

CIENCIA FORESTAL

en México

ISSN 0185-2418

REV. CIEN. FOR. EN MEX. VOL. 18 NÚM. 74 166 P. MÉXICO, D. F. JUL-DIC 1993.



DIVISIÓN FORESTAL
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS

La Revista **Ciencia Forestal en México**, es el órgano divulgativo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, que tiene como finalidad difundir resultados parciales o finales de las investigaciones forestales realizadas por su personal científico, existiendo la posibilidad de presentar artículos de investigadores externos, nacionales o extranjeros.

COMITÉ EDITORIAL FORESTAL.

| | |
|---|--|
| Presidente y Director de la Revista: | Ing. Carlos E. González Vicente. |
| Secretaría Técnica: | Sra. María de Jesús Barrios Núñez. |
| Vocales: | Ing. Gonzalo Novelo González. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH. |
| | Dr. Daniel Piñero Dalmau. Centro de Ecología, UNAM |
| | Ing. Víctor E. Sosa Cedillo. Dirección General de Protección Forestal, SFFS, SARH. |
| | Dr. Alejandro Velázquez Martínez. Programa Forestal, Colegio de Postgraduados. |
| | Ing. Avelino B. Villa Salas. Academia Nacional de Ciencias Forestales, A.C. |
| Coordinador Editorial: | Ing. Avelino B. Villa Salas. |
| Editores: | Dr. José Daniel Garza y Rueda. Lic. Javier Sosa Cedillo. |

El Comité Editorial Forestal del INIFAP, agradece la colaboración prestada para la preparación de este número de la **Revista Ciencia Forestal en México**, a las siguientes personas: Dr. Rafael Moreno Sánchez y M C Cecilia Nieto de Pascual Pola.

Certificado de Licitud de Contenido Núm. 677

Certificado de Licitud de Título Núm. 1151

Número de la Serie Estándar Internacional (ISSN) : 0185-2418.

CIENCIA FORESTAL

en México

VOL. 18

JUL-DIC 1993

NÚM. 74

CONTENIDO.

| | Pag. |
|---|------|
| EVALUACIÓN EN VIVERO DE PROGENIES DE SAC-CHACÁ (<i>Dendropanax arboreus</i>) Y NEGRITO (<i>Simarouba glauca</i>). Bartolo Rodríguez Santiago, Xavier García Cuevas y José A Contreras Guardado. | 3 |
| REGENERACIÓN NATURAL DE CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> King.) BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE DOSEL. Xavier García Cuevas, Patricia Negreros Castillo y Bartolo Rodríguez Santiago. | 25 |
| NOTAS IMPORTANTES SOBRE EL CHICOZAPOTE (<i>Manilkara zapota</i> L. Van Royen). Xavier García Cuevas, Bartolo Rodríguez Santiago y Conrado Parraguirre Lezama. | 45 |
| MÉTODOS DE ENRIQUECIMIENTO DE LAS SELVAS EN QUINTANA ROO. Conrado Parraguirre Lezama. | 65 |
| CORTAS INTERMEDIAS EN SITIOS DE VEGETACIÓN SECUNDARIA. Xavier García Cuevas y Bartolo Rodríguez Santiago. | 81 |
| CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE DAÑOS POR <i>Megastigmus albifrons</i> EN LA SIERRA PURÉPECHA, MICHOACÁN. Adolfo Del Río Mora y Pablo Mayo Jiménez. | 101 |
| ESTIMACIÓN DE LA "CALIDAD DE SITIO" MEDIANTE "ÍNDICES DE SITIO" DE <i>Pinus michoacana cornuta</i> Martínez Y <i>Pinus oocarpa</i> Schiede, PARA EL A D F TAPALPA, ESTADO DE JALISCO. Júan de Dios Benavides Solorio y Hugo Manzanilla Bolio. | 121 |
| ANÁLISIS DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE TROGERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE CHAPA. David Zavala Zavala y Gabriel Trujillo Arriaga. | 139 |
| CUERPO CONSULTIVO. | 163 |

1900
1901

1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100

EVALUACIÓN EN VIVERO DE PROGENIES DE SAC-CHACÁ (*Dendropanax arboreus*) Y NEGRITO (*Simarouba glauca*).

Rodríguez Santiago Bartolo *
García Cuevas Xavier *
Contreras Guardado José A *

RESUMEN.

Con el objeto de medir la variabilidad genética entre progenies para aumentar la productividad de las plantaciones forestales y, al mismo tiempo, contribuir a preservar el germoplasma forestal, se presentan resultados de sac-chacá (*Dendropanax arboreus* Planch *et* Decne) y negrito (*Simarouba glauca* D C.), especies nativas de Quintana Roo, con potencial para ser utilizadas en plantaciones forestales.

La fuente de semilla proviene de árboles selectos localizados en la parte centro y sur del estado de Quintana Roo. Se tienen 20 progenitores de sac-chacá y 15 de negrito.

Cada progenie está formada por 60 individuos reproducidos por semilla. En cada progenitor se determinó la cantidad de semilla por kilogramo y para su descendencia se analizó el porcentaje y velocidad de germinación, así como el crecimiento en altura total y diámetro a la base obtenido en la fase de vivero.

Los resultados indican que hay diferencias marcadas entre las diferentes fuentes de semillas; éstas son: el número de semillas por kilogramo; comportamiento durante la germinación y crecimiento de las plántulas en el vivero.

Desde el punto de vista de selección indirecta es importante saber si el mismo comportamiento de crecimiento de las progenies continúa una vez que son plantadas en el campo.

Esto será determinado cuando los resultados de los ensayos de campo se analicen.

Palabras clave: Viveros forestales, bosques tropicales húmedos, *Dendropanax arboreus*, *Simarouba glauca*, Quintana Roo.

* Investigadores del Campo Experimental Forestal "San Felipe-Bacalar". Quintana Roo, C I R-Sureste. I N I F A P-S A R H.

ABSTRACT.

In order to measure the genetic variability among progenies to increase forest plantation productivity and, at the same time, contribute to the preservation of forest germplasm, results are presented for sac-chaca (*Dendropanax arboreus* Planch & Decne) and negrito (*Simarouba glauca* D C), native species of the state of Quintana Roo with potential to be used for forest plantations.

The seed source comes from selected trees located in the central and southern region of Quintana Roo. There are 20 progenitors of sac-chaca and 15 of negrito.

Each progeny is made up of 60 individuals reproduced by seed. The seed quantity per kilogram was determined in each progenitor and for the descendants thereof an analysis was made of the germination percentage and speed, as well as the total height and base diameter growth obtained at the tree nursery phase.

Results indicate that there are marked differences among the different seed sources, namely the number of seeds per kilogram, the germination behavior and the growth of plantules at tree nurseries.

From the indirect selection viewpoint, it is important to know if the same growth behavior of progenies continues once they are planted at the field.

This will be determined when field trial results are analyzed.

Key words: Forest nurseries, tropical rain forests, *Dendropanax arboreus*, *Simarouba glauca*, Quintana Roo.

INTRODUCCIÓN.

México posee extensos recursos forestales, de los cuales los bosques tropicales presentan la mayor diversidad genética.

La vegetación forestal en el país ocupa una superficie de 143 millones de hectáreas (ha), de las cuales:

- 27.76 millones (19.4%) se localizan en las zonas templadas
- 29.3 millones (20.5%) se ubican en los trópicos
- 67.4 millones (47%) corresponden a zonas áridas

- 17.06 millones(12%) son áreas perturbadas
- 1.47 millones (1.1%) están cubiertas con vegetación hidrófila¹.

Quintana Roo cuenta con una superficie forestal de 3.5 millones de hectáreas², de las cuales:

- 335 840 ha corresponden a reservas de la biósfera y parques nacionales.
- 220 000 ha se encuentran en veda.
- 325 000 ha son áreas forestales no arboladas.
- 500 000 ha están destinadas como zonas forestales permanentes.
- 2 119 160 ha están en proceso de estudio e incorporación.

En México la deforestación es un problema grave; son muy conocidos e importantes los efectos negativos sociales y ambientales que ésto conlleva. Con el agotamiento paulatino de los bosques, se contempla una escasez de materia prima para la industria y una presión muy fuerte sobre las áreas naturales protegidas.

En consecuencia, la importación de productos forestales aumentaría la dependencia nacional y la salida de divisas en perjuicio de la economía³.

En la península de Yucatán se reporta la existencia de un árbol de especies preciosas como el cedro y caoba, por cada dos hectáreas. La causa de esta disminución se atribuye al aprovechamiento selectivo de las especies, el cambio de uso del suelo; desconocimiento del manejo de los ecosistemas y tecnologías para el aprovechamiento de especies duras, así como a la acción de fenómenos meteorológicos.

Lo anterior ha provocado un empobrecimiento acelerado y la pérdida irreversible de la riqueza genética de muchas especies arbóreas. Algunas de ellas casi han desaparecido, como lo señalan Salazar⁴; Patiño⁵ y los coautores Rodríguez y Contreras⁶.

Las plantaciones forestales no han dado los resultados esperados, lo que ha ocasionado un desinterés en la reforestación.

Asimismo, el germoplasma de baja calidad ha sido una consecuencia de la escasa productividad en las plantaciones forestales.

¹ Patiño, V. F. 1989^a. "La conservación de los recursos genéticos forestales en los trópicos". pp. 4-19.

² S A R H. 1992. El sector forestal en Quintana Roo.

³ Corea, E. *et al.* 1992. "El proyecto de mejoramiento genético forestal del C A T I E y su papel en la región centroamericana". pp. 19-24.

⁴ Salazar, F, R. 1989^a. Necesidades de semilla forestal mejorada en América Central.

⁵ Patiño, V, F. 1989^b. "La ciencia y la tecnología y los recursos forestales en los trópicos". pp. 726-732.

⁶ Rodríguez, S, B. y Contreras, G, J. 1990. Comportamiento en vivero de dos procedencias de "Negrito" (*Simarouba glauca* D C.), en el estado de Quintana Roo.

Por consiguiente, es indispensable incorporar el componente genético como un elemento esencial del cultivo de árboles, si se quiere lograr un desarrollo acelerado y sostenido del sector forestal.

El mejoramiento genético forestal tiene la desventaja de aportar resultados a largo plazo, los cuales resultan costosos al ser confrontados con análisis económicos cuyos objetivos son la justificación de programas, optimización de los mismos, selección de alternativas de manejo e identificación de las principales fuentes de gastos en proyectos de investigación y desarrollo, cuando dichos análisis son realizados en términos puramente monetarios.

De estos análisis se excluyen muchos beneficios no cuantificables, por ejemplo: protección de siembras, uniformidad de los productos, razones estéticas, etc., que pueden en un momento dado, ser tan importantes como el valor monetario de la cosecha.

