basal removida no mostró tener mucho efecto en la cantidad de regeneración natural.

Tabla 2. Número de plántulas de todas las especies por hectárea para cada parcela de 0.5 ha en 1986 y 1991, cinco años después del tratamiento.

Parcela Número	Area Basal Removida	1986 N/ha.	1991 N/ha.
1	0	1168	808
2	25	1131	1635
3	50	1224	915
4	70	1445	1156
5	15	769	1313
Total		5737	5827

N/Ha= Número de individuos por hectárea.

La Figura 1 muestra la respuesta de todas las especies, incluyendo a todas las comerciales. Para todas las especies en general, el máximo ocurrió cuando el 50 % o menos fue removido, mientras

que el máximo de regeneración para las especies comerciales ocurrió después de que el 50 % del área basal fue removida.

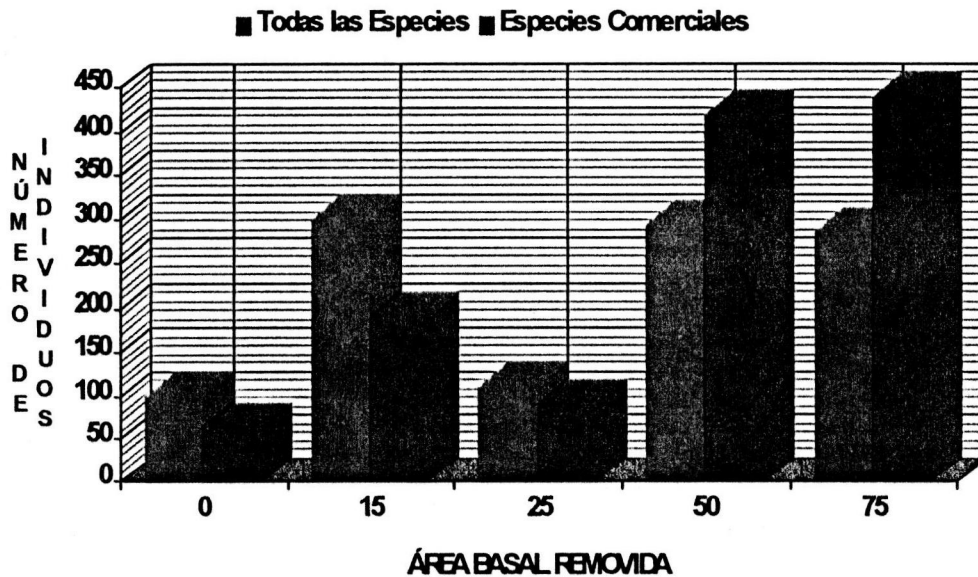


Fig.1 Especies Comerciales
Promedio general del número de plántulas de todas las especies arbóreas y especies comerciales en relación al área basal removida.

La Figura 2 muestra la respuesta de las especies comerciales intolerantes. El patrón de las especies intolerantes se comporta de manera muy similar para todas.

Existe un incremento en la regeneración a medida que se incrementa el área basal removida y específicamente después del 50 %, destacando las especies intolerantes comerciales a medida que se incrementa el área basal removida.

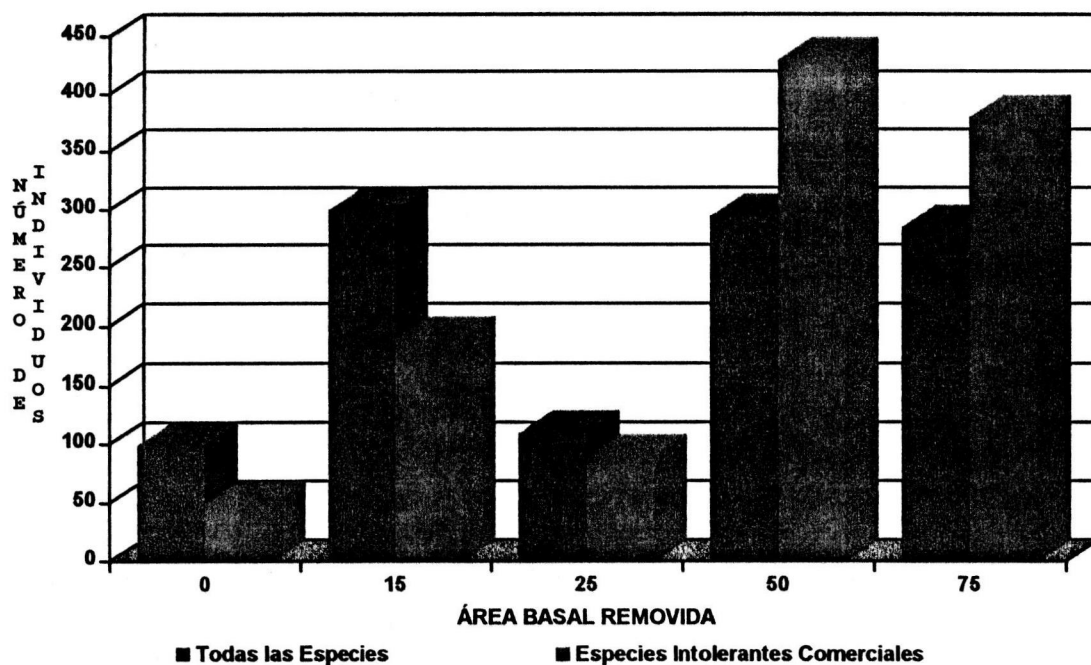


Fig. 2 Especies Intolerantes Comerciales

La figura 3 muestra la respuesta de las especies comerciales tolerantes, para las cuales el patron fue similar a las intolerantes, al analizarse todas juntas en grupo. La máxima regeneración ocurrió después de que el 50 % de área basal fue removida y después de la cual es clara la disminución del número de plántulas de las especies tolerantes.

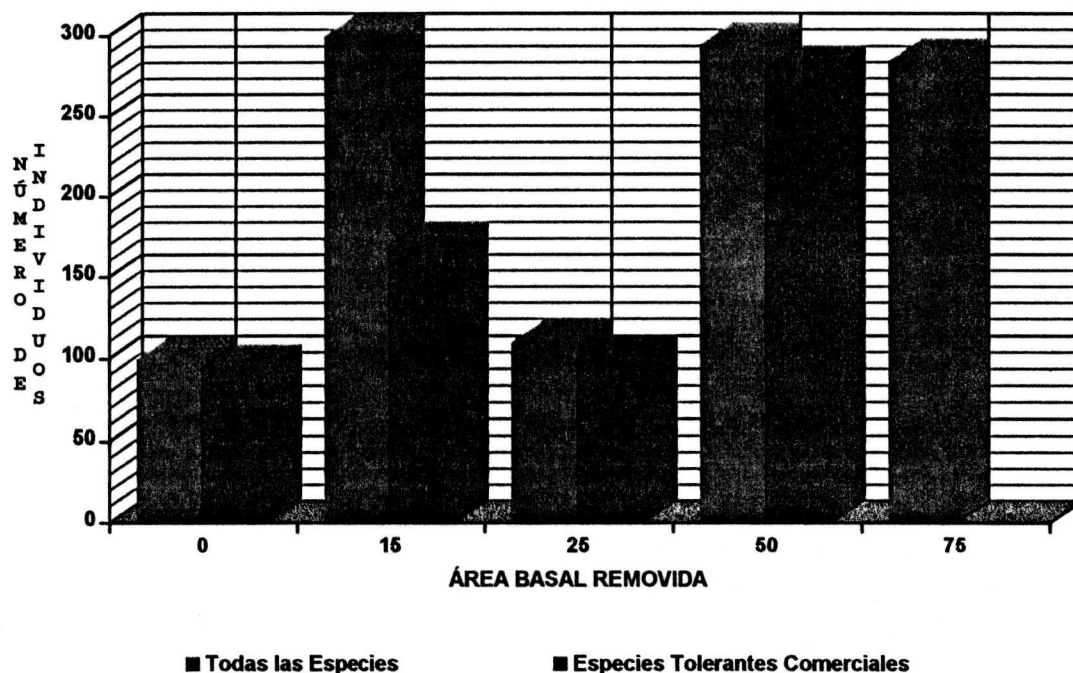


Fig. 3 Especies Tolerantes Comerciales

Dentro de este análisis destaca la presencia de plántulas de caoba, la cual se presenta de manera abundante y lo cual permite hacer un análisis para esta especie en especial. En la Figura 4, se observa que a medida que se incrementa el área basal removida, el número de individuos de caoba se incrementa de manera intensa, cuando se remueve entre el 50 y 75 %.

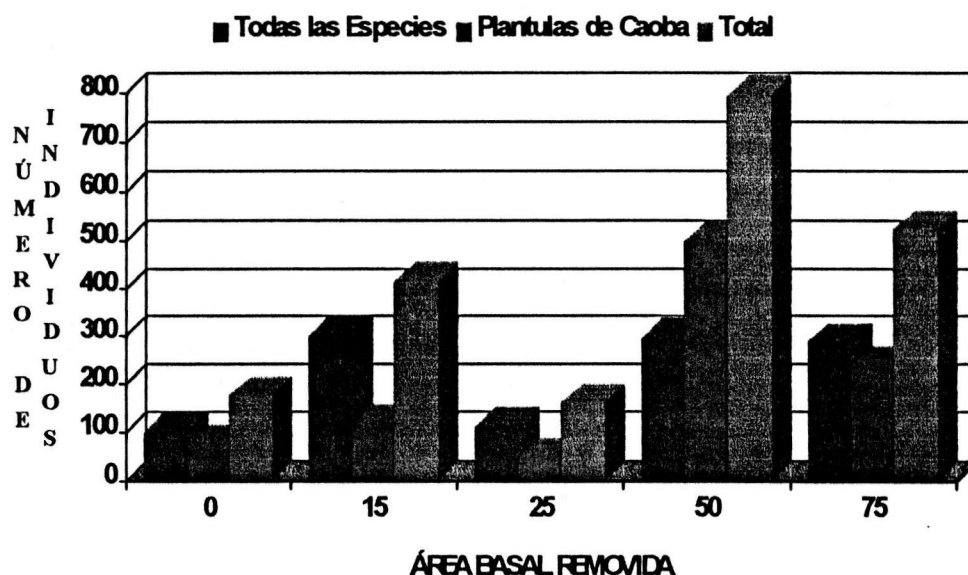


Fig. 4 Plantulas de Caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Características promedio de la regeneración natural de caoba

Con los datos obtenidos en el muestreo aplicado exclusivamente a la regeneración natural de caoba, se encontró lo siguiente :

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los parámetros estimados para la regeneración natural de caoba existente en los 5 lotes experimentales.

Tabla. 3 Características promedio de la regeneración natural de caoba.

INTENSIDAD DE CORTA	VAR	PARAMETROS ESTIMADOS					
		PROM	DE	C.V.	EEM	LI	LS
0	NI	575	406.58	81.31	182.0	70	1080
	DN	0.32	0.138	50.85	0.57	0.15	0.49
	AT	27.37	11.71	49.21	5.23	12.83	41.91
15	NI	805	314.94	44.99	140.30	414	1196
	DN	0.72	0.44	69.68	0.19	0.18	1.25
	AT	23.82	16.80	81.12	7.51	11.73	60.77
25	NI	1610	1068.5	67.48	422.05	437	2783
	DN	0.48	0.10	24.71	4.62	0.36	0.61
	AT	30.14	7.49	28.60	3.36	20.83	39.46
50	NI	2415	1542.9	73.47	690	499	4331
	DN	0.74	0.51	79.69	0.23	0.10	1.37
	AT	56.73	38.69	78.44	17.31	8.68	104.78
75	NI	1035	749.71	83.31	335.8	105	1965
	DN	0.57	0.42	84.37	0.19	0.08	1.13
	AT	40.17	29.05	84.22	12.99	4.10	76.23

Donde:

Var = Variables

NI = Número de Individuos

DN = Diámetro a la base

AT = Altura total

LI = Limite inferior

PROM = Promedio

DE = Desviación estandar

C.V. = Coeficiente de variación

EEM = Error estandar de muestreo

LS = Limite superior

Número de individuos por hectárea (NI)

Los resultados del análisis realizado para las parcelas donde se aplicaron las diferentes intensidades de corta, se observan marcadas diferencias en el número promedio de individuos por hectárea de caoba en las diferentes parcelas, variando de 575 a 2415 individuos para las parcelas donde se localizó el menor número de individuos, respectivamente.

En la Figura 5, se observa un marcado efecto en relación a las diferentes intensidades de corta, lo que parece indicar que para esta especie existe una proporción inversa entre el nivel de existencias residuales, la apertura del dosel y la cantidad y calidad de luz que incide, con la cantidad de renuevo que se establece hasta determinados límites, pues cuando la intensidad de corta es elevada, la regeneración de caoba que se establece empieza a disminuir o cuando es muy baja también es escasa, encontrándose que el número de individuos es alto en el 50 % de intensidad de corta.

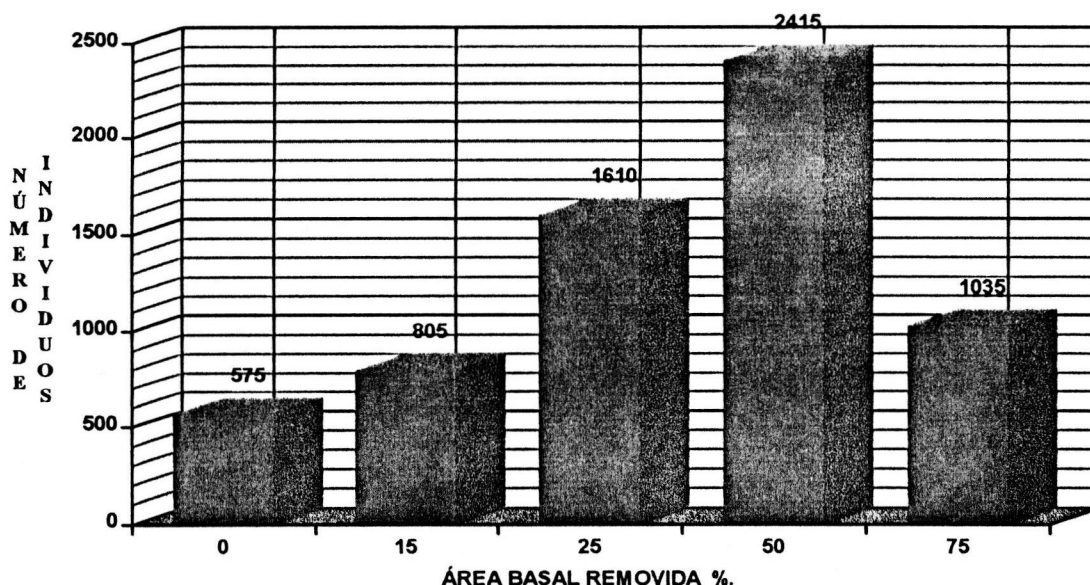


Fig. 5 Distribución de frecuencias del número de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Diámetro a la base (DNB)

Los resultados del análisis estadístico en el muestreo aplicado (Tabla 3), para esta variable indican que para la especie evaluada existe un diámetro promedio que varía de 0.32 cm., para la parcela experimental testigo y 0.74 cm., para la parcela donde se cortó el 50 % del área basal original, las cuales son las más contrastantes.

Los diámetros a la base presentan una amplia dispersión respecto de los promedios poblacionales estimados para cada parcela, y de acuerdo a los coeficientes de variación, se observa que existe una alta variabilidad para esta variable en todos los tratamientos. En la Tabla 3 se indica la precisión empleada (error estándar de muestreo) en la estimación de estos parámetros, con respecto a la media estimada, así como los intervalos de confianza calculados al 95 % de confiabilidad, de donde podemos inferir los rangos en los que es probable encontrar los promedios del diámetro en la base en cada parcela experimental.

En la Figura 6 se observa el promedio de los diámetros a la base, existentes en las áreas donde se realizaron las diferentes intensidades de corta.

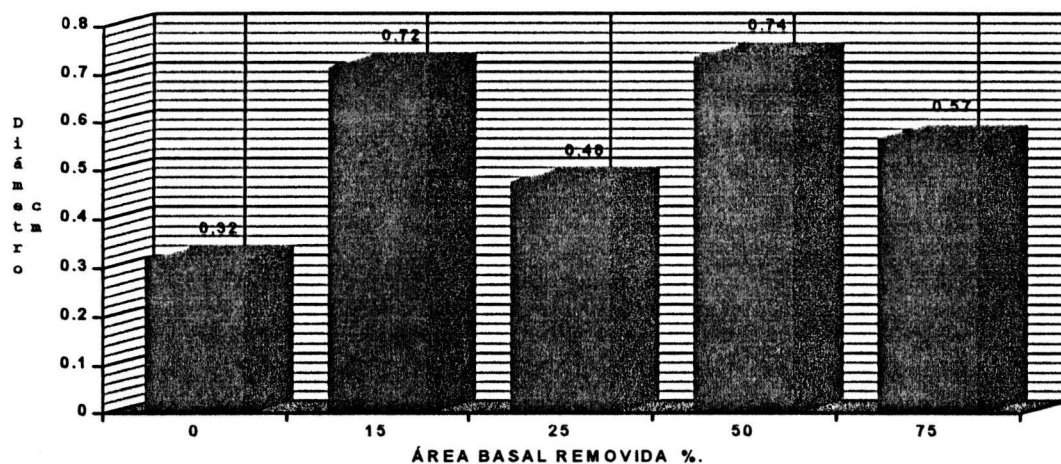


Fig. 6 Diámetro promedio a la base de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Altura total (AT)

La regeneración de caoba alcanzó una altura total promedio que varía de 27.37 cm en la parcela de 0 % de intensidad de corta y de 56.73 cm para la parcela de 50 % de intensidad de corta del área basal original. La altura se dispersa ampliamente en relación a los promedios calculados, lo cual se comprueba al calcular sus respectivos coeficientes de variación. En la Tabla 3 se muestra la precisión empleada en la estimación de estos parámetros, así como los intervalos de confianza calculados al 95 % de confiabilidad, donde puede inferirse los rangos en los que es probable se ubique la altura total de los individuos de caoba. En la Figura 7, se observa que las mayores alturas promedio se alcanzaron en la parcela experimental donde se removió el 50 % del área basal existente.

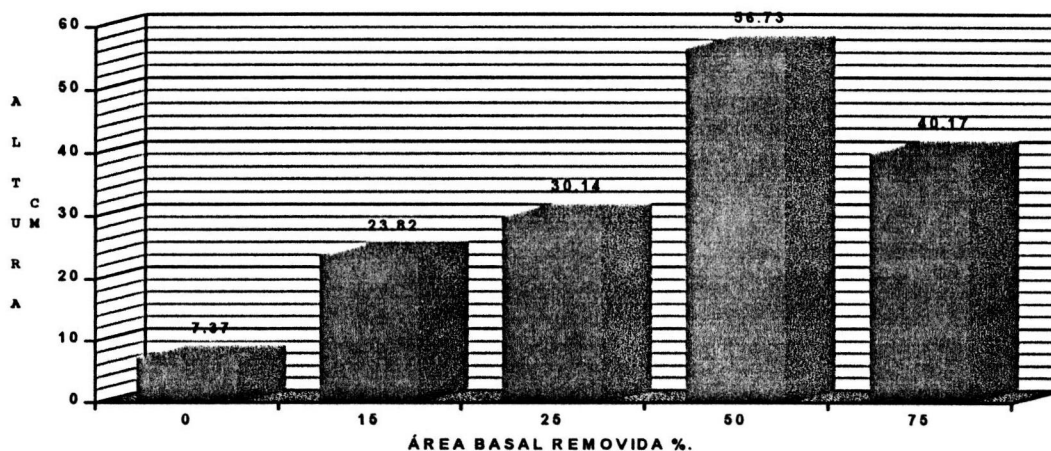


Fig. 7 Altura total promedio de las plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

CASO 2

Descripción del área de estudio

Localización

Este estudio se llevó a cabo en el área de influencia del Campo experimental “ San Felipe Bacalar”, perteneciente al CIFAP, Quintana Roo, entre los paralelos 18°46' y 18°51' de latitud norte y los meridianos 88°17' y 88°51' de longitud oeste, a una altura de 10 msnm (Chavelas, 1976.).

Clima

El clima de acuerdo con la clasificación de Koëppen, es un Aw2(i), siendo el más húmedo de los cálidos sbhúmedos, con lluvias en verano, precipitación media entre 100-1200 mm y con temperatura media de 26°C, con poca oscilación térmica entre 5°C y 7°C, con vientos dominantes del sureste (Chavelas, 1976; Escobar, 1986).

Vegetación

El campo cuenta con una área experimental de 8,000 ha, donde existen 6 tipos de vegetación : Selva mediana subperennifolia, (sobre suelos profundos Yax-hom), selva mediana subperennifolia (sobre suelos poco profundos), selva baja caducifolia, sabana, palmares y manglares de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández (1963). El área de estudio se encuentra enclavado en lo que fue una selva mediana subperennifolia, la composición florística que presentara este fragmento de selva como la vegetación adyacente, especies como Brosimum alicastrum, Manilkara zapota, son muy abundantes en el estrato superior , y otras como : Swietenia macrophylla, Alseis yucatanensis, Bursera simarouba, Sabal japa, Cryosophylla argentea, Coccoloba acapulcensis, Coccoloba spicata, Vitex gaumeri, Swartzia cubensis, Metopium brownei, Cedrela odorata, Lysiloma bahamensis, Zuelania guidonea, Sickingia salvadorensis, Talisia olivaeformis, Pouteria unilocularis, Pouteria campechiana, Trichilia minutiflora, Simarouba glauca, Pimenta dioica, Guettarda combsii, Psidia communis.

Edafología

El tipo de suelo donde se encuentra el estudio, es un Chac-lum, suelo rojo de menos de 40 cm de espesor, yacen sobre roca caliza dura, son pedregosos, de relieve plano a ondulado, con pendientes del 5 al 10 %, con drenaje interno muy rápido y superficial (Chavelas, 1976.; Escobar, 1986.).