Por suerte, la mayoría de los análisis realizados hasta la fecha, indican que la mejora genética es redituable, al aplicar el método de la actualización de las utilidades y comparando la rentabilidad prevista con los valores actualizados de utilidades futuras.

Ninguno de los estudios realizados hasta el momento, reporta que la mejora genética forestal no sea rentable; el problema reside en determinar el tipo de estrategia de mejora genética forestal que proporcione resultados más productivos⁷.

Una de dichas estrategias de mejora genética está constituida por los ensayos de progenie que, por un lado exigen mucho tiempo y son costosos, pero resultan esenciales al determinar el volumen de los beneficios económicos que se derivan de la multiplicación de los árboles seleccionados.

Estos ensayos constituyen la piedra angular de todo programa de mejoramiento.

Con la selección de árboles en rodales naturales, probablemente no se alcancen plantaciones cuya calidad exceda a la de los árboles progenitores.

En cambio, se mantendrá un *status quo* genético en las plantaciones resultantes, que proporcionará semillas de origen conocido, procedentes de buenos genotipos, a un costo que compite con el de las fuentes comerciales.

Además de que esta selección permite la preservación de plasma germinativo de calidad, para futuras generaciones^{8,9}.

⁷ Carlisle, A. y Teich, A. H. 1978. "Análisis de costos y beneficios en los programas de mejora genética forestal". pp. 34-37.

⁸ Mergen, F. 1959. "Investigación sobre genética de los árboles forestales". pp. 81-88.

⁹ Francois, M. P. 1983. "Mejores bosques a través de la genética". pp. 11-16.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Especies en estudio.

a) *Dendropanax arboreus* (L.) Planch. et Decne.

Pertenece a la familia Araliaceae y se conoce como sac-chacá, munimento, cacchacáh, mana de danta, mano de león, palo de agua y cuchare.

Se distribuye en la vertiente del golfo de México, desde el sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí, hasta Chiapas y la península de Yucatán.

En la vertiente del Pacífico se encuentra desde Sinaloa hasta Chiapas.

Fenológicamente es una especie perenne con hojas tiernas durante los meses mayo a febrero y con hojas maduras todo el año; emite los botones florales desde mayo hasta agosto, con plena floración de julio a septiembre; los frutos se desarrollan de septiembre a noviembre, con plena fructificación desde octubre hasta diciembre.

La madera presenta 0.41 de gravedad específica, color blanco amarillento, olor y sabor no distinguibles, brillo mediano en las caras tangenciales y alto en las caras radiales, veteado suave, textura mediana e hilo recto.

La madera ha sido utilizada principalmente en la producción de centros de madera contrachapada.

Sin embargo, diversos autores como Pennington y Sarukhán¹⁰; Cevallos y Carmona¹¹; Pérez, Carmona y Rogel¹²; Juárez, Espinoza y Cedeño¹³, han señalado que las características anatómicas y tecnológicas que posee la madera, permiten darle una serie de usos como:

- Estanterías en general
- Mobiliario infantil y para hotelería
- Juguetes

¹⁰ Pennington, T. D. y Sarukhán, K. J. 1968. Los árboles tropicales de México.

¹¹ Cevallos, F. S. y Carmona, V. T. 1982. Banco de información de estudios tecnológicos de maderas que vegetan en México.

¹² Pérez, O. C. et al. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales.

¹³ Juárez, G. V. et al. 1989. "Observaciones fenológicas en 70 especies forestales tropicales y su importancia en la producción". pp. 874-882.

- Cajas diversas
- Marcos para cuadros
- Decoración en general
- Puertas, ventanas y marcos arquitectónicos
- Cocinas integrales.

b) *Simarouba glauca* D C.

Es una especie de uso múltiple; pertenece a la familia Simaroubaceae y se conoce como negrito o pa'asak.

Se distribuye en la vertiente del golfo desde el istmo de Tehuantepec hasta la península de Yucatán, y en la vertiente del Pacífico desde Colima hasta Chiapas.

Fenológicamente es una especie perenne con hojas tiernas y maduras todo el año, emite los botones florales de enero a marzo, con plena floración desde febrero hasta abril; los frutos se desarrollan de marzo a junio, con total fructificación de abril a julio.

La madera presenta un color amarillo cremoso, olor no distinguible, sabor amargo, brillo apagado, vetado suave, textura mediana e hilo recto.

La madera ha sido utilizada para elaborar juquetes, chapa para centros y vistas de triplay, lomo de cepillos de raíz, cajas, construcción de interiores de vivienda, tacones de zapatos femeninos, muebles baratos y cerillos.

Las características y propiedades que posee la madera, permiten darle otros usos adicionales como:

- Cajas de empaque
- Ventanas y puertas
- Marcos para cuadros
- Muebles infantiles
- Lambrín y chapa.

El fruto es comestible, la corteza es usada en medicina contra la dispepsia, vómitos nerviosos y fiebres tropicales, así lo han reportado Pennington y Sarukhán *op. cit.*; Chavelas¹⁴ (*cf.* Revista Ciencia Forestal, N° 6); Pérez, Carmona y Rogel *op. cit.*; Cevallos y Carmona *Ibidem*; Juárez, Espinoza y Cedeño *idem*; Rodríguez y Contreras, *id.*

¹⁴ Chavelas, P. J. 1981. "El negrito" (*Simarouba glauca* D C.), una especie de uso múltiple.

METODOLOGÍA DE TRABAJO.

En Quintana Roo se zonificaron 3 áreas (norte, centro y sur), donde se localizaron y ubicaron árboles de las especies de interés, teniendo como meta 10 progenitores por especie en cada zona, lográndose localizar 10 árboles de sac-chacá en las zonas centro y sur del estado y siete árboles de negrito en las mismas zonas.

La selección de los progenitores de basó en los siguientes criterios:

- a) Edad adecuada del arbolado, para producir semilla fértil.
- b) Árboles dominantes con buenos crecimientos en diámetro normal y altura total.
- c) Conformación del fuste con tallo recto y sin deformaciones.
- d) Copa compacta.
- e) Estado fitosanitario libre de plagas y enfermedades.

Para cada árbol progenitor se registró la fecha de colecta, procedencia, características dendrométricas y de sitio (*vid.*, cuadros 1 y 2).

De cada árbol seleccionado se colectó semilla, llevando el control de procedencia y progenitor; los frutos recibieron tratamiento según las características de la especie. En los frutos de ambas especies se eliminó el mesocarpio carnoso, macerando el fruto en una malla de alambre; la separación del mesocarpio y la semilla se llevó a cabo en recipientes con agua.

El secado de la semilla se hizo al aire libre. Se cuantificó el peso de la semilla y el número de éstas por kilogramo.

La siembra se llevó a cabo en camas semilleras de 1 m de ancho por 20 cm de profundidad y longitud variable.

El sustrato utilizado fue una mezcla de tierra negra o yaaxhom (rendzina según la F A O) y tierra roja o kancab (luvisol crómico según la F A O), en proporción 1:1 vol/vol.

La semilla se distribuyó al voleo en el caso del sac-chacá, en cuanto al negrito, se le colocó en líneas con una separación de 5 cm entre semillas y 7 cm entre hileras. En ambos casos no se aplicó tratamiento a la semilla antes de la siembra.

Los riegos se aplicaron una vez cada tercer día, hasta que se presentó la época de lluvias, donde los riegos se aplicaron sólo en caso necesario. En cuanto al sac-chacá, una

vez efectuada la siembra, el semillero se mantuvo con media sombra hasta el momento del trasplante.

Para evaluar la germinación de las semillas, se hicieron observaciones cada tercer día, desde el inicio de la germinación hasta que se llegó al 100%. Para el negrito la germinación se evaluó para cada una de las progenies y para el sac-chacá se evaluó por grupos de progenies, debido a la falta de semillas en algunas progenies.

El trasplante se realizó en bolsas de polietileno negro de 10 cm de diámetro y 25 cm de longitud, utilizando el mismo tipo de sustrato que en las camas de germinación.

Se registró el crecimiento en altura y diámetro a la base, así como la presencia de plagas y enfermedades durante el tiempo que duró la planta en el vivero.

Las actividades de vivero se desarrollaron en las instalaciones del Campo Experimental Forestal (C E F), "San Felipe-Bacalar".

Está localizado entre los paralelos 18° 46' y 18° 51' de latitud norte y los meridianos 88° 20' y 88° 32' de longitud oeste, en el municipio de Othón P Blanco, Quintana Roo. La altura sobre el nivel del mar varía de 0 a 20 m.

El clima, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García¹⁵, es un Aw2(i), siendo el más húmedo de los cálido-subhúmedos, con lluvias en verano, precipitación media entre 1 000 y 1 200 mm, temperatura media de 26 °C y vientos dominantes del sureste¹⁶ (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En los cuadros 1 y 2 (*vid. infra*), se presentan las características dendrométricas y de sitio, así como las especies con las que se encontraron asociadas *Dendropanax arboreus* y *Simaourba glauca*.

Los árboles progenitores de sac-chacá tienen un diámetro normal promedio de 27.8 cm,

¹⁵ García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

¹⁶ Chavelas, P, J. 1976. "El Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar". pp. 65-74.

altura total promedio de 13.8 m, altura de fuste limpio de 7.1 m y diámetro de copa promedio de 4.8 m.

La profundidad promedio del mantillo orgánico fue de 5.5 cm, con exposición cenital dominante y asociación con especies de:

- | | | | |
|--------------|-----------------------------------|-----------|------------------------------|
| - Yaxnic | (<i>Vitex gaumeri</i>) | - Chacá | (<i>Bursera simarouba</i>) |
| - Jabin | (<i>Piscidia communis</i>) | - Guarumo | (<i>Cecropia spicata</i>) |
| - Caimitillo | (<i>Crisophyllum mexicanum</i>) | - Negrito | (<i>Simarouba glauca</i>) |
| - Caoba | (<i>Swietenia macrophylla</i>). | | |

Como se observa en cuadro 1, la desviación estándar con respecto a la media calculada de las características medibles, es muy pequeña, lo que indica una homogeneidad en las características dendrométricas del sitio, excepto el diámetro normal.

Según los tipos de suelo encontrados en cada progenitor y la profundidad del mantillo orgánico, esta especie se establece en suelos derivados de materiales calizos, con buen drenaje. Esta situación se consideró en el establecimiento de campo.

Los árboles progenitores del negrito presentan un diámetro normal promedio de 22.7 cm, altura total de 15.4 m, altura de fuste limpio de 8 m. y diámetro de copa promedio de 5.2 m.

La profundidad del mantillo orgánico fue de 5.2 cm, con exposición cenital dominante, asociado con especies de:

- | | | | |
|-----------|------------------------------|-------------|----------------------------------|
| - Zapote | (<i>Manilkara zapota</i>) | - Limonaria | (<i>Triquilia minutiflora</i>) |
| - Cedro | (<i>Cedrela odorata</i>) | - Tzalam | (<i>Lizyloma bahamesis</i>) |
| - Chacá | (<i>Bursera simarouba</i>) | - Jobillo | (<i>Astronium graveolens</i>) |
| - Jobo | (<i>Spondias monbin</i>) | - Guarumo | (<i>Cecropia peltata</i>) |
| - Chechem | (<i>Metopium brownei</i>) | | |

Localizados en suelos calizos con buen drenaje (*vid., infra*, cuadro 2).

| NP | PROCEDENCIA | FECHA DE COLECTA | CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS | | | | C DEL SITIO | | | LOCALIZACIÓN | | | OBSERV |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|--------|---------|-----------|-------------|----------|---------|--------------|----------|-----------|--|
| | | | DN (cm) | HT (m) | HFL (m) | D C P (m) | TIPO SUELO | PMO (cm) | EXP | LAT (N) | LONG (W) | SEM (/kg) | |
| 1 | San Felipe Bacalar | 25/10/90 | 22 | 13 | 7 | 5.0 | Kancab | 6.0 | Cerital | 18° 46' | 88° 18' | 110000 | En general se encontró asociado con las especies siguientes: yaxnic, chacá jabin, guarumo, caimitillo, jobo, copal, negrito, caoba, cedro, machiche. |
| 2 | Ejido L. Cárdenas | 25/10/90 | 26 | 14 | 5 | 7.0 | Chaclum | 7.0 | Cerital | 18° 47' | 88° 30' | 70000 | |
| 3 | Ejido L. Cárdenas | 25/10/90 | 24 | 15 | 3 | 5.0 | Chaclum | 6.0 | Cerital | 18° 47' | 88° 30' | 70000 | |
| 4 | Ejido L. Cárdenas | 25/10/90 | 18 | 14 | 8 | 5.0 | Chaclum | 8.0 | Cerital | 18° 47' | 88° 30' | 45000 | |
| 5 | San Felipe Bacalar | 25/10/90 | 27 | 14 | 7 | 6.0 | Chaclum | 7.0 | Cerital | 18° 46' | 88° 18' | 76000 | |
| 6 | San Felipe Bacalar | 25/10/90 | 22 | 14 | 5 | 4.0 | Chaclum | 5.0 | Cerital | 18° 46' | 88° 18' | 80000 | |
| 7 | Ejido L. Cárdenas | 29/10/90 | 27 | 12 | 6 | 4.0 | Kancab | 6.0 | Cerital | 18° 47' | 88° 30' | 108000 | |
| 8 | San Felipe Bacalar | 29/10/90 | 19 | 14 | 7 | 5.0 | Chanclu | 5.0 | Cerital | 18° 46' | 88° 18' | 110000 | |
| 9 | Col L. Cárdenas | 29/10/90 | 37 | 18 | 7 | 8.0 | Kancab | 6.0 | Cerital | 18° 00' | 88° 12' | 116000 | |
| 10 | Ejido Pantera | 29/10/90 | 57 | 16 | 9 | 9.0 | Kancab | 5.0 | Cerital | 18° 08' | 88° 28' | 130000 | |
| 11 | Ejido A. Camacho | 29/10/90 | 37 | 14 | 7 | 4.0 | Kancab | 6.0 | Cerital | 18° 01' | 88° 27' | 88000 | |
| 12 | Ejido A. Camacho | 29/10/90 | 54 | 15 | 9 | 7.0 | Kancab | 7.0 | Cerital | 18° 01' | 88° 27' | 110000 | |
| 13 | Ejido Noh-Bec | 19/11/90 | 20 | 13 | 8 | 3.0 | Kancab | 8.0 | Cerital | 18° 09' | 88° 08' | 114000 | |
| 14 | Ejido X-Axil | 19/11/90 | 30 | 13 | 9 | 4.0 | Kancab | 8.0 | Cerital | 18° 23' | 88° 04' | 104000 | |
| 15 | Ejido X-Axil | 19/11/90 | 20 | 15 | 8 | 3.0 | Kancab | 7.0 | Cerital | 18° 23' | 88° 04' | 129000 | |
| 16 | Laguna Ocom | 19/11/90 | 20 | 12 | 6 | 4.0 | Tzequel | 3.0 | Cerital | 18° 28' | 88° 00' | 106000 | |
| 17 | Ejido F C Puerto | 19/11/90 | 22 | 12 | 7 | 3.0 | Tzequel | 3.0 | Cerital | 18° 50' | 88° 52' | 74000 | |
| 18 | Ejido F C Puerto | 19/11/90 | 20 | 9 | 5 | 3.0 | Tzequel | 2.0 | Cerital | 18° 50' | 88° 52' | 116000 | |
| 19 | Ejido F C Puerto | 19/11/90 | 20 | 12 | 7 | 3.0 | Tzequel | 2.0 | Cerital | 18° 50' | 88° 52' | 135000 | |
| 20 | Poblado de Chumpon | 19/11/90 | 35 | 18 | 12 | 4.0 | Tzequel | 3.0 | Cerital | 18° 00' | 88° 49' | 240000 | |
| MEDIA | | | 27.8 | 13.8 | 7.1 | 4.8 | | 5.5 | | | | 106550 | |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | 11.1 | 2.1 | 1.9 | 1.8 | | 2.0 | | | | 39372 | |

N P: Número de progenitor

H F L: Altura de fuste limpio

D N: Diámetro normal

D C P: Diámetro de copa promedio

H T: Altura total

P M O: Profundidad del mantillo orgánico

Cuadro N° 1. Características dendrométricas y de sitio de los árboles progenitores de sac-chacá (*Dendropanax arboreus*), usados en el ensayo de progenies.

En los cuadros 1 y 2 se presentan los resultados correspondientes al número de semillas por kilogramo por especie y progenitor.

En sac-chacá se encontró en promedio 106 550 semillas por kilogramo, con una desviación estándar de 39 372 semillas y coeficiente de variación de 37%, con un máximo de 240 000 y un mínimo de 45 000.

En el negroito se encontraron en promedio 1 680 semillas por kilogramo, con una desviación estándar de 469 semillas y coeficiente de variación de 28%, con un máximo de 2 450 y un mínimo de 1 090.

Con respecto al promedio de semillas por kilogramo, el 50% de los árboles progenitores de sac-chacá y negroito presentaron valores por arriba de la media.

| NP | PROCEDENCIA | FECHA DE COLECTA | C DENDROMÉTRICAS | | | | C DEL SITIO | | | LOCALIZACIÓN | | | OBSERV |
|-------|-------------------|------------------|------------------|--------|---------|---------|-------------|----------|---------|--------------|----------|-----------|--|
| | | | DN (cm) | HT (m) | HFL (m) | DCP (m) | T SUELO | PMO (cm) | EXP | LAT (N) | LONG (W) | SEM (/kg) | |
| 1 | Ejido Divorciados | 09/05/90 | 25 | 20 | 10 | 8.5 | Kancab | 5.0 | Este | 19° 05' | 88° 35' | 1280 | En general se encontró asociado con las especies siguientes: zapote, limonaria, cedro, tzalam, chacá, jobillo, jobo, guanumo, chechem, sacchaca, caracolillo y laurel. |
| 2 | Ejido Divorciados | 09/05/90 | 18 | 15 | 9 | 7.5 | Kancab | 5.0 | Este | 19° 04' | 88° 34' | 1720 | |
| 3 | Ejido Divorciados | 10/05/90 | 30 | 20 | 15 | 7.5 | Chaclum | 6.0 | Este | 19° 06' | 88° 33' | 1140 | |
| 4 | Ejido Pantera | 10/05/90 | 20 | 20 | 6 | 6.5 | Chaclum | 7.0 | Este | 19° 08' | 88° 28' | 2290 | |
| 5 | Ejido Pantera | 10/05/90 | 20 | 20 | 15 | 6.5 | Chaclum | 5.0 | Noreste | 19° 08' | 88° 28' | 2150 | |
| 6 | Ejido A Camacho | 11/05/90 | 15 | 15 | 6 | 6.0 | Kancab | 5.5 | Noreste | 19° 01' | 88° 27' | 1280 | |
| 7 | Ejido A Camacho | 11/05/90 | 20 | 18 | 10 | 8.8 | Kancab | 6.0 | Noreste | 19° 01' | 88° 27' | 1090 | |
| 8 | Bacalar | 16/05/90 | 23 | 15 | 6 | 6.0 | Kancab | 5.0 | Cenital | 18° 46' | 88° 21' | 2120 | |
| 9 | Bacalar | 16/05/90 | 18 | 12 | 5 | 5.0 | Chaclum | 4.0 | Cenital | 18° 35' | 88° 21' | 2190 | |
| 10 | Bacalar | 16/05/90 | 25 | 12 | 5 | 7.0 | Chaclum | 1.0 | Cenital | 18° 46' | 88° 19' | 2450 | |
| 11 | Bacalar | 16/05/90 | 23 | 10 | 3 | 7.0 | Chaclum | 5.0 | Cenital | 18° 46' | 33° 19' | 1840 | |
| 12 | Bacalar | 16/05/90 | 21 | 15 | 9 | 5.0 | Chaclum | 5.0 | Cenital | 18° 46' | 88° 19' | 1540 | |
| 13 | Ejido M Hidalgo | 22/05/90 | 30 | 12 | 7 | 5.0 | Chaclum | 8.0 | Cenital | 18° 47' | 88° 18' | 1630 | |
| 14 | Ejido M Hidalgo | 23/05/90 | 35 | 12 | 6 | 6.0 | Chaclum | 6.0 | Cenital | 18° 47' | 88° 17' | 1400 | |
| 15 | Ejido M Hidalgo | 23/05/90 | 18 | 16 | 8 | 5.0 | Kancab | 5.0 | Cenital | 18° 47' | 88° 16' | 1090 | |
| MEDIA | | | 22.7 | 15.4 | 8.0 | 6.5 | | | 5.2 | | | | 1681 |
| DE | | | 5.5 | 3.5 | 3.5 | 1.2 | | | 1.5 | | | | 469 |

NP : Número de progenitor

HFL : Altura de fuste limpio

DN : Diámetro normal

DCP : Diámetro de copa promedio 1681

HT : Altura total

PMO : Profundidad del mantillo orgánico 469

Cuadro N° 2. Características dendrométricas y de sitio de los árboles progenitores de negroito (*Simarouba glauca*), usados en el ensayo de progenies.

Como se observa en los cuadros 1 y 2, el mayor número de semillas no corresponde necesariamente a los árboles de mayores dimensiones. De 20 árboles de sac-chacá, sólo 4 de ellos sobresalieron por ser de mayores dimensiones y por presentar gran cantidad de semillas por kilogramo.