Hidrología

El área de estudio se localiza en las mediaciones de dos almacenamientos de agua, siendo las más cercana la “ Laguna de Bacalar “, en la parte este y la “ Laguna de San Felipe “ en la parte oeste (Chavelas, 1976.; Escobar, 1986.).

Metodología

Selección del arbolado

Para la realización de este estudio en 1984, se seleccionó un árbol de caoba (*Swietenia macrophylla* King.), en una superficie de 8,000 m², bajo los siguientes criterios :

- a) Que fuera dominante en el estrato superior, con fuste recto copa compacta y exuberante.
- b) Que no presentara daños físicos y resistente a los vientos.
- c) Que fuera buen productor de semillas y sobre todo que ésta presentara un alto porcentaje de germinación.

El árbol seleccionado quedó ubicado en el centro del área para facilitar la toma de datos y conocer la distancia de dispersión de semillas (originalmente).

Preparación del terreno

En enero de 1984, esta actividad consistió en la remoción del arbolado en la superficie de 8,000 m², dejando solo algunos árboles dispersos. Dicha actividad se realizó antes del inicio del periodo de dispersión de la semilla de caoba. La remoción del arbolado residual se hizo con un tractor de orugas y que al mismo tiempo se hiciera una remoción del suelo mineral al arrastre de los árboles, a fin de tener una cama semillera preparada, para que al caer la semilla al suelo esta encontrara condiciones favorables para su germinación y establecimiento. Los frutos de los árboles de caoba, cercanos al área de estudio, fueron removidos en febrero de 1984 y durante los cinco años siguientes, con motivo de tener un mejor control de esta población lograda con la semillación de 1984.

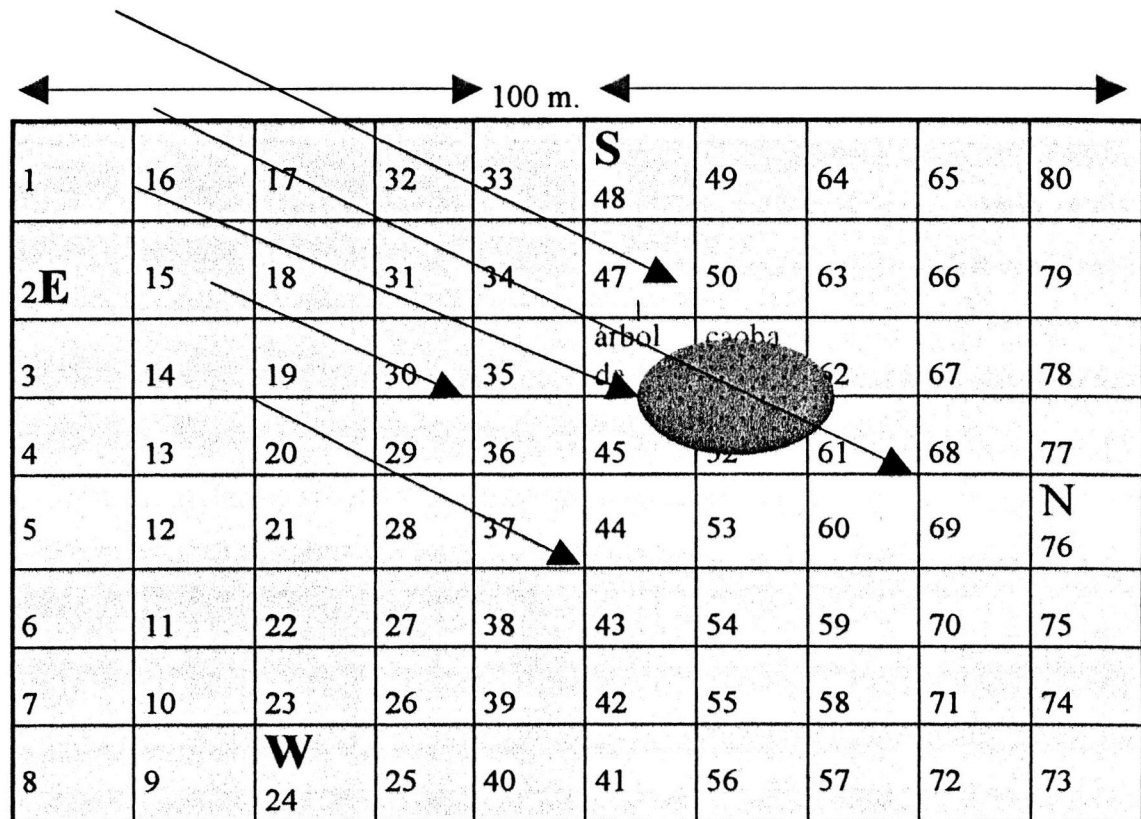
A fin de conocer de manera casi exacta, el número de frutos en el árbol, cantidad de semilla dispersada, y localizada en el área de estudio, como la distancia que puede alcanzar del centro del árbol, el área fue dividida en 80 secciones de 10x10 m (100 m²), en las cuales se contabilizó el germoplasma caído. El conocimiento de la producción total de frutos, número de semillas promedio por fruto, permitió determinar el porcentaje de semillas existentes en el área, en relación a la cantidad total de semillas dispersadas.

Una vez establecida la regeneración de caoba, a ésta se le aplicaron 2 chapeos (cortas de liberación) por año, se realizaron mediciones anuales a partir del primer año, a fin de conocer su comportamiento desde su establecimiento y posterior desarrollo.

A fin de evaluar el comportamiento de la regeneración hasta marzo 1990 en los últimos 5 años se procedió de la siguiente manera:

a) Elección del área de estudio. Se eligieron las 80 parcelas de 10 x 10 m (100 m²), utilizadas en la evaluación de la dispersión de semillas de caoba.

Vientos Dominantes SE.

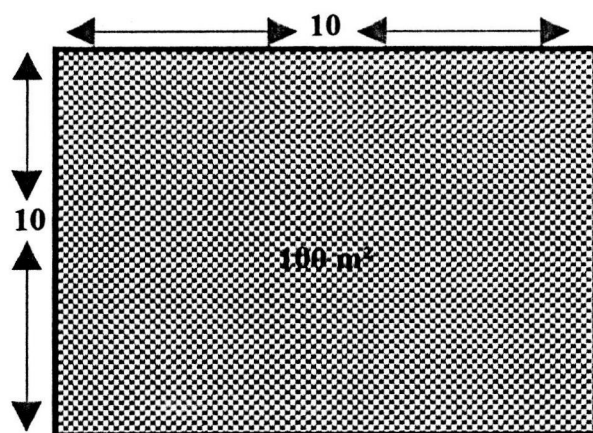


Estas áreas se eligieron en base a que :

A) Se conocía el año en el cual se aplicaron las cortas (1984).

b) Al menos habían pasado seis años de aplicadas las cortas, para considerar la posibilidad de encontrar regeneración establecida de caoba.

b) **Diseño de muestreo.** Para la elección del diseño de muestreo se realizaron recorridos preliminares de campo en el área sujeta a estudio, para determinar las características de homogeneidad del arbolado remanente, regeneración y condiciones del sitio, habiéndose determinado que el área presenta un estrato bien definidos en cuanto a tipo y estado sucesional del rodal. Para obtener la información necesaria, el diseño de muestreo seleccionado fue **Muestreo al azar**. Las unidades de muestreo fueron 16 cuadrantes de 100 m² (10 x 10 m.), donde se midieron todos los individuos.



Croquis del cuadrante de muestreo, utilizado en el C.E.F. “ San Felipe Bacalar “, en las parcelas utilizadas en la evaluación de la dispersión de semillas de caoba.

Para la localización de las unidades de muestreo, en gabinete y con auxilio de una malla de cuadros en forma aleatoria se determinó la ubicación de los sitios.

La intensidad de muestreo fue del 20 % del total de la superficie. La localización de los sitios se hizo estableciendo rumbos francos y midiendo distancias, empleando para determinar el rumbo, una brújula silva y para medir distancias un cable compensado.

c) Registro de datos. Los datos que se tomaron en cada sitio fueron de dos clases: los que sirven para un mejor control de captación y manejo de información, como son: fecha, predio, propietario, municipio, número de sitio, y aquellos que son útiles para evaluar las características de la población de estudio, como : número de individuo, especie, altura total, pendiente, exposición zenital, grosor del mantillo orgánico. La información se recabo en hojas de registro especialmente diseñadas. Durante 1984-1990, se efectuaron mediciones del número de individuos totales en el área, altura total y diámetro normal una vez que estos alcanzaron 1.30 m de altura.

d) Análisis de la información. Se realizó un análisis para un muestreo estratificado al azar simple, para la estimación de los parámetros de la población para las variables medidas en cada una de las diferentes intensidades de corta; y para obtener los perfiles de la estructura poblacional se utilizaron histogramas de frecuencias de las variables medidas, y el nivel de análisis se realizó con la totalidad de los individuos por unidad de superficie. Así mismo, se elaboraron gráficas que representan el comportamiento del crecimiento en altura y diámetro normal, así como las variables derivadas de incremento en altura e incremento en diámetro normal.

CASO 2

Ensayo Preliminar de la Regeneración Natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King.).²

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en el área de estudio.

Cuadro 4. Estudio sobre la dispersión de semillas (1988) y del ensayo preliminar de la regeneración natural de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) (1990).

Número de frutos	Número de Semillas en el Fruto	Semillas Dispersadas	Semillas Localizadas	1985	1986	1987	1991
	45	8145	5487	913	1620	1133	646
		100	67.3	16.6	29.5	20.6	11.8

Se ubicó un árbol Padre con buenas características fisionómicas y que fuera buen productor de semillas, al cual se le removió todo el arbolado a su alrededor, en una superficie de 8000 m² en enero de 1984, en febrero de 1984 se cuantificaron un total de 181 frutos, con 45 semillas en promedio por fruto, dando un total de 8145 semillas dispersadas, de las cuales solamente 5487 se localizaron dentro del área de estudio y que contenían un 95 % de viabilidad.

Un año después de iniciado el experimento, se contabilizaron 913 plántulas (16.6 %) del total de semillas localizadas originalmente en el terreno. Cinco años después se tenían 646 brinzales (11.77 %) del total de semillas localizadas, esto representa 646 individuos en 0.8 hectáreas.

Las observaciones directas hechas en campo, durante 1984-1988, en relación a la distancia que pueden alcanzar las semillas de caoba al ser dispersadas por el viento, se encontró que la distancia de dispersión de las semillas de caoba, depende en gran medida, a) de las barreras naturales que esta encuentra a su paso, b) de la velocidad e intensidad de los vientos dominantes. La dispersión fue a favor de los vientos dominantes y la distancia que ésta puede alcanzar es de hasta 200 metros, respecto al centro del árbol, aunque en promedio éstas pueden alcanzar una distancia entre 30 y 60 metros, es decir de 1 a 2 veces la altura del árbol.

Características promedio de la regeneración natural de caoba

En el muestreo realizado a este estudio, se obtuvieron los siguientes resultados :

En el Cuadro 5 se presentan los resultados básicos de los parámetros estimados, para la regeneración natural de caoba.

² Tomado de Escoto, 1990. (inédito).

Cuadro 5. Parámetros estimados de la regeneración natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King.).