Con referencia al negrito, no hubo relación entre las dimensiones del arbolado con la mayor cantidad de semillas por kilogramo; de 15 árboles progenitores, 4 de ellos con dimensiones de diámetro normal y de copa mayor o igual a la media, reportaron la mayor cantidad de semilla; de 8 árboles con diámetro de copa mayor o igual a la media, 4 de ellos presentaron número de semillas por arriba de la media.

No se encontró relación marcada entre las características dendrométricas y el número de semillas por kilogramo entre los progenitores. Pero sí se presentó una gran variabilidad de número de semillas entre los progenitores.

Este comportamiento coincide con el señalado por Salazar¹⁷, quien al estudiar diferentes procedencias de *Acacia mangium*, encontró que más del 93% de la variación en el número de semillas por kilogramo entre los progenitores, se debe al origen de la procedencia, misma que pudo ser afectada por la periodicidad de los años semilleros.

También es importante recalcar que los árboles más productores de semilla no necesariamente son los más deseados para ser propagados en vivero, ya que es de esperarse que el tamaño de la semilla influya en el vigor de las plántulas en el vivero.

En el cuadro 3, *vid., infra*, se presentan los resultados promedio de germinación en el negrito; la germinación promedio entre las progenies se inició a los 16 días y se estabilizó a los 65 días después de la siembra, con un porcentaje de germinación del 64%.

Al comparar los resultados con los reportados por los coautores Parraguirre y Cetz¹⁸ y Parraguirre¹⁹, quienes calcularon índices de germinación para el negrito, el cual necesita 48 días para alcanzar una germinación total del 38%, iniciándose la germinación a los 26 días, a los 28 días se presentó el 75% de la germinación; en este caso, el porcentaje de germinación se superó en un 68%, 10 días antes del inicio de la germinación.

¹⁷ Salazar, F. R. 1989^b. "Genetic variation of 16 provenances of *Acacia mangium* at nursery level in Turrialba, Costa Rica". pp. 256-273.

¹⁸ Parraguirre, L. C. y Cetz, Ch. R. 1989. "Determinación de la madurez fisiológica de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)". pp. 947-950.

¹⁹ Parraguirre, L. C. 1992. Germinación de semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo.

Por consiguiente, al utilizar semilla de árboles seleccionados, se tienen grandes ventajas desde el inicio, ya que no sólo se rompe con las prácticas tradicionales de colecta de semilla proveniente de árboles aislados y deformes, sino también se logra aumentar el porcentaje de germinación.

Como se observa en las figuras 1 y 2, *vid., infra*, sobresalen 7 progenies de negroito con dimensiones mayores o iguales a la media de 15 progenies.

Lo que indica, que dichas progenies pueden ya ser seleccionadas en vivero por la velocidad y porcentaje de germinación alcanzado.

Las progenies sobresalientes son los números 1, 5, 8, 9, 10, 11 y 15, de las cuales 5 corresponden a los árboles con mayor número de semillas por kilogramo (árboles números 5, 8, 9, 10 y 11 del cuadro 2, *vid., supra*).

En el caso del sac-chacá no fue posible determinar el comportamiento de la germinación entre progenies, debido entre otras causas, a que no hubo suficiente semilla procedente de los árboles progenitores.

En esta especie se desconocen la tecnología y manejo de las semillas, así como las características anatómicas y fisiológicas del fruto, lo que ocasiona dificultades en su manejo, por lo que es necesario diseñar experimentos por separado, relacionados con la tecnología y el manejo de la semilla, ya que por experiencias en el vivero, se sabe que la viabilidad de la semilla es de sólo dos meses, después de ser colectada en el campo.

Sin embargo, para conocer el porcentaje de germinación y el tiempo que requiere la semilla para germinar, se agrupó la semilla sobrante de los árboles progenitores.

Se encontró que la germinación se inicia a los 25 días y se estabiliza a los 45 días después de la siembra, con un porcentaje de germinación del 26%.

El porcentaje de germinación sólo difiere en 2% con el que se maneja en el vivero del C E F, el que se ha determinado a través de una serie de pruebas de germinación, para la producción de planta en otros experimentos.

El porcentaje de germinación de las semillas de sac-chacá en condiciones de vivero y con el sustrato utilizado, es relativamente bajo, desconociéndose las causas y los factores atribuibles.

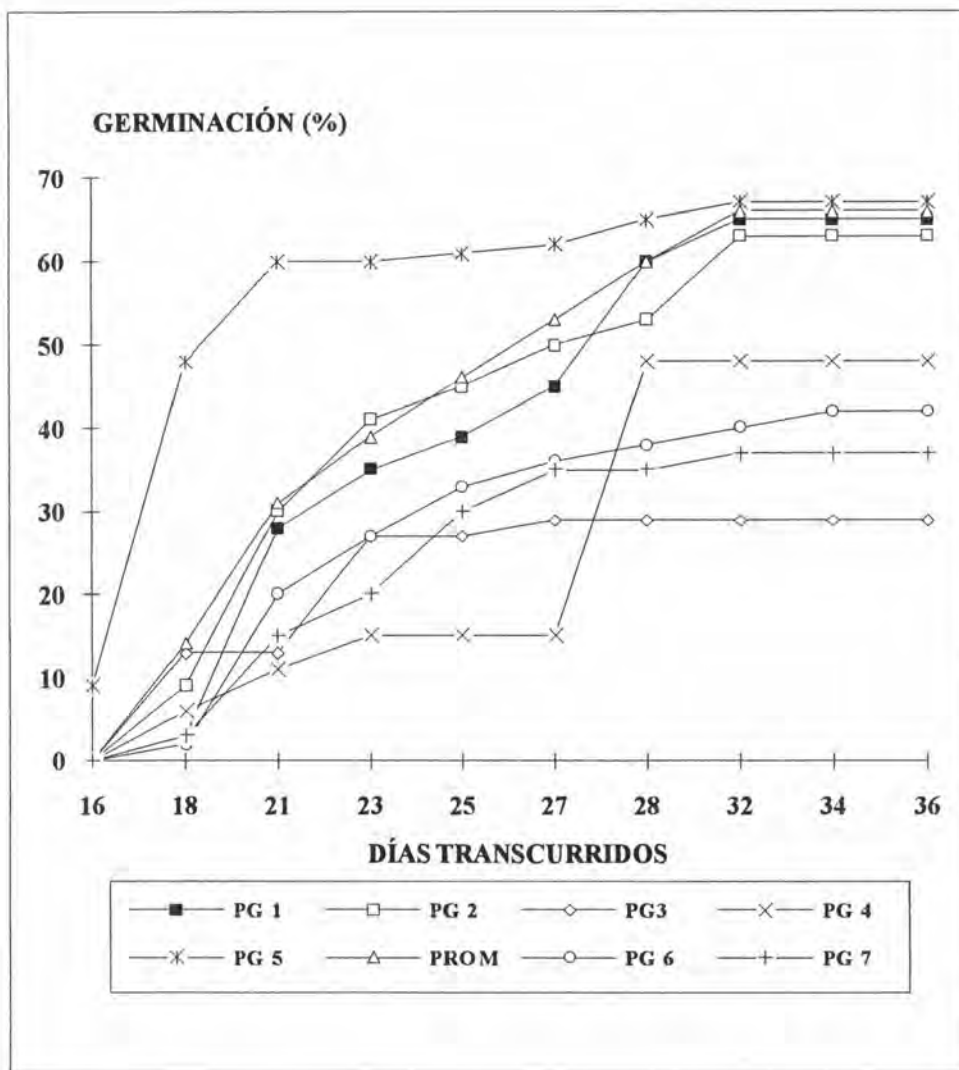


Figura N° 1. Comportamiento de la germinación de las progenies de *Simarouba glauca*.

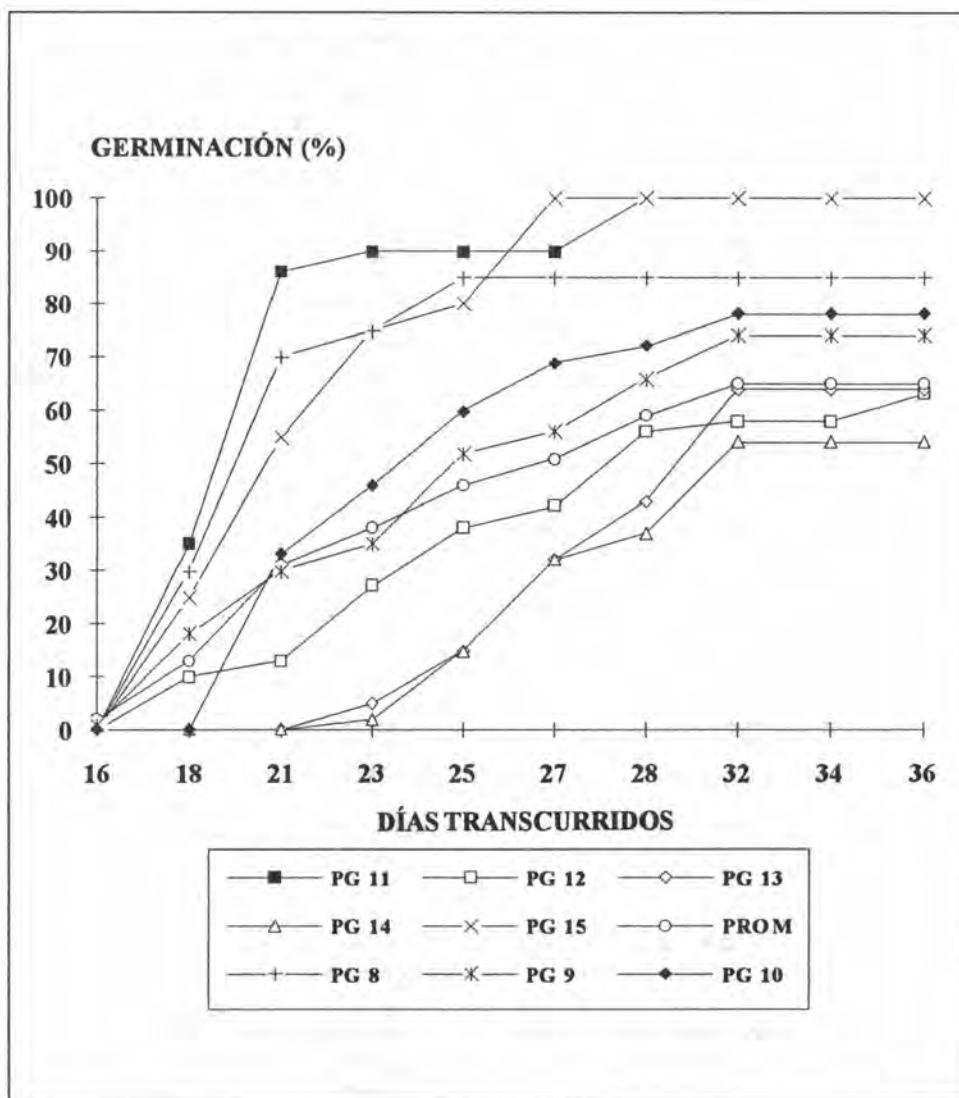


Figura N° 2. Comportamiento de la germinación de las progenies de *Simarouba glauca*.

| N P | DÍAS TRANSCURRIDOS AL INICIAR LA GERMINACIÓN | | | | | | | | | | TOTAL |
|-----|--|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | 16 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 32 | 34 | 36 | GER |
| 1 | 0 | 1 | 28 | 35 | 39 | 45 | 60 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| 2 | 0 | 9 | 29 | 41 | 45 | 50 | 52 | 62 | 62 | 62 | 62 |
| 3 | 0 | 13 | 13 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| 4 | 1 | 7 | 11 | 15 | 15 | 15 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| 5 | 9 | 48 | 60 | 60 | 61 | 62 | 64 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| 6 | 0 | 3 | 21 | 28 | 33 | 36 | 38 | 40 | 42 | 42 | 42 |
| 7 | 0 | 3 | 15 | 20 | 32 | 35 | 35 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| 8 | 0 | 31 | 72 | 76 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 9 | 2 | 18 | 30 | 35 | 52 | 56 | 69 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| 10 | 1 | 1 | 32 | 46 | 61 | 69 | 72 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| 11 | 1 | 34 | 87 | 90 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 12 | 0 | 11 | 13 | 27 | 38 | 42 | 57 | 59 | 59 | 62 | 62 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 4 | 14 | 31 | 42 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 31 | 37 | 53 | 53 | 53 | 53 |
| 15 | 0 | 24 | 50 | 74 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MED | 1 | 13 | 31 | 39 | 46 | 52 | 59 | 64 | 64 | | 64 |
| DE | | 14 | 26 | 26 | 25 | 25 | 23 | 21 | 21 | | 21 |

N P = Número de Progenie

M E D = Promedio entre progenies

TOTAL GER: Germinación total (%)

D E : Desviación estándar

Cuadro N° 3. Porcentaje de germinación de las progenies de negro (*Simarouba glauca*).

En el cuadro 4, *vid., infra*, se presentan los resultados de altura total y diámetro a la base entre progenies de sacchaca y negro, al final del tiempo de permanencia en el vivero.

En sac-chacá se tuvo una altura total promedio entre progenies de 25.45 cm, con una desviación estándar de 7.9 cm y coeficiente de variación del 31% diámetro a la base de 0.39 cm, desviación estándar 0.05 cm y coeficiente de variación de 13%.

Al comparar los promedios dentro de las progenies se observa que de 20 progenies sobresalen, 11 por la altura y 13 por el diámetro a la base; de este grupo 9 destacan por los mayores crecimientos en altura total y diámetro a la base; ellos son correspondientes a 4 progenitores con el mayor número de semillas por kilogramo.

La progenie número 1 fue eliminada por no presentar buena germinación, ya que el

de plántulas para constituir la progenie fue insuficiente.

| NP | S A C - C H A C Á | | | | | | | | N E G R I T O | | | | | | | |
|------|-------------------|------|-----|-----|--------------------|-----|------|------|-------------------|------|-----|-----|-------------------------|-----|------|-----|
| | ALTURA TOTAL (cm) | | | | DIÁMETRO A LA BASE | | | | ALTURA TOTAL (cm) | | | | DIÁMETRO A LA BASE (cm) | | | |
| | MED | DE | MAX | MIN | MED | DE | MAX | MIN | MED | DE | MAX | MIN | MED | DE | MAX | MIN |
| 1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 40.45 | 12.0 | 22 | 67 | 0.71 | 0.1 | 0.40 | 1.3 |
| 2 | 30.75 | 13.6 | 5 | 56 | 0.53 | 0.1 | 0.26 | 0.77 | 13.75 | 13.1 | 22 | 70 | 0.65 | 0.2 | 0.45 | 1.0 |
| 3 | 45.00 | 18.2 | 5 | 72 | 0.44 | 0.1 | 0.20 | 0.71 | 33.55 | 13.1 | 13 | 58 | 0.71 | 0.2 | 0.48 | 1.1 |
| 4 | 39.90 | 8.3 | 21 | 51 | 0.48 | 0.1 | 0.39 | 0.60 | 36.87 | 12.3 | 23 | 62 | 0.71 | 0.2 | 0.40 | 1.5 |
| 5 | 29.85 | 11.2 | 4 | 47 | 0.39 | 0.1 | 0.20 | 0.55 | 38.60 | 10.5 | 22 | 62 | 0.76 | 0.3 | 0.55 | 1.9 |
| 6 | 25.25 | 13.0 | 4 | 46 | 0.43 | 0.1 | 0.26 | 0.65 | 49.45 | 14.5 | 27 | 81 | 0.87 | 0.2 | 0.45 | 1.3 |
| 7 | 19.30 | 9.9 | 3 | 35 | 0.40 | 0.2 | 0.15 | 0.90 | 49.80 | 14.0 | 31 | 80 | 0.86 | 0.2 | 0.45 | 1.4 |
| 8 | 14.60 | 6.8 | 2 | 26 | 0.34 | 0.1 | 0.15 | 0.49 | 52.50 | 7.4 | 42 | 69 | 0.80 | 0.1 | 0.55 | 1.1 |
| 9 | 26.85 | 10.4 | 10 | 51 | 0.38 | 0.1 | 0.20 | 0.70 | 51.60 | 9.4 | 32 | 68 | 0.96 | 0.2 | 0.66 | 1.5 |
| 10 | 31.65 | 6.4 | 16 | 43 | 0.46 | 0.1 | 0.37 | 0.60 | 42.75 | 8.2 | 31 | 58 | 0.78 | 0.1 | 0.50 | 1.1 |
| 11 | 26.20 | 6.2 | 19 | 40 | 0.41 | 0.1 | 0.30 | 0.55 | 52.85 | 11.9 | 35 | 93 | 0.91 | 0.2 | 0.66 | 1.3 |
| 12 | 17.75 | 6.4 | 5 | 28 | 0.34 | 0.1 | 0.20 | 0.45 | 32.60 | 10.7 | 21 | 63 | 0.71 | 0.1 | 0.55 | 1.1 |
| 13 | 30.55 | 9.2 | 13 | 53 | 0.39 | 0.1 | 0.27 | 0.54 | 29.75 | 6.6 | 22 | 45 | 0.60 | 0.1 | 0.40 | 0.7 |
| 14 | 17.75 | 8.2 | 5 | 30 | 0.31 | 0.1 | 0.15 | 0.45 | 30.90 | 10.7 | 17 | 54 | 0.69 | 0.1 | 0.50 | 0.9 |
| 15 | 18.50 | 10.0 | 3 | 38 | 0.32 | 0.1 | 0.15 | 0.50 | 37.75 | 10.6 | 19 | 57 | 0.79 | 0.2 | 0.50 | 1.5 |
| 16 | 23.20 | 9.5 | 10 | 45 | 0.36 | 0.1 | 0.20 | 0.50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 17 | 20.15 | 6.1 | 10 | 30 | 0.34 | 0.1 | 0.20 | 0.50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 18 | 26.75 | 5.8 | 18 | 39 | 0.40 | 0.1 | 0.30 | 0.52 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | 29.10 | 6.1 | 18 | 40 | 0.40 | 0.1 | 0.27 | 0.65 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20 | 20.55 | 7.2 | 11 | 36 | 0.45 | 0.1 | 0.34 | 0.65 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MED' | 25.45 | | | | 0.39 | | | | 39.54 | | | | 0.76 | | | |
| DE' | 7.9 | | | | 0.05 | | | | 10.80 | | | | 0.09 | | | |
| CV' | 31 | | | | 13 | | | | 27 | | | | 12 | | | |

NP : Número de progenie

MED : Promedio dentro progenies

DE : Desviación estándar dentro progenies

MAX : Valor máximo dentro progenies

MIN: Valor mínimo dentro progenies

MED' : Promedio entre progenies

DE' : Desviación estándar entre progenies

CV' : Coeficiente de variación entre progenies

Cuadro N° 4. Crecimiento promedio en altura total y diámetro a la base entre progenies de sac-chacá (*Dendropanax arboreus*) y negrito (*Simarouba glauca*), en la fase de vivero.

El negrito presentó una altura total promedio entre progenies de 39,54 cm, desviación estándar de 10.8 y coeficiente de variación de 27%; diámetro a la base de 0.76 cm, desviación estándar de 0.09 y coeficiente de variación de 12%.

Sobresalen por la altura 7 progenies y por el diámetro a la base destacan 8 progenies, de las cuales se distinguen 6 por los mayores crecimientos en altura y diámetro a la base.

De este grupo de progenies sobresalientes, 4 corresponden a los progenitores con mayor número de semillas por kilogramo (*vid., supra*, cuadro 2).

En las figuras 3 y 4, se presenta la distribución de altura total y diámetro a la base mostrado por las progenies de sacchaca y negroito reproducidas en vivero. En general, se presenta alta variabilidad entre las progenies.

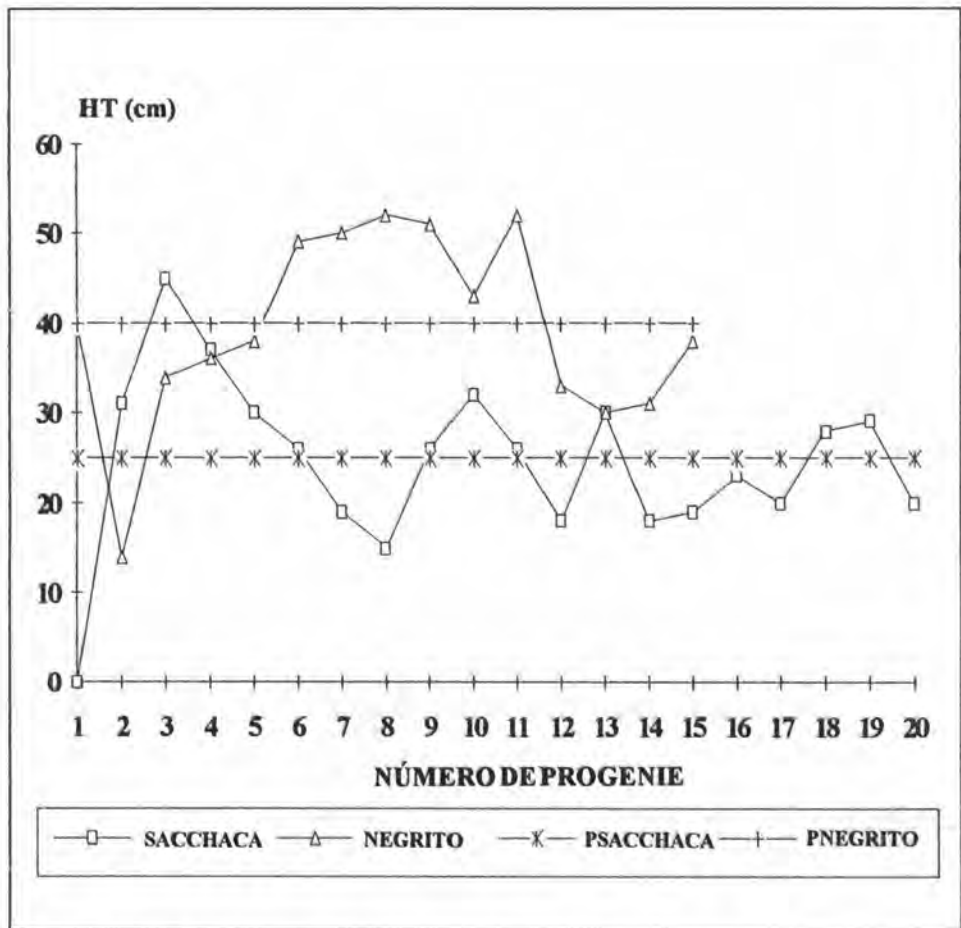


Figura N° 3. Altura total (HT) promedio de las progenies de *Dendropanax arboreus* y *Simarouba glauca*.