AÑO	VARIABLE	PROMEDIO	D S	CV %	EM	LI	LS
1985	NI	913	1118	122	322	235	1591
	AT	0.79	0.25	32	0.07	0.64	0.95
	DN	----	----	----	----	----	----
1986	NI	1620	2403	148	693	93	3146
	AT	1.63	0.62	38	0.18	1.23	2.03
	DN	1.63	0.46	28	0.13	1.33	1.92
1987	NI	1133	1695	149	489	56	2209
	AT	2.50	1.07	43	0.31	1.81	3.18
	DN	2.29	1.06	46	0.30	1.61	2.96
1991	NI	646	660	93	190	226	1065
	AT	4.66	2.01	43	0.58	3.37	5.94
	DN	5.37	3.12	58	0.90	3.38	7.37

Donde :

DS = Desviación estandar

CV = Coeficiente de variación

EM = Error de muestreo

LI y Ls = Intervalos de confinaza inferior y superior calculados al 95 %.

Número de Individuos (NI)

El número de individuos presentes por año en el área evaluada, fue de 913 individuos un año después de establecido el experimento, de 1620 y 1133 durante los años siguientes, respectivamente, y de 646 individuos seis años después. El coeficiente de variación y la desviación estandar del muestreo de cada año de evaluación, indican la alta variabilidad en el número de individuos por unidad de superficie en el área de estudio.

Altura total (AT)

A la edad de un año las plántulas alcanzaron 0.70 cm de altura total, a la edad de seis años éstas tenían un promedio de 4.66 m. Los coeficientes de variación indican, poca variación en relación a la la altura total de todos individuos presentes en el área. El error de muestreo como los intervalos de confianza calculados para cada año, indican una buena estimación para este parámetro (Cuadro 5).

En la Figura 8, se presenta la distribución de alturas de las plantas de caoba a la edad de seis años, donde se observa que el mayor número de árboles se concentra en las categorías de 2 metros hasta 7 metros de altura.

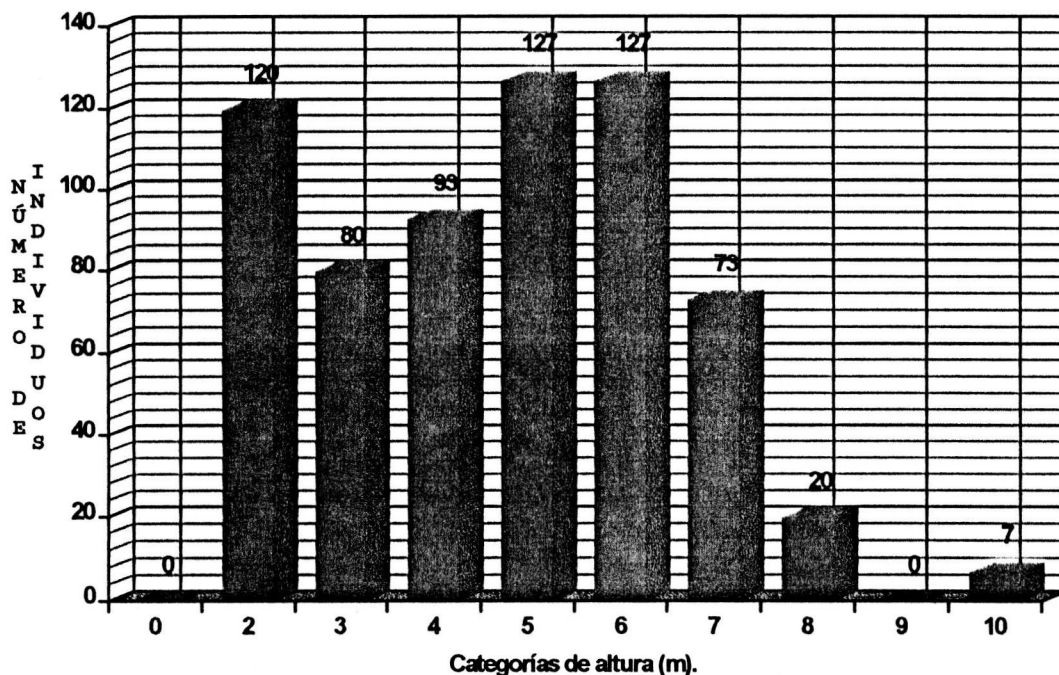


Fig. 8 Distribución de frecuencias por clases de altura de las plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Diámetro normal (DN)

A la edad de dos años el diámetro que alcanzaron las plántulas fue de 1.63 cm, con una desviación estandar de 0.46 y un coeficiente de variación del 38 %. A la edad de seis años (1990), presentaron un diámetro normal promedio de 5.37, con una desviación estandar de 3.12 y un coeficiente de variación del 58 %. En la Tabla 5 se observa que conforme la edad es mayor los coeficientes de variación aumentan. El error de muestreo y los intervalos de confianza, indican una buena estimación de esta variable.

En la Figura 9, se presenta la distribución de diámetros a la edad de seis años. Donde se observa una estructura desbalanceada pero que tiene una tendencia a la normalidad; concentrándose el mayor número de individuos en las categorías de 2 y 3 cm. y otros en categorías mayores.

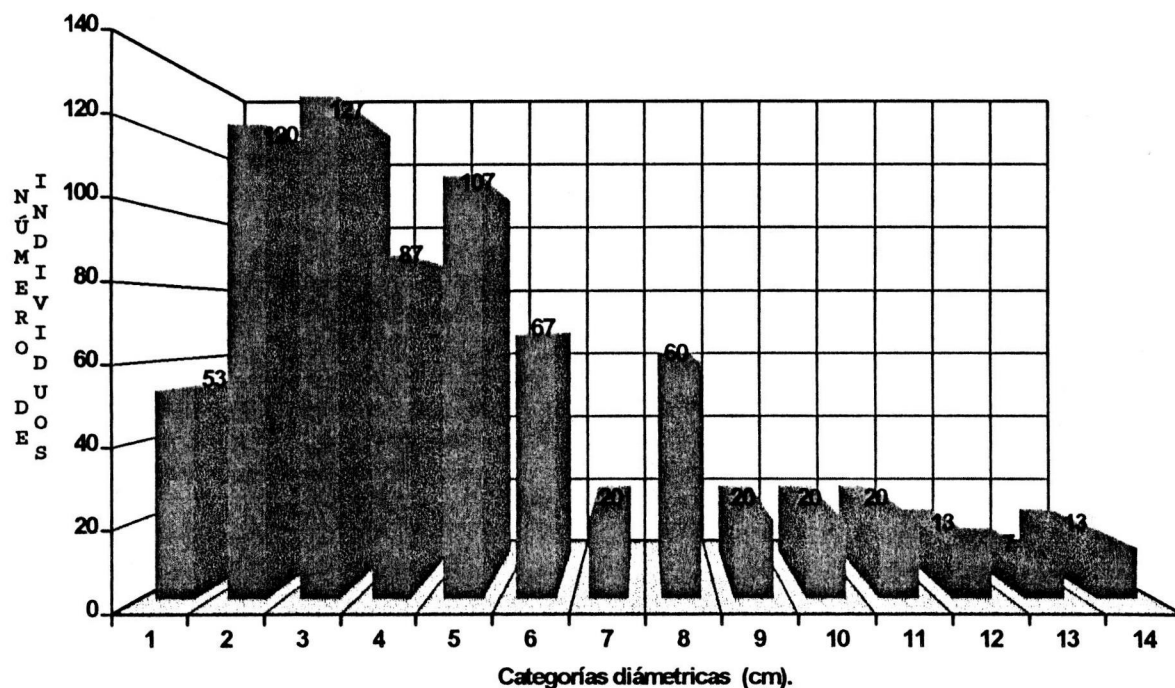


Fig. 9 Distribución de frecuencias por categorías diámetrica de las plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Crecimiento en altura

En el Cuadro 6 y la Figura 10, se presenta el comportamiento del crecimiento e incremento en altura de la regeneración de caoba a la edad de seis años. A esta edad las plántulas alcanzan un crecimiento promedio en altura de 4.66 metros, con un incremento corriente anual de 2.157 metros (ICA) y 0.776 metros de incremento medio anual (IMA).

Cuadro 6. Proyección del crecimiento en altura con valores promedio para los individuos de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

EDAD	ALTURA (m).	ICA (m).	IMA (m).
1	0.799	0.799	0.799
3	2.503	1.704	0.834
6	4.660	2.157	0.776

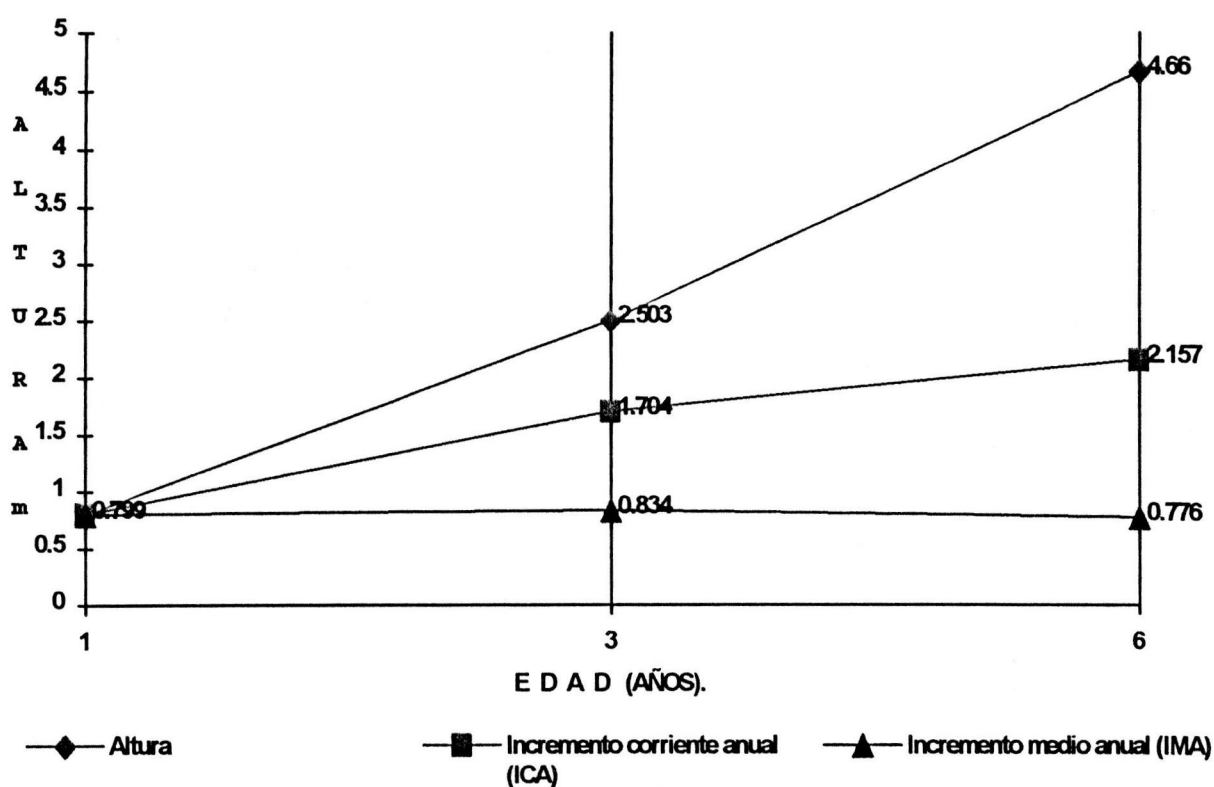


Fig. 10 Crecimiento e Incremento en altura de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Crecimiento en diámetro

En el Cuadro 7 y Figura 11, se presenta el comportamiento del crecimiento e incremento en diámetro de la regeneración de caoba a la edad de seis años. A esta edad se alcanzó un crecimiento en diámetro de 5.37 cm, con un incremento corriente anual de 3.08 cm y un incremento medio anual de 0.51 cm.