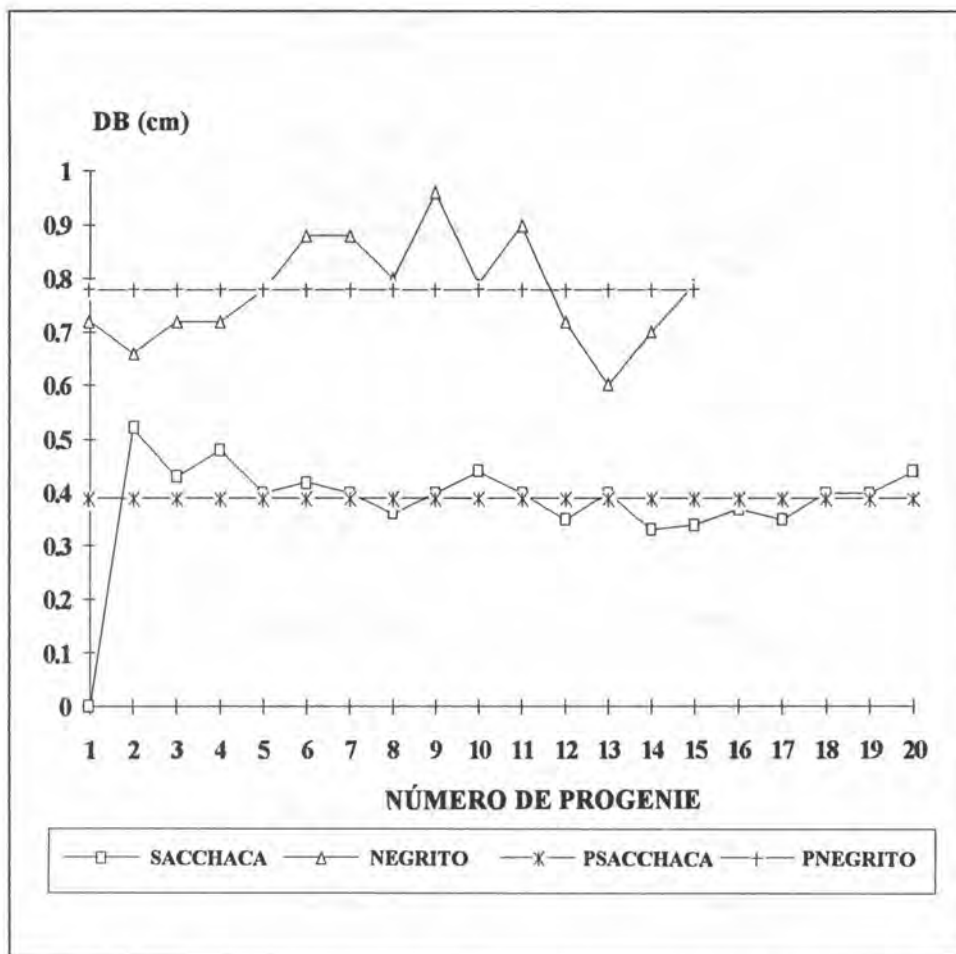


Figura N° 4. Diámetro a la base (DB) promedio de las progenies de *Dendropanax arboreus* y *Simarouba glauca*.

Se sabe que esta variación se debe a las fuentes geográficas de la semilla, como sitio y altura en las que ocurre la colección de semilla y, que hay grandes diferencias inherentes en el desarrollo, campo, forma y calidad de la madera entre árboles individuales de la misma especie.

Autores como Francois, *op. cit.*, y Parraguirre²⁰, han reportado que muchas de estas diferencias son causadas por ciertos rasgos y características transmitidas de los padres a la progenie o descendencia.

Con las progenies que sobresalieron en la etapa de vivero, teóricamente se está en posibilidades de reproducir a los árboles progenitores por algún medio de propagación masiva, pero de acuerdo con Mergen *op. cit.*, habrá que esperar el comportamiento que las progenies presenten en el campo y, si el ritmo de crecimiento en vivero se mantiene en el campo, puede ser un avance muy importante como mecanismo de selección inicial.

CONCLUSIONES.

- En la etapa de vivero sobresalieron progenies de sac-chacá y negrito por su mayor crecimiento en altura total y diámetro a la base, mismas que seguirán observándose en la etapa de campo.

- Se encontró gran variación entre el número de semillas por kilogramo, entre progenies de la misma especie.

- *Dendropanax arboreus* reportó bajo porcentaje de germinación en la semilla.

- *Simarouba glauca* presentó gran variabilidad en los porcentajes y velocidad de germinación entre las progenies.

- Con fuente de semillas de árboles seleccionados, se aumenta el porcentaje de germinación en *Simarouba glauca*.

- Con la colecta de semillas de árboles seleccionados se contrarresta la práctica tradicional de coleccionar semilla en árboles aislados y deformes.

- Los ensayos de progenie convierten a los árboles progenitores en fuente de germoplasma y preservación de la diversidad genética, siempre y cuando éstos se conserven.

²⁰ Parraguirre, L. C. 1992. Comportamiento juvenil de varias fuentes de semillas de *Acacia mangium* Willd., en América Central.

BIBLIOGRAFÍA.

- Carlisle, A. y Teich, A. H. 1978. "Análisis de costos y beneficios en los programas de mejora genética forestal". *Genética F A O-UNASYLVA*. Vol 30. N° 119-120. pp. 34-37.
- Cevallos, F, S. y Carmona, V, T. 1982. Banco de información de estudios tecnológicos de maderas que vegetan en México. Catálogo N° 7. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. s/p.
- Corea, E; Mesen, F. y Cornelius, J. 1992. "El proyecto de mejoramiento genético forestal del CATIE y su papel en la región centroamericana". *El Chasqui INFORAT*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. N° 28. pp. 19-24.
- Chavelas, P, J. 1976. "El campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. *Revista Ciencia Forestal*. Vol 1. N° 3. pp. 65-74.
- Chavelas, P, J. 1981. "El negrito" (*Simarouba glauca* D C.), una especie de uso múltiple. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. *Revista Ciencia Forestal*. N° 6.
- Francois, M. P. 1983. "Mejores bosques a través de la genética". *En: Dasonomía Mexicana*. Academia Nacional de Ciencias Forestales, A C. México. Vol 1. N° 2. pp. 11-16.
- García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.
- Juárez, G, V; Espinosa, B, A y Cedeño, S, O. 1989. "Observaciones fenológicas en 70 especies forestales tropicales y su importancia en la producción". *En: Memoria del Congreso Forestal Mexicano*. Tomo II. Toluca, México. pp. 874-882.
- Mergen, F. 1959. "Investigación sobre genética de los árboles forestales". *F A O-UNASYLVA*. Vol 13. N° 2. pp. 81-88.
- Parraguirre, L, C. y Cetz, Ch, R. 1989. "Determinación de la madurez fisiológica de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)". *En: Memoria del Congreso Forestal Mexicano*. Tomo II. Toluca, México. pp. 947-950.

- Parraguirre, L, C. 1992. Germinación de semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo. Taller madera, chicle, caza y milpa; fundamento para el manejo integral y sostenible de las selvas de Quintana Roo. México. s/p.
- Parraguirre, L, C. 1991. Comportamiento juvenil de varias fuentes de semillas de *Acacia mangium* Willd., en América Central. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- Patiño, V, F. 1989^a. "La conservación de los recursos genéticos forestales en los trópicos". Dasonomía Mexicana. Academia Nacional de Ciencias Forestales, A C. México. Vol 7. N° 11. pp. 4-19.
- Patiño, V, F. 1989^b. "La ciencia y la tecnología y los recursos forestales en los trópicos". I Congreso Forestal Mexicano. Tomo II. Julio 19-22. Toluca, México. pp. 726-732.
- Pennington, T, D. y Sarukhán, K, J. 1968. Árboles tropicales de México. F A O-S A G-I N I F. México.
- Pérez, O, C; Carmona, V, T. y Rogel, G, M. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. Boletín Técnico. N° 63. México. 276 p.
- Rodríguez, S, B. y Contreras, G, J. 1990. Comportamiento en vivero de dos procedencias de "Negrito" (*Simarouba glauca* D C.), en el estado de Quintana Roo. Tercera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Quintana Roo. México. 43 p.
- Salazar, F, R. 1989^a. Necesidades de semilla forestal mejorada en América Central. Curso Centroamericano de silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple. Miguel Angel Musálem. ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Salazar, F, R. 1989^b. "Genetic variation of 16 provenances of *Acacia mangium* at nursery level in Turrialba, Costa Rica". Commonw For Forest Rev. 68 (4). pp. 256-273.
- Salazar, F, R. 1989^c. Selección de especies y procedencias para plantaciones forestales. Curso centroamericano de silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple. Miguel Angel Musálem. ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. El sector forestal en Quintana Roo. Foro internacional sobre aprovechamientos forestales y su relación con el ambiente. Subdelegación Forestal. Chetumal, Quintana Roo. S A R H. México. 43 p.

REGENERACIÓN NATURAL DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE DOSEL

García Cuevas Xavier *
Negreiros Castillo Patricia *
Rodríguez Santiago Bartolo *

RESUMEN.

El presente estudio fue realizado en una selva mediana subperennifolia de Quintana Roo, con el objetivo de observar el efecto de la remoción parcial del dosel superior sobre la regeneración natural de *Swietenia macrophylla* King.

Cinco parcelas de 0.5 hectáreas fueron sujetas a diferentes intensidades de corta, tomando como base el área basal original y removiendo 0%, 8%, 28%, 45% y 55% de ésta.

Se evaluó la regeneración natural de *Swietenia macrophylla*, cuatro años después de aplicadas las cortas.

Aunque no hay diferencias estadísticas significativas entre las intensidades de corta, los resultados indican que donde se removió el 45% del área basal original, se obtuvo la mejor respuesta.

Palabras clave: Regeneración natural, caoba, *Swietenia macrophylla*, bosques tropicales húmedos, Quintana Roo.

ABSTRACT.

In a tropical semi-evergreen rain forest of Quintana Roo, this study was realized to observed the effects of partial overstory removal in a natural regeneration of *Swietenia macrophylla* King.

* Investigadores del Campo Experimental Forestal "San Felipe-Bacalar". Quintana Roo. C I R-Sureste. I N I F A P-
S A R H.

Five 0.5 hectare experimental plots were subjected to different levels of overstory removal (0%, 8%, 28%, 45% and 55%) of the basal area.

The natural regeneration of *Swietenia macrophylla* was evaluated four years after application of overstory removal.

Agreement to the results, where 45% of original basal area was removed obtained the best results, although no significant statistical differences exist between levels of overstory removal.

Key words: Natural regeneration, mahogany, *Swietenia macrophylla*, tropical rain forest, Quintana Roo.

INTRODUCCIÓN.

La regeneración natural es uno de los principales factores que deben tomarse en cuenta para asegurar la continuidad de una masa arbolada con fines de aprovechamiento comercial.

Representa uno de los aspectos de mayor importancia que todo silvicultor debe tomar en cuenta al planear y realizar labores silvícolas, ya que el conocimiento de las especies y del medio en que se desarrollan, contribuirá a que se cultiven correctamente.

De esta forma, el establecimiento y desarrollo de la nueva masa, depende de las acciones que realice el técnico forestal para promoverla¹.

En los bosques tropicales de Quintana Roo, como en casi todas las áreas semejantes en el mundo, algunas especies son comunes en el dosel superior, pero no son abundantes o son muy raras en el sotobosque.

Con frecuencia, estas son las especies que tienen mayor valor comercial, tal es el caso de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y el cedro rojo (*Cedrela odorata* L.), en el estado de Quintana Roo².

Estas especies son incapaces de establecerse y crecer bajo doseles cerrados que no

¹ Rodríguez, S. B. y García, C. X. 1989. Evaluación de la estructura y desarrollo de la regeneración natural de *Pinus douglasiana* Mtz., en Concepción de Buenos Aires, Jalisco.

² Negreros, C. P. 1991. Effects of partial overstory removal on the natural regeneration of a tropical forest in Quintana Roo, Mexico.

permiten el paso de luz en las cantidades requeridas, según lo señalaron Swaine y Hall en 1980.

Su presencia, por lo general indica que en el pasado se crearon claros en el dosel, que favorecieron su establecimiento, como lo reportan los autores Brokaw en 1989 y Martínez³.

El papel de los claros ha sido descrito y reconocido como el medio por el cual los bosques templados y tropicales se regeneran. Diversos autores como Richards en 1952; Whitmore en 1978; Oldeman también en 1978 y Devoe en 1989, afirman que la formación de los claros puede tener un origen natural o puede ser resultado de intervenciones humanas.

Bajo los claros, las características microambientales varían, esas diferencias son resultado de factores como:

- La naturaleza e intensidad de los disturbios que los crearon.
- El área afectada.
- La composición de la vegetación del sitio.
- La naturaleza de la vegetación circundante (colonizadores potenciales).
- Los agentes ambientales.

Las condiciones microambientales bajo el dosel cerrado son tan heterogéneas como en los claros. Ésto se debe a que el dosel es un continuo de diferencias en composición, estructura vertical, espesura y densidad del follaje.

Como consecuencia, la interacción de los claros en el dosel cerrado genera un rango de luz en el sotobosque, que permitirá que las especies se establezcan en los sitios en los que la cantidad de luz sea la adecuada.

En el caso de la coaba, es muy poco lo que se conoce sobre la respuesta del proceso de establecimiento de la regeneración natural bajo diferentes condiciones de apertura del dosel superior, por lo que se requiere investigar al respecto.

La aplicación de diferentes intensidades de corta con base en el área basal original, ocasiona cambios en factores como luz, densidad, estructura y composición de la vegetación.

La combinación de estos factores da como resultado cambios microambientales cuya intensidad será consecuencia del área basal removida.

³ Martínez, R. M. 1985. "Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias". pp. 191-239.

OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo es:

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes intensidades de corta en el establecimiento de la regeneración natural de *Swietenia macrophylla* King.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Descripción del área de estudio.

El presente trabajo se desarrolló en un área de 2.5 hectáreas (ha), en el ejido X-Hazil, el cual forma parte de la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de la Zona Maya, S C, con sede en Felipe Carrillo Puerto, en el estado de Quintana Roo.

La precipitación media anual es de 1 300 mm, concentrándose durante los meses de mayo a octubre.

La temperatura media anual es de 26 °C y los promedios de las temperaturas mínimas y máximas son de 20 °C y 34 °C, respectivamente⁴.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García⁵, el clima es Awi (X)g, que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias medianas en verano y escasas en invierno, oscilación térmica mayor de 7 °C (I N E G I, *op. cit.*). La altitud sobre el nivel del mar, en gran proporción de la zona, es menor a 30 metros.

La vegetación corresponde a una selva mediana subperennifolia. De acuerdo con la terminología maya, en la zona se localizan suelos tzekel (litosoles, según la clasificación F A O-U N E S C O).

Son suelos arcillosos y arcillo-limosos, su profundidad es inferior a 15 cm, con afloramientos

⁴ I N E G I. 1987. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo.

⁵ García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).

de rocas calizas, su mejor utilización se encuentra en la silvicultura⁶, I N E G I, *op. cit.*

Debido a la conformación geológica y topográfica, la circulación de los escurrimientos es principalmente subterránea y no hay ríos o corrientes de agua en la superficie.

METODOLOGÍA.

Mediante operaciones silvícolas se planeó la aplicación de diferentes intensidades de corta en el área, donde se reportó la existencia de:

- 56 especies arbóreas
- Un promedio de 646 individuos/ha
- Área basal promedio de 38.2 m²/ha.

Las principales variables a manejar fueron el área basal y las especies existentes; con diferentes intensidades de corta:

1. Testigo (0% de intensidad de corta).

Esta parcela no se intervino y funcionó como testigo.

El área basal existente era de 36.8 m²/ha.

2. Intensidad de corta del 8%.

Mediante una corta selectiva se removió el 8% del área basal original, afectando sólo a la especie *Swietenia macrophylla*.

El área basal residual fue de 32.2. m²/ha.

3. Intensidad de corta de 28%.

La remoción fue del 28%, aplicada sobre las especies e individuos menos deseables.

El área basal residual fue de 30.0 m²/ha.

⁶ I N I F A P. 1981. Marco de referencia para la planeación y evaluación de la investigación agrícola en el estado de Quintana Roo.

4. Intensidad de corta de 45%.

La remoción fue del 45% del área basal existente, aplicada bajo el mismo criterio del punto anterior.

El área basal residual fue de 18.6 m²/ha.

5. Intensidad de corta de 55%.

La remoción respectiva fue del 55% del área basal existente en la unidad experimental, aplicada sobre las especies e individuos menos deseables.

El área basal residual fue de 13.6 m²/ha.

Debido a la estructura y composición del rodal en donde se estableció el experimento, así como a su división en parcelas para aplicar las diferentes intensidades de corta, hay una diferencia en el número de árboles residuales de caoba (*Swietenia macrophylla*), así como en sus dimensiones.

- En el testigo, hay un sólo árbol de 8.38 cm de diámetro normal y una altura total de 11 m.
- En 8% de intensidad de corta, existen 7 árboles con diámetro normal promedio de 31 cm y altura total promedio de 16 m.
- En 28% existen 4 árboles con diámetro normal promedio de 49 cm y altura total promedio de 20 m.
- En 45% existen 5 árboles con diámetro normal promedio de 46 cm y altura total promedio de 19 m.
- En 55% existe sólo un árbol con diámetro de 54 cm y altura total de 21 m.

Lo anterior puede tener influencia en el establecimiento de la regeneración, lo que se puede comprender mejor al observar la variación del número de árboles residuales de caoba y sus dimensiones en diámetro normal, altura total y diámetro de copa, en cada parcela experimental.

Para realizar la evaluación sobre la regeneración natural de *Swietenia macrophylla*, se procedió de acuerdo a lo siguiente:

a) Parcelas de estudio.

Se eligieron las parcelas experimentales de 50 por 100 m (5 000 m²), en donde en el año de 1986 se aplicaron diferentes intensidades de corta.

Estas áreas se eligieron tomando en cuenta que:

- Se conocía el año en el cual se aplicaron las cortas.
- Al menos habían pasado cuatro años de realizadas dichas cortas, para considerar la posibilidad de encontrar regeneración establecida de la especie de interés y que ésta fuera originada por los árboles semilleros residuales o por árboles adyacentes al área.

b) Diseño de muestreo.

Fue realizado completamente al azar, levantándose cinco sitios de muestreo en cada parcela experimental.

Las unidades de muestreo fueron sitios rectangulares de 4 por 5 m (20 m²) y la intensidad de muestreo fue del 2% del total de la superficie de cada parcela experimental.

c) Registro de datos.

Se tomaron en cada sitio, considerando intensidad de corta, las características de la regeneración de coaba para todos los individuos demás de 10 cm de altura total, a los cuales se consideró como ya establecidos.

Estos datos fueron:

- Número de individuos
- Diámetro a la base
- Altura total
- Diámetro de copa.

d) Análisis de la información.

Se realizó un análisis para obtener un muestreo al azar simple para estimar los parámetros de la población de las variables medidas en cada una de las diferentes intensidades de corta.

El nivel de análisis se hizo con el total de individuos por unidad de superficie.

RESULTADOS.

Características promedio de la regeneración natural de *Swietenia macrophylla*.

En el cuadro 1, *vid., infra*, se presentan los resultados básicos de los parámetros estimados para la regeneración natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King.), existentes en las cinco parcelas experimentales.

Número de individuos por hectárea (N A).

De acuerdo a los resultados del análisis (*vid., cuadro 1*), se observan marcadas diferencias en el número promedio de individuos por hectárea de *Swietenia macrophylla* en las diferentes parcelas, variando de 500 (0%), a 2 100 (45%) individuos para las parcelas donde se localizó el menor y el mayor número de individuos, respectivamente (*vid., infra, figura 1*).