Cuadro 7. Proyección del crecimiento en diámetro con valores promedio para los individuos de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

EDAD	Diámetro(cm).	ICA (cm).	IMA (cm).
1	-----	-----	-----
3	2.291	2.291	2.291
6	5.271	3.080	0.513

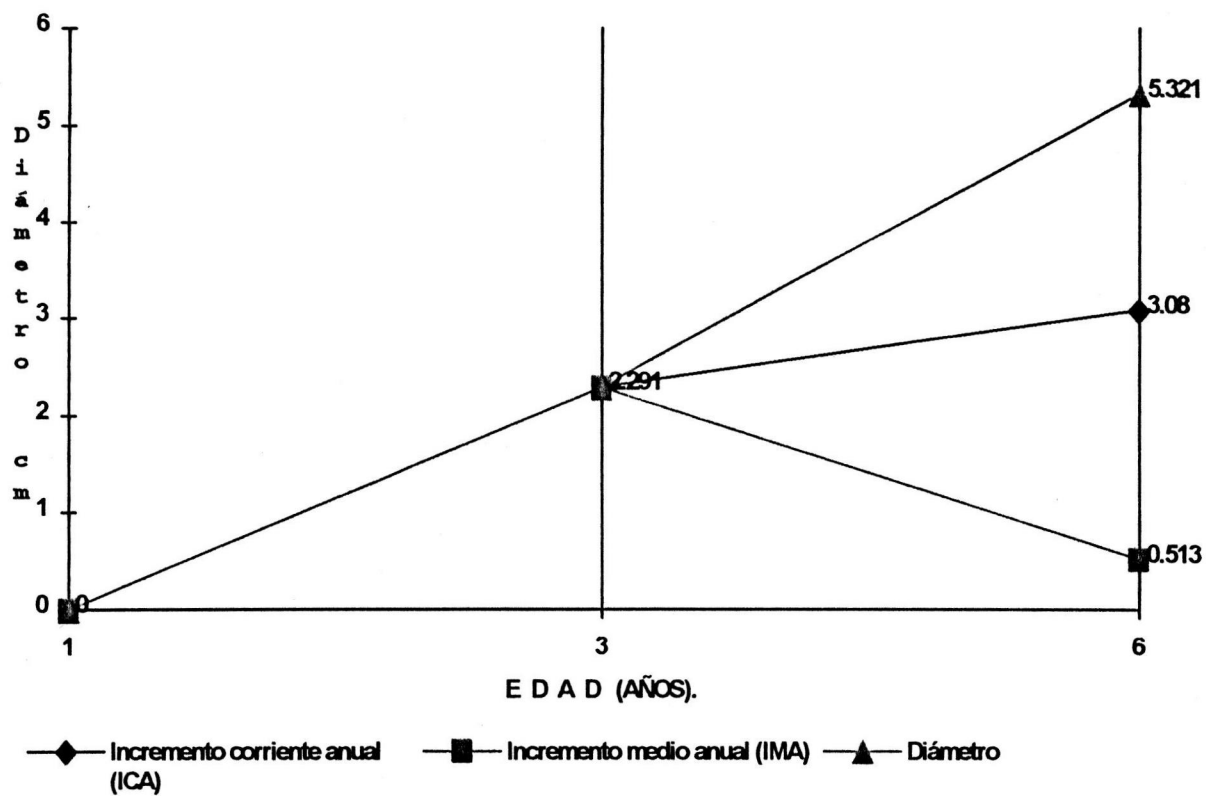


Fig. 11 Crecimiento e Incremento en diámetro de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Discusión

Antes de iniciar la discusión de los resultados, es importante hacer un breve análisis acerca del manejo de los recursos forestales en el estado de Quintana Roo.

A pesar de los logros hasta hoy obtenidos en el Estado, como son el incremento del volumen cortable de 5 a 8 m³/ha y sus cambios en la composición botánica (mayor número de especies de maderas blandas tropicales), mejor organización y capacitación de los ejidatarios, capitalización de los ejidos forestales en cuanto a su maquinaria de extracción, determinación de áreas permanentes : (Forestales, agrícolas y pecuarias), inventario en los ejidos, El actual modelo de explotación forestal en el estado sigue siendo altamente selectivo, la extracción de los mejores individuos de la vegetación, deja a su paso una comunidad con árboles de especies poco atractivas comercialmente. En otras palabras se podría decir, que las explotaciones forestales realizadas, se han llevado a cabo, sin estar acordes a un plan de Manejo Forestal, que permita asegurar el aprovechamiento y conservación del recurso mediante su " Cultivo " dicho modelo de explotación se caracteriza por presentar los siguientes rasgos :

1 Monteo, corte, arrastre, entrega del producto e industrialización del mismo, de árboles que alcancen el diámetro mínimo de corta establecido por las autoridades e industria forestal,

2 Falta de un sistema silvícola de corta para la extracción y acarreo de trozas, por los serios daños que causan al arbolado remanente y regeneración.

3 Adolecer de los elementos silviculturales de acompañamiento necesarios, tales como: cortas de saneamiento (corta de árboles muertos, secos, chuecos, enfermos, etc.), cortas de liberación (limpias, podas, etc.) y aclareos (intensidades de corta).

Lo anterior lleva a pensar que el actual modelo de explotación no proporcionará ningún beneficio a la selva, puesto que simplemente es una recolección tipo minera y no silvícola, lo que pone en duda la planeación del uso de la tierra y la continuidad de la actividad forestal mediante las cortas económicas, las cuales serán poco rentables en el futuro.

La tasa de deforestación anual en el estado es alta y aunque no se tiene información verídica se estima en 60,000 ha/año, sólo tomando en cuenta la superficie sembrada de maíz bajo el sistema roza-tumba-quema (Escoto, 1990). Las áreas desmontadas generalmente son cultivadas dos o tres años como máximo, posteriormente se abandonan para dar paso a la regeneración de la selva. El sitio permanece así en barbecho, por un período de 10-12 años.

Estas áreas de descanso mantienen una vegetación de segundo crecimiento o vegetación secundaria, la cual provee al campesino de un sin número de satisfactores, pero que comercialmente tienen poco o nulo valor.

Las 24,500 ha sometidas anualmente a la explotación forestal, más la gran superficie de vegetación secundaria, representan una riqueza potencial y constituyen un reto para su manejo y aprovechamiento sustentable.

Tomando en cuenta que la cantidad de información relacionada con el ecosistema tropical y sus procesos, aprovechamiento y manejo forestal es aún limitada, podrían englobarse en cuatro grandes áreas las cuales requieren una atención inmediata :

1. Se desconocen gran cantidad de conocimientos básicos acerca de la biología y ecología de la producción de las especies arbóreas tropicales, tales como; relación-suelo-agua-clima-vegetación-animales-plantas, fenología, producción de semillas, dispersión, etc. a partir de lo cual se tendría que sustentar el desarrollo de la silvicultura y la garantía de regeneración de las especies comerciales, por tanto el prioritario considerar este tipo de investigación.
2. No existen estadísticas sobre crecimiento y producción de la mayoría de las especies maderables. No hay información sobre el crecimiento anual, no sobre la cantidad que puede extraerse, sin poner en peligro la producción de la selva. El estudio sobre el crecimiento y producción de las selvas, es una área prioritaria de la investigación.
3. Los métodos de explotación de madera sobre la selva intervenida, especialmente sobre la regeneración de las especies comerciales entre ellas la caoba, causan un fuerte daño al arbolado remanente y retrasan la regeneración por ejemplo el acarreo de sistema de corta, el acarreo de trozas, etc.; por tanto los daños y beneficios producidos en el proceso de extracción es otra área importante de la investigación.
4. Las selvas presentan una regeneración rica y abundante no obstante la regeneración natural especies de valor comercial como la caoba y el cedro en relación a las demás no es muy significativa, debido principalmente a los déficits de factores ecológicos que prevalecen, y específicamente subóptimas intensidades de luz y alta competencia interespecífica, Por lo tanto hay que orientar la investigación a la determinación de métodos eficaces para aumentar la regeneración de éstas.

Lo arriba mencionado, da idea de la magnitud del problema y de la urgente necesidad de generar la información necesaria, que permita planear el aprovechamiento de los recursos naturales forestales tropicales de manera sustentable.

El hablar del cultivo de la selva o hacer silvicultura se traduce entonces en orientar la composición florística, densidad y crecimiento de las masas forestales hacia fines específicos, definidos por las necesidades que el hombre tiene. En este caso se habla de la producción de las especies de interés económico, no de una o dos especies sino de 15 ó 20 especies. Por lo tanto, el éxito de la intervención del silvicultor en el aprovechamiento, está vinculado con la información disponible sobre las estrategias de regeneración y crecimiento de las especies maderables de

importancia económica, lo cual influirá definitivamente en su decisión final. Cabe señalar, que mientras no se le de la debida importancia a la Silvicultura, a los resultados de investigación en esta área, no exista un fomento forestal, una voluntad política, se continua como hasta ahora, en donde curiosamente se sigue el proceso del saber a la inversa, pues pretendemos sustituir a la ciencia con el empirismo, siempre con el pretexto que es muy caro, que somos un país pobre y que urgen soluciones prácticas, de donde resulta que el deterioro de los recursos naturales forestales tropicales seguirá a grandes pasos.

Quintana Roo, al igual que muchas regiones tropicales presenta una cubierta vegetal de selvas. Estas tienen características que dificultan la aplicación de métodos silvícolas apropiados. La gran diversidad de especies así como la escasa regeneración natural de aquellas comercialmente valiosas, son sus rasgos más peculiares. Entre las que destaca la caoba, por su fácil manejo y durabilidad, y es por ello que ha sido una de las especies más importantes en los aprovechamientos forestales de México (Quintana Roo, Chiapas y Tabasco) y Centro América. No obstante después de 250 años de un intenso aprovechamiento forestal de esta especie, la presencia de caoba ha sido seriamente reducida. Por lo que la industria de estas regiones a comenzado a usar otras especies, sin embargo la mayoría de estas nuevas especies son intolerantes a la sombra. Por consecuencia, la necesidad de aplicar aclareos con objeto de incrementar los niveles de luz en el piso forestal será muy importante, para tratar de regenerarlas y así poder obtener un aprovechamiento sostenible de éstas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo iniciado en 1985, con 5 parcelas de 0.5 ha y en el cual en 1986 se aplicaron diferentes intensidades de corta, la regeneración muestra una tendencia general despues de 5 años, de como las especies arbóreas, responden a las diferentes intensidades de aclareo aplicados. En el análisis realizado en las parcelas de 10X10, se observo una clara respuesta en las especies comerciales tolerantes como intolerantes. Las especies intolerantes incrementaron su número así como el área basal removida aumento. El hecho de que las plántulas de especies tolerantes fuera muy similar a las intolerantes, muestra que la mayor parte de las especies arbóreas de esta selva son tolerantes. Destaca el número de plántulas de las especies comerciales que incrementaron de 3700 ind/ha a 5160 ind/ha, La aplicación de aclareos muestra un claro incremento en la regeneración de especies comerciales intolerantes, destacando entre ellas la presencia de caoba. En si la aplicación de aclareos estimuló la regeneración de especies demandantes de luz, como la caoba y otras especies. Aunque estos aclareos también tuvieron un efecto positivo en las otras especies de menor valor (?), destaca entre estas el aumento en las plántulas de caoba y el de otras comerciales, en las intensidades de corta del 50 y 75 %. Lo cual es importante ya que incrementa el valor agregado de la selva y de esta manera ayuda a asegurar su persistencia e interés por ella por parte de sus dueños y poseedores.

De no aplicarse los aclareos, la presencia de la regeneración de especies tolerantes fácilmente se presenta, tal fue el caso en la parcela donde no se aplicó aclareo alguno (0 %), y en

la parcela donde se realizó la corta comercial (15 %), donde se observó el establecimiento y la sobrevivencia de especies tolerantes, aunque estas especies solo tienen un valor potencial comercial, especialmente debido a la falta de conocimientos tecnológicos. En las áreas donde se aplicaron las diferentes intensidades de corta, se observan marcadas diferencias respecto al número de individuos promedio para cada una de ellas, variando de 500 (0 %) a 2,500 (50 %) ind/ha de caoba. En las figuras 6 y 7, se observa un marcado efecto en relación a las diferentes intensidades de aclareo, lo que parece indicar que para esta especie existe una proporción inversa entre el nivel de existencias residuales, la apertura del dosel y la cantidad de luz que incide, con la cantidad de renuevo que se establece, pero hasta determinados límites, pues cuando la intensidad de corta es muy elevada, la regeneración que se establece para la especie de interés empieza a disminuir. La regeneración existente no parece tener una estrecha relación con el número residual de árboles semilleros en cada parcela, más bien parece que depende del temperamento de la especie o de otros factores. Cuando se crean las condiciones microambientales adecuadas se favorece su establecimiento, sobrevivencia y desarrollo.

Al cabo de 5 años, la población alcanzó alturas y diámetros promedio de 23.82 (0 %) a 56.73 (50 %) cm y 0.32 (0 %) a 0.74 (50 %) respectivamente, aunque cabe mencionar que la altura como el diámetro se dispersan ampliamente en relación a los promedios calculados. Klepac (1976), menciona que los mismos factores que influyen en el crecimiento en altura, como son el factor genético, la calidad del suelo y la competencia intra e interespecífica, actúan también en el crecimiento en diámetro, y el cual depende también de la cantidad de reservas acumuladas durante el año, pero en mayor medida de los factores del medio ambiente, dentro de ciertos límites el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay más espacio de crecimiento, lo mismo que cuando hay más luz.

En la parcela donde se realizó el aprovechamiento comercial (15 %), los individuos con las mayores dimensiones en diámetro a la base y altura, se localizaron sobre las brechas de arrastre y en donde hubo eliminación de la vegetación y remoción del suelo. Observándose lo mismo en la parcela donde se aplicó un 50 % de aclareo. Es importante mencionar que en general se observó, que las condiciones de luz creadas por las diferentes intensidades de corta, los individuos de caoba, mostraron crecimientos en altura y diámetro muy diferentes, el cual se puede atribuir principalmente al factor genético, puesto que bajo las mismas condiciones algunos árboles exhiben crecimientos de hasta 2 a 3 veces que otros (Klepac, 1976), como a otros factores, calidad del sitio, competencia intra e interespecífica por espacios de crecimiento y por otros factores limitantes. Del Amo (1985), menciona que la luz también juega un papel importante en el proceso de crecimiento de las selvas y esto estará de acuerdo a las condiciones de deficiencia o abundancia de luz y al grado de tolerancia o intolerancia de las especies.

En forma natural las semillas de caoba al ser dispersadas y caer al suelo, no encuentran las condiciones ideales para su establecimiento; condiciones como son: el grosor de la capa de hojarasca, vegetación herbácea, ataque de insectos u hongos que no le permiten alcanzar el suelo

mineral, (otro factor limitante que tiene especie es la luz, como se ha visto en los trabajos analizados.)

La aplicación de tratamientos complementarios al suelo como es la remoción (principalmente), permite tener una cama semillera en buenas condiciones para favorecer el establecimiento de la especie, ya que la semilla al encontrar suelo mullido puede clavarse y así protegerse del ataque de sus depredadores naturales y esperar así condiciones de humedad para germinar (hasta 3 meses en que esta pierde su viabilidad de manera natural) y así favorecer el establecimiento, asegurando con ello una buena germinación y número de individuos suficientes para la continuidad en tiempo y espacio de esta especie en la selva.

La aplicación de diferentes intensidades de corta (aclareos) y tratamientos complementarios, permite una vez establecida la regeneración, ésta tenga una alta sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de hasta 1 metro en altura y un centímetro de diámetro por año.

Cabe mencionar que una parte importante de este estudio, es en lo que se refiere a la aplicación de los tratamientos intermedios, los cuales se aplicaron 2 veces por año con objeto de liberar la caoba de la competencia con otras especies que pudieran inhibir su crecimiento y desarrollo en los años posteriores. Los resultados muestran datos contrastantes en cuanto a los obtenidos en el caso 1, donde en el primero no se aplicaron tratamientos intermedios posteriores a la aplicación de los aclareos, donde el crecimiento en 5 años a una intensidad de corta del 50 % (que fue donde se obtuvieron los mejores resultados) fue de 11.35 cm en altura y de 0.15 cm en diámetro.

El comportamiento que tiene el crecimiento en diámetro y altura como se observa en las figuras 11 y 12, presenta una estructura coetánea e indica que esta regeneración fue establecida en un mismo tiempo (Baker, 1923), la variabilidad que se observa en ambos extremos de las gráficas, posiblemente se debe al factor genético, es decir a pesar que son brinzales de la misma edad y especie, que crecen en un mismo sitio y condiciones, estos presentan crecimientos en altura y diámetro diferentes. Los árbolitos ubicados en las categorías mayores de altura y diámetro, indican que son los individuos que mejor uso hacen del espacio de crecimiento.

Los crecimientos e incrementos en altura y diámetro, corresponden a un ritmo, el cual es característico de masas jóvenes, las cuales en sus primeras etapas presentan fuertes incrementos debido a su constitución genética individual y por hacer un uso del espacio de crecimiento, con los resultados aquí obtenidos se estima que esta masa juvenil tiene un ritmo de un metro en altura y de un centímetro en diámetro por año.

DISCUSIÓN GENERAL

La aplicación de aclareos no siempre asegura que se establezca la regeneración, ya que ésta puede ser afectada por un gran número de factores ambientales y en ocasiones antropogénicos que ponen en peligro el establecimiento, sobrevivencia y desarrollo de la regeneración natural.

En este sentido cabe señalar; que “ La corta es la única arma con la que cuenta el silvicultor para dar las condiciones adecuadas (o la cantidad de luz exacta) a la regeneración natural. Sin embargo, cuando se usa de manera irracional e inconciente, esta se convierte en una arma que puede llegar a destruir nuestros bosques y selvas”.

Es por ello que se debe hacer un uso más eficiente de los bosques y selvas de México, siempre y cuando hubiese información disponible acerca de la extensión, estructura, diversidad y producción potencial de sus recursos. Por ejemplo, la diversidad de especies es uno de los factores más importantes que influyen en la posibilidad de un uso más intensivo y utilización racional de las selvas y no así para los bosques de coníferas, donde por su composición tan sencilla permite el manejo y aprovechamiento de 1 a 3 especies por hectárea, que en comparación con las selvas en las cuales la diversidad puede ser de 45 hasta 70 especies por hectárea.

Generalmente el proceso de regeneración de un bosque puede ser manejado o adoptar diferentes grados de continuidad, dependiendo de la tolerancia de la especie, es decir, si es una especie tolerante puede hacerse bajo el método de selección y así su período de regeneración es continuo, si la especie es intolerante, su manejo es coetaneo (Árboles Padre y Matarrasa), este período consiste de uno a pocos años. En cambio en una selva la composición, la gran variación en tamaños, edades y forma de los árboles, representa una seria limitación tanto para el aprovechamiento como la aplicación de un tratamiento silvícola.

Podría decirse que la cantidad de especies comerciales presentes en las selvas de Quintana Roo, representan una muy pequeña proporción. *Swietenia macrophylla* King. como las otras especies comerciales en las selvas tienen una gran capacidad para regenerarse de manera natural, sin embargo a medida que transcurre el tiempo el factor luz empieza a afectar su desarrollo. Por lo cual es muy importante promover su regeneración, ya que el valor local que tiene para el ecosistema aquí estudiado, depende de su presencia en cantidad y calidad.

Una forma de ayudar a resolver este problema es generar la información acerca de como regenerar las especies de valor comercial en las selvas. Dos casos de estudio respecto a la Ecología y Manejo de *Swietenia macrophylla* King., fueron estudiados a fin de mostrar que la corta es fundamental en el establecimiento de las especies intolerantes.

La aplicación de aclareos en selvas, muestra ser una arma útil para regenerar las especies de valor comercial tolerantes e intolerantes, con lo cual se incrementa el valor agregado asegurando su persistencia (sustentabilidad) e interés de ambos ecosistemas por parte de sus dueños y poseedores.

En relación al crecimiento y desarrollo en altura y diámetro en ambos casos, se observa que en la etapa de plántula, éste no se ve afectado por los altos niveles de sombra proyectada por los árboles residuales, es decir, a medida que transcurre el tiempo, es claramente observable el efecto de la sombra que se traduce en una reducción del crecimiento y desarrollo (tratamientos 15 y 25 %), con lo cual se demuestra la intolerancia de *Swietenia macrophylla* King. desde sus primeras etapas.

De lo anterior destaca en lo que respecta a las etapas de post-germinación, establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo que:

Para el establecimiento de *Swietenia macrophylla* King., se necesita de cierta protección de arbolado residual, para evitar una alta mortalidad en la etapa de post-germinación y lograr así un alto establecimiento de esta especie.

La remoción del suelo realizado al remover el arbolado cortado, permitió que la semilla encontrara condiciones edáficas ideales, para su establecimiento, y dado que las semillas son aladas al caer al suelo encontró suelo suelto, esto le permitió clavarse (enterrarse) y de esta manera esperar condiciones de humedad para germinar. Esto mismo evitó que la semilla fuera depredada por sus agentes naturales, asegurándose con ello un alto porcentaje de semillas almacenadas en el piso forestal, esperando condiciones propicias para su germinación.

La especie en estudio muestra un excelente potencial pero regenerarse en forma natural, por lo cual es concluyente la necesidad de mantener un dosel cerrado durante la etapa de post-germinación para proteger las plántulas del semillero y de esta manera no propiciar una mortalidad desproporcionada que ponga en peligro el proceso de regeneración, y a medida transcurra el tiempo hay que darle las condiciones de luz necesarias ya que en un inicio esta especie es tolerante pero es intolerante durante todo su desarrollo posterior.

En conclusión es necesario la aplicación de aclareos, remoción de la vegetación arbustiva y semiarbustiva y tratamientos complementarios que aseguren su germinación, establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo

CONCLUSIONES

En Quintana Roo *Swietenia macrophylla* King., es una de las especies comerciales más importantes, el valor económico de la selva esta directamente relacionado con su presencia. Sin embargo, no existe hoy en día un sistema que asegure su regeneración. La actual tasa de aprovechamiento es de una caoba por ha, debido a lo difícil que es encontrar árboles aprovechables. Si esto puede ser incrementado de 10 a 15 árboles por ha, implementando eficientes métodos de regeneración, podría representar un incremento significativo en la productividad de la selva del Estado. En este sentido las aportaciones del presente trabajo son las siguientes :

* La aplicación de aclareos (intensidades de corta) en la selva, muestra ser un útil tratamiento silvícola, para regenerar la selva, con especies de valor comercial intolerantes y tolerantes en Quintana Roo.

* Es necesario aplicar aclareos a fin de crear condiciones de luz necesarios, y éstos no deben ser alrededor de los árboles comerciales, sino en toda el área sujeta a regeneración, a fin de crear las condiciones y espacios de crecimiento para regenerar las especies comerciales, los resultados obtenidos muestran que a medida que se incrementa la intensidad de corta (aclareos) la presencia de especies comerciales es más abundante.

* La intensidad del 50 % de corta presentó los mejores resultados, en cuanto a establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de caoba.

* La caoba no se desarrolló favorablemente en las parcelas con dosel cerrado (0, 15 y 25 %) y en donde recibe casi directamente la luz del sol (75 %), lo cual puede explicarse debido al temperamento de la misma. La caoba se establece mejor en condiciones de mayor cantidad de luz, esto se observa en el hecho de que el renuevo se haya establecido en menor cantidad, y con menores dimensiones en la parcela experimental donde se removió el 75 % del área basal original, lo cual parece indicar la necesidad de cierta protección del arbolado residual, cuando menos en sus primeras etapas de desarrollo, o que la competencia intra e interespecífica por espacios de crecimiento y por otros factores limitantes inhiba el crecimiento de esta especie y tal vez a ello se deba que en los sitios donde se aplicó un mayor aclareo la presencia de otras especies afecte fuertemente su establecimiento, sobrevivencia y crecimiento.

* Aunque no se analizaron las demás especies presentes, con la finalidad de simplificar el análisis de los datos del experimento, es un hecho que deben de tener influencias sobre los parámetros silvícolas analizados, debido a que forman parte de la densidad de la nueva masa.

* Lo que es evidente es que en la aplicación de aclareos hubo cierta remoción del suelo, el cual permitió con un rango más de seguridad el establecimiento de la regeneración natural de caoba.

* Con la remoción de la vegetación, aplicación de tratamientos complementarios y aplicación de tratamientos al suelo, se asegura la germinación de un buen porcentaje de semillas para el establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de la regeneración natural de caoba.

* En la relación a las observaciones directas hechas en campo, durante 1984-1988, en relación a la distancia que pueden alcanzar las semillas de caoba al ser dispersadas por el viento, se encontro que: **La distancia de dispersión de las semillas de caoba, depende en gran medida; de las barreras naturales que ésta encuentra a su paso y de la velocidad e intensidad de los vientos dominantes.** La dispersión fue a favor de los vientos dominantes y la distancia que esta puede alcanzar es de hasta 200 metros, respecto al centro del árbol, aunque en promedio estas pueden alcanzar una distancia entre 30 y 60 metros, es decir de 1 a 2 veces la altura del árbol.

* La remoción del suelo como resultado del arrastre de los árboles cortados, provoco que la capa superficial del suelo se removiera y con ello las semilla al caer al suelo encontraron condiciones ideales para su germinación y establecimiento.

* En la aplicación de limpias, enfocadas a liberar las plántulas obtenidas de caoba, se observó que éstas al estar libres de competencia por espacios de crecimiento, alcanzan un incremento de hasta 1 metro en altura y un centímetro en diámetro por año.

* Al asegurar una fuente de semillas (árboles padre), incremento de los niveles de luz a través de la remoción (aclareos) del dosel superior y remoción del suelo, el establecimiento, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de la regeneración natural de caoba, puede ser factible.

Recomendaciones

- Durante la etapa de post-germinación de *Swietenia macrophylla* King., se sugiere mantener la cobertura hasta la edad de 1 año.
- Para obtener una regeneración exitosa de *Swietenia macrophylla* King., en las selvas de Quintana Roo, se podría hacer lo siguiente :

a. Identificar los árboles padre de caoba con buenas características fisionómicas para controlar la calidad de las fuentes de semilla.

b. Controlar los niveles de luz adecuados para caoba.

c. Control de la vegetación arbustiva y herbácea, la cual representa competencia para caoba.

Dado que los resultados obtenidos muestran un camino a seguir para obtener la regeneración natural de caoba, se sugiere la siguiente Prescripción Sílvicola para conseguirla :

***Swietenia macrophylla* King.:**

Arboles Padre (Dispersión natural)	Siembra Directa, en áreas donde no haya árboles de caoba o en acahuales
1 Identificar árboles de caoba con buenas características fisionómicas para controlar la calidad la fuente de semillas.	1 Aplicar aclareos del 40 al 75 % del área basal remanente para crear las condiciones de luz para el establecimiento de caoba, cuidando dejar la misma diversidad en remanente, es decir, bajar el número de individuos de especies arboreas no deseables.
2 Liberar los árboles de caoba que van a ser usados como fuente de semillas, antes de ser aprovechados.	2 Preparar la cama semillera : * Aplicar cortas de limpia a la vegetación arbustiva y herbácea. * Remoción del suelo : Se puede hacer al mismo tiempo que se acarrea el arbolado o con un caballo o mula dar un arado leve para remover la hojarasca y el suelo,
3 Aplicar aclareos del 40 al 50 % del área basal emanente para crear las condiciones de luz para el establecimiento de caoba, cuidando dejar la misma diversidad en remanente, es decir, bajar el número de individuos de especies arboreas no deseables.	3 Una vez preparada la cama semillera se proceda a realizar la siembra con una coa, utilizando una semilla por golpe con un espaciamiento entre siembra de 3 metros y entre lineas de 3 metros.
4 Preparar la cama semillera : * Aplicar Cortas de limpia a la vegetación arbustiva y herbácea. * Remoción del suelo : Se puede hacer al mismo tiempo que se acarrea el arbolado o con un caballo o mula, dar un arado leve para remover la hojarasca y el suelo, y ésto puede hacerse de 2 a 3 semanas antes de que inicie la dispersión de semillas de caoba (abril-mayo),	4 Una vez establecida la regeneración es conveniente aplicar tratamientos intermedios complementarios, como son las cortas de liberación para controlar la vegetación arbustiva y herbácea, para eliminar la competencia de esta con las plántulas de caoba establecidas.
5 Una vez establecida la regeneración es conveniente aplicar tratamientos intermedios complementarios, como son las cortas de liberación para controlar la vegetación arbustiva y herbácea, para eliminar la competencia de esta con las plántulas de caoba establecidas.	5 Cuidar la repoblación y seguir aplicando cortas de liberación por los siguientes 5 años por lo menos 2 veces por año, para seguir favoreciendo su desarrollo.
6 Cuidar la repoblación y seguir aplicando cortas de liberación por los siguientes 5 años por lo menos 2 veces por año, para seguir favoreciendo su desarrollo.	6 Si la repoblación obtenida es abundante y se observa que ya se encuentra bien establecida, de no ser así, se debe sembrar en las áreas donde no se haya repoblado.
7 Si la repoblación obtenida es abundante y se observa que ya se encuentra bien establecida, se debe hacer el aprovechamiento de los árboles comerciales dejados como fuentes de semillas. De no ser así se pueden dejar hasta que exista un repoblado suficiente o bien aplicar la siembra directa en las áreas donde no haya repoblado.	

Deseo terminar este trabajo citando un fragmento del libro “ El Maravilloso Viaje de Nils Holgerson ”, de la autora sueca premio Nobel de Literatura Selma Lagerloff, que se refiere a un lugar boscoso de Suecia, el cual dice :

“ Los hombres lanzaban miradas sobre el bosque que con su vegetación desbordante parecía burlarse de su pobreza y debilidad, no obstante, acabaron por creer en la posibilidad de sacar allí algún provecho”.

“ Pusiéronse a explotarlo, a extraer maderas, tablas y vigas, que vendían a los habitantes de la llanura que, por su parte, habían abatido ya sus árboles, y descubrieron que el bosque podría darles alimento lo mismo que los campos. De este modo acabaron por mirarlo de otro modo, aprendiendo a cuidarlo y amarlo y llegando a olvidar su vieja hostilidad, al comprender que tenían que considerar al bosque como su mejor amigo ”.

BIBLIOGRAFIA CITADA Y CONSULTADA

- Agpoa, A.; Endangan, D.; Festin, S.; Gumayagay, J.; Raenninger, T.H.; Seeber, G; Unkel, K.; Weidell, H.J.; 1975. Manual of reforestation and erosion control for the Philipinas. Schriftenrcibe der GTZ, 22, Eschborn.
- Amo, R.S. 1985. Algunos aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de árboles juveniles de especies primarias. (de.) en Investigación sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. INIREB. Xalapa, Ver. 79-91 pp.
- Arteaga, M.B. 1985. Indice de sitio para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Chignahuapan-Zacatlan, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 181 p.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Trad. de G. Gerónimo y M.Rojas Garcidueñas. México. AGTEEDITOR. 75-78 pp.
- Baker, F.S. 1923. Notes on the composition of even-aged stand. Journal of Forestry 21: 712-717 pp.
- Bosshard, H.H., 1974. Hoizkunde Bd. 1. Basel and Stuttgart.
- C.T.F.T. 1959. Swietenia macrophylla King.- Caracteres sylvicoles et méthodes de plantation. BFT No. 65.
- Carreon , M.M. y Osorio, M.A. 1985. Enriquecimiento de las áreas de corta forestal 1985 de la Zona Maya. 1a. etapa. SARH-SF. Programa Forestal. Coordinación Forestal de la Zona Maya. Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo.
- Castaños, M.L.J. 1987. Los bosques tropicales en México y el Mundo. México y sus Bosques. Vol. XIX. Num. 1. Asociación Mexicana de Profesionales Forestales, A.C. 20-23 pp.
- Centeno, E.L.R. 1989. Análisis estructural de cuatro etapas sucesionales de la selva mediana subperennifolia en la región de Escarcega, Campeche. Tesis de Lic. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 178 p.
- Cibrián, T.D.; Bernard, H.E.; Harry, O.Y. y Mendez, M.J.T.. 1986. Insectos conos y semillas de las coníferas de México / Cone and seed insects of the mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México / U.S. Departament of Agriculture, Forest Service. Southeastern Forest Experiment Station. 110 p.
- Cibrián, T.D., Méndez, M.J.T., Campos, B.R., Yates, O.H. y Flores, L.J. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo. Publicación. No. 6. 453 p.
- Clark. D. B. 1990. The role of disturbance in the regeneration of neotropical moist forest. In: Bawa K. S. & M. Hadley (eds.) Reproductive ecology of tropical forest plants. MAB/UNESCO. Paris. 421 p.

- Clements, F.E. 1916. Plant succession an analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst. Washinton Pub. No. 242. 512 p.
- Colbry, V.L. ; Swofford, T.F. y Moore, R.P. 1980. Pruebas de germinación en el laboratorio. In Departamento Agricultura de los Estados Unidos de América. Semillas. México, CECSA. 771-786 pp.
- Chavelas, P.J. 1976. Campo Experimental Forestal San Felipe Bacalar. Ciencia Forestal No.1., INIF. México, D.F. 65-74 pp.
- _____. 1987. Características ecológicas de los árboles forestales de valor económico en el trópico mexicano. En : H.G. Lund; Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional en las zonas tropicales. Departament of agriculture.Forest Service. Gen. Tech. Report WO-39. Washington, D.C. 134-137 p.
- Daniel, W.T. Et. Al. 1982. Principios de Silvicultura. De. Mc Graw Hill. México, D.F. 492 p.
- Danserau, P. 1957. Biogeography and ecological perspective. The Ronal Press. New York. 394 p.
- Dearing. O.H. 1980. Forest development in North America following major disturbances. Elsevier scientific publishing company. Amsterdam. The netheriands.
- Escobar, N.A. 1986. Geografía general del Estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo. 140 p.
- Escoto, P.J.C. 1987. Estudio florístico-sinecológico de una selva mediana subperennifolia en la parte central de Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Facultad de Agricultura. Guadalajara, Jalisco. México. 89 pp.
- FAO, 1957. Tree plantig practices in tropical Asia. Rome.
- Freese, F. 1969. Muestreo Forestal Elemental. USA. forest Service; Estación Experimental de Sur-Centro Regional de Ayuda Técnica. (RAT): Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). Boletín de Agricultura No. 232., 96 p.
- Hartman, H.T. y Kester, D.E. 1989. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. 5 de. México. CECSA. 149-244 pp.
- Hartshorn; G. S. 1978. Tree falls and tropical forest dynamics. In: Tomlinson P.B. & Zimmerman, M.H. (eds.). Tropical trees as living systems. Cambridge University Press, Cambridge 617-638 pp.
- _____. 1989. Gap-phase dynamics and tropical trees richness. In Holm.Nielsen L. B., Y. C. Nielsen & H. Balslev (eds). Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity. Academic. Press. London. 65-73 pp.

- Hawley, R.C. y Smith, D.M. 1972. *Silvicultura Práctica*. Trad. Jaime Terradas. De. John Wiley & Sons. Inc. Barcelona, España.
- INEGI. 1986. Aniversario estadístico del estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado. México, D.F. 446 p.
- Islas, G.F. 1987. Un modelo de regeneración y mortandad para *Pinus arizonica* Engl. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 82 p.
- Jardel, P.E. y Sanchez, V.L.R. 1989. La sucesión forestal : fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo (México)* 14 (84) : 33-43 pp.
- Granados, S.D. y Tapia, V.R. 1983. Métodos de estudio para la vegetación. Departamento de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 58 p.
- Gibson, I.A.S., 1957 Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere. Part Y. Important members of the Myrtaceae, leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. CAB-CFL, Oxford.
- Gómez, P.A. 1971. Las Regiones Tropicales de México y el Aprovechamiento de sus Recursos. Bol. Divul. No. 6. Ediciones de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. México, D.F.
- _____ y C. Vázquez-Yanes. 1985. Estudio sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. En : A. Gómez Pompa y S. del Amo R. (eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol II. Alhambra. México, D.F. 1-26 p.
- Kozlowski, T.T. 1971. Growth and development of trees. Vol II. Academic Press. New York. 514 p.
- _____, Et Al. 1991. Establishment and Growth of Tree Stands. Chapter 3. 69-121.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, México. 365 p.
- Kramer, P.J., y Kozlowski, T.T. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press, New York.
- Lagerloff, S. 1983. El Maravilloso Viaje de Nils Holgersson. De Universo.
- Lamb, F.B., 1966. Mahogany of tropical America. Its ecology and management. Uni. of Michigan.
- Lamprech, H. 1989. Silviculture en the tropics. Deutsche Gesellschaft Fur Technicsche Zusammenarbeit (GTZ), GmbH. Alemania. 296 p.
- Levy, T.S. 1990. Sucesión secundaria en Yucatán. Antecedentes para su manejo. Tesis de Maestría en Ciencias en Botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

- Mac Cormick, 1968. Sucesión. VIA 1:22-35, 131-132. Philadelphia. Pa: graduate school of fine art. University of Pa.
- Manzanilla, B.H. 1987. Necesidades de información para el manejo adecuado de las tierras forestales tropicales en México. Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional de zonas tropicales, Departament of Agriculture. Forest Service. Gen. Tech. Report WO-39. Washington, D.C. 61-67 pp.
- Martínez, M. 1948. Los Pinos Mexicanos. 2a. de. Ed. Botas, México. D.F. 145 p.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México. 28., 29-179 pp.
- Mueller-Dumbois, D. y Ellenberg, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 457 P.
- Musalem, M.A. 1984. Effect of environmental factors on regeneration of *Pinus montezumae* Lamb., in a temperate forest of México. PH. D. Dissertattion. Faculty of the Graduate School Yale University. New Haven, Conn. 109-140 pp.
- Negreros, C.P. y Escoto, P.J.C. 1986. Características de la vegetación del ejido X-Hazil. Inédito. Campo Experimental Forestal "San Felipe Bacalar, Bacalar", Quintana Roo.
- Negreros, C. P. 1987. Necesidades de Información para la aplicación de tratamientos silviculturales. En : H.G. Lund; M. Caballero-Deloya; R. Villarreal-Cantón (Eds.). Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional de zonas tropicales. Departament of Agriculture. Forest Service. Gen. Tech. Report WO-39. Washinnton, D.C. 154-157 pp.
- Niembro, R.A. 1979. Semillas Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, México. 131 p.
- Oldeman, R. A. A. 1989. Dynamics in tropical rain forest. In: Holm-Nielsen L. B., Y. C. Nielsen & H. Balslev (eds). Tropical forest: botanical dynamics, speciation and diversity. Academic Press. London. 3-21 pp.
- Ortega, P.N. 1990. Evaluación de áreas de regeneración de pino en la región Chinahuapan-Zacatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Patiño, V.F.; P. de la Garza; y Villagomez A.; Y. Talavera A. y F. Camacho M. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México. INIF. Bol. Divul. No. 63, 33-51 pp.
- Richards, P.W. 1952. The Tropical rainforest. Cambridge, Uni. Press. Cambridge 454 p.
- Rojas, C.M. 1984. Apuntes de Ecología. DICIFO. Universidad Autónoma Chapingo. 185 p.

- SARH. 1981. Marco de referencia para la planeación y evaluación de la investigación agrícola en el estado de Quintana Roo. INIA-CLAPY-CAECH. Chetumal, Quintana Roo. 57 p.
- SARH. 1994. Inventario Forestal Periódico.
- Sarukhán, K.J. 1964. Estudio sucesional de un área talada en Tuxtepec, Oaxaca. In: Comisión de estudios sobre la Ecología de Dioscoreas, Sag-SFF-INIF. México. Pub. Esp. No. 3. 107-172 pp.
- _____. 1968. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México. In : T.D. Pennington y J. Sarukhán K. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO. México, D.F.
- Schulz, J.P. 1960. Ecological studies on rain forest in northern Surinam. The vegetation of Surinam. Verhandel. Konink. Ned. Akad. Wetensch. Afdel. Natuur. Sect. 253 (1): 267.
- Smith, D.M. 1986. The Practice of Silviculture. 8th De. John Wiley & Sons, Inc. New York. 527 p.
- Spurr, S.H. y Barnes B.V. 1982. Ecología Forestal. A.G.T. Editor S.A. México, D.F. 690 p.
- Patiño, V.F. 1989. La Conservación de los recursos genéticos forestales en los trópicos. Dasonomía Mexicana. Bol. Inf. No. 11. Vol. 7. Academia Nacional de Ciencias Forestales. México, D.F. 4-19 pp.
- US Departament of Agriculture. 1984. Woody-Plant seed manual USDA. For. Serv. micellaneous Publication No. 654 . 31-49 pp.
- Villaseñor, R. 1959. Los Bosques y su explotación. In : Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Enrique Beltrán (De.) II parte. Estudios particulares. Tomo 2 . IMRNR, A.C. México, D.F. 275-326 pp.
- Waring, R.H. y Schlesinger, W.H. 1985. Forest Ecosystems, Academic Press, Orlando, FL.
- Weeb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J.P.; Herman, G.S., 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical forestry papers. No. 15. Edición Segunda. Unit of tropical silviculture. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. 245 p.
- White, J. 1979. Demographic factors in populations of plant. in : Solbrig, O.T. (de.) Demographic and evolution in plant populations. University of california. Press Berkley 21-48 pp.
- Whitmore, T.C. 1975. Tropical rain forest of the Far East. Oxford Clarendon Press. Londres 282 p.
- _____. 1978. Gaps en the forest canopy. In: Tomlinson, P.B. y M.H. Zimmerman (eds). Tropical trees as living systems. Cambridge University Press, Cambridge. 639-655 pp.
- _____. 1989. On patterns and process in forest. In : E. Y. Newman (eds.). The plant communities as a working mechanims. Blackwell, Oxford. England. 45-58 pp.

ESTACIONAMIENTO SOLO PARA NUESTROS CLIENTES

**NADIE COMPITE CON NUESTRA CALIDAD DE
IMPRESION Y TIEMPO DE ENTREGA, COMPRUEBELO**

NO TENEMOS SUCURSALES

TESIS PROFESIONALES
TESINAS • MEMORIAS • INFORMES
8 DE JULIO No. 13
(ENTRE PEDRO MORENO Y MORELOS)
TELS. **614-01-22**
613-61-42
GUADALAJARA, JAL.
PASAMOS TUS TESIS
EN MAQUINA IBM



copi • offset
(TIROS CORTOS AL INSTANTE)

ESTACIONAMIENTO SOLO PARA NUESTROS CLIENTES

**NADIE COMPITE CON NUESTRA CALIDAD DE
IMPRESION Y TIEMPO DE ENTREGA, COMPRUEBELO**

NO TENEMOS SUCURSALES

TESIS PROFESIONALES
TESINAS • MEMORIAS • INFORMES
8 DE JULIO No. 13
(ENTRE PEDRO MORENO Y MORELOS)
TELS. 614-01-22
613-61-42
GUADALAJARA, JAL.
PASAMOS TUS TESIS
EN MAQUINA IBM



copi • offset
(TIROS CORTOS AL INSTANTE)