Asimismo, se observa que, de acuerdo a las desviaciones estándar, el número de individuos en cada parcela se dispersa con amplitud respecto de las medias poblacionales estimadas y que, de acuerdo a los coeficientes de variación, las poblaciones presentan alta variabilidad.

Se indica la precisión de muestreo (error estándar de muestreo), así como los intervalos de confianza calculados al 95% de confiabilidad, de donde se puede inferir entre qué rangos se encuentra el número promedio de individuos por hectárea en las parcelas experimentales.

Al hacer una comparación del número promedio de individuos por hectárea entre las parcelas experimentales, mediante una prueba t de Student, calculada al 95% de confiabilidad, considerándolas como muestras aleatorias independientes⁷, sólo se detectaron diferencias estadísticas significativas entre el testigo y la parcela donde se removió el 45% del área basal original.

⁷ Infante, G. S. y Zárate, L. G. 1984. Métodos estadísticos: Un enfoque interdisciplinario.

| I C % | VAR | PARÁMETROS ESTIMADOS | | | | | |
|-------|-----|----------------------|---------|-------|--------|--------|---------|
| | | PROM | DE | CV% | EEM | LI | LS |
| 0 | NA | 500.00 | 353.55 | 70.71 | 158.00 | 61.00 | 939.00 |
| | DB | 0.28 | 0.12 | 44.22 | 0.05 | 0.13 | 0.43 |
| | AT | 23.80 | 10.18 | 42.79 | 4.55 | 11.16 | 36.44 |
| | DC | 11.30 | 4.80 | 42.51 | 2.15 | 5.34 | 17.26 |
| 8 | NA | 700.00 | 273.86 | 39.12 | 122.00 | 360.00 | 1040.00 |
| | DB | 0.63 | 0.38 | 60.59 | 0.17 | 0.16 | 1.10 |
| | AT | 20.71 | 14.61 | 70.54 | 6.53 | 10.02 | 52.84 |
| | DC | 22.14 | 18.04 | 81.48 | 8.07 | 2.57 | 38.85 |
| 28 | NA | 1400.00 | 821.58 | 58.68 | 367.00 | 380.00 | 2420.00 |
| | DB | 0.42 | 0.09 | 21.49 | 4.02 | 0.31 | 0.53 |
| | AT | 26.21 | 6.52 | 24.87 | 2.92 | 18.11 | 34.31 |
| | DC | 22.25 | 6.06 | 27.24 | 2.71 | 14.73 | 29.77 |
| 45 | NA | 2100.00 | 1341.64 | 63.89 | 600.00 | 434.00 | 3766.00 |
| | DB | 0.64 | 0.44 | 69.30 | 0.20 | 0.09 | 1.19 |
| | AT | 49.33 | 33.65 | 68.21 | 15.05 | 7.55 | 91.11 |
| | DC | 28.19 | 21.72 | 77.05 | 9.71 | 1.22 | 55.16 |
| 55 | NA | 900.00 | 651.92 | 72.44 | 292.00 | 91.00 | 1709.00 |
| | DB | 0.53 | 0.37 | 73.37 | 0.17 | 0.07 | 0.98 |
| | AT | 34.93 | 25.26 | 72.31 | 11.30 | 3.57 | 66.29 |
| | DC | 17.54 | 12.49 | 71.21 | 5.59 | 2.03 | 33.05 |

I C % = Intensidad de corta
 VAR = Variables
 NA = Número de árboles/ha
 DB = Diámetro a la base (cm)
 AT = Altura total (cm)
 DC = Diámetro de copa (cm)

PROM = Promedio
 DE = Desviación estándar
 CV = Coeficiente de variación
 EEM = Error estándar de muestreo
 LI = Límite inferior calculado
 LS = Límite superior calculado

Cuadro N° 1. Características promedio de la regeneración natural de *Swietenia macrophylla* King., en X-Hazil, Quintana Roo.

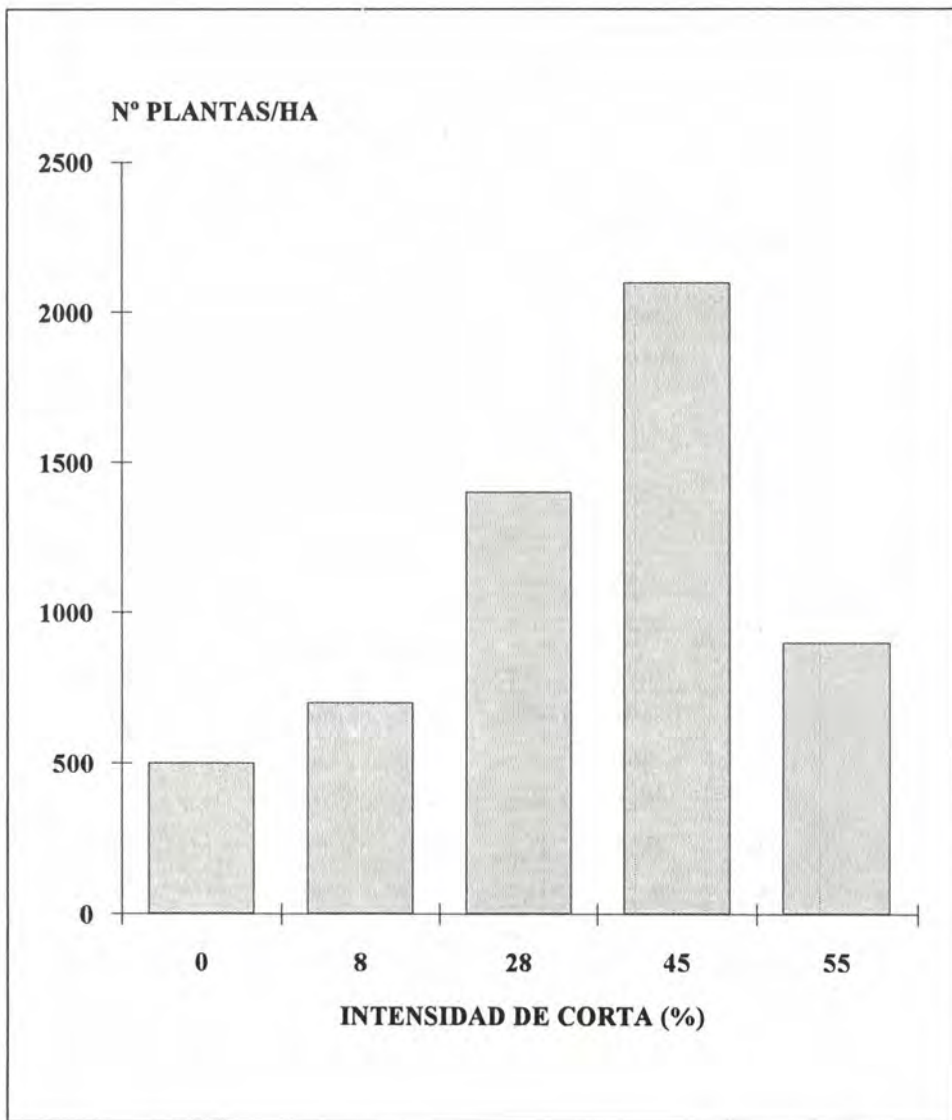


Figura N° 1. Número de plantas por hectárea de regeneración de caoba de 5 años de edad en X-Hazil, Quintana Roo.

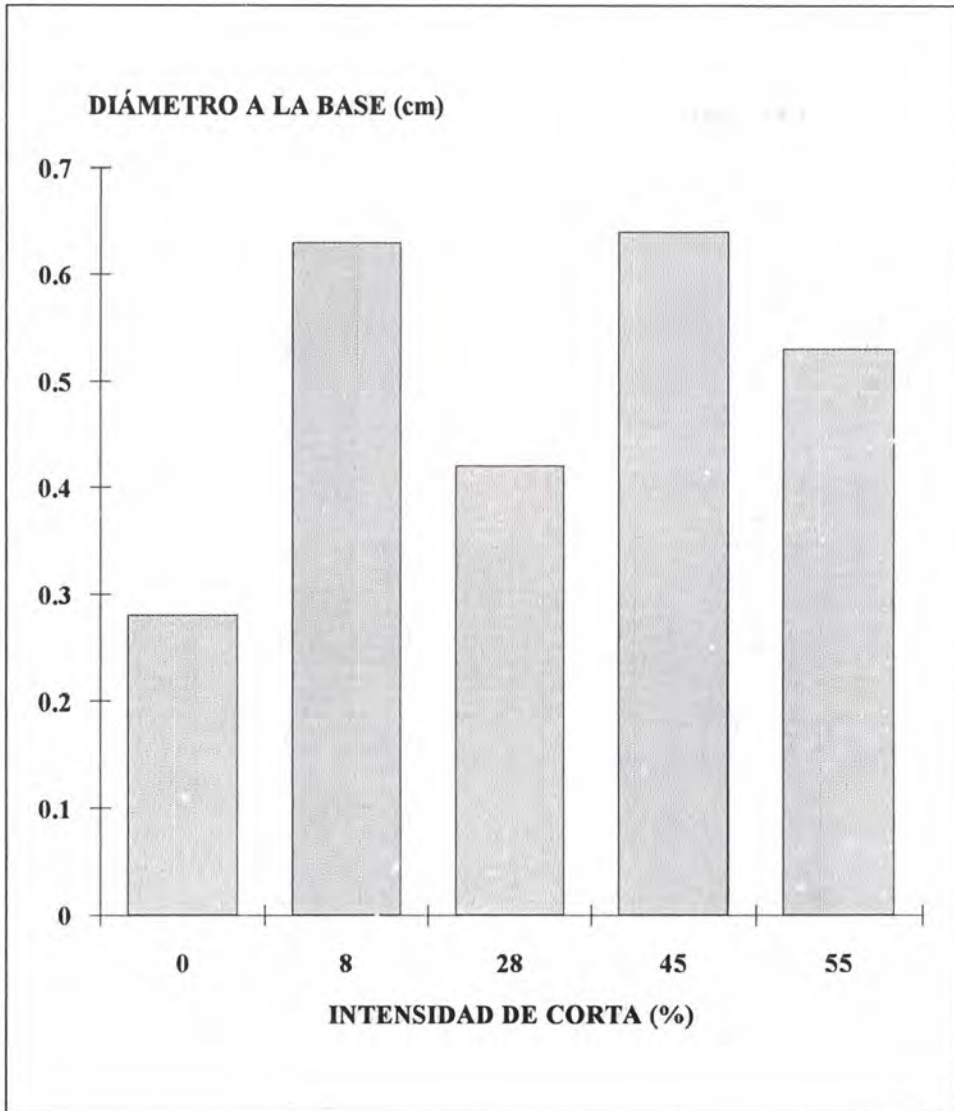


Figura N° 2. Diámetro a la base promedio de regeneración de coaba de 5 años de edad en X-Hazil, Quintana Roo.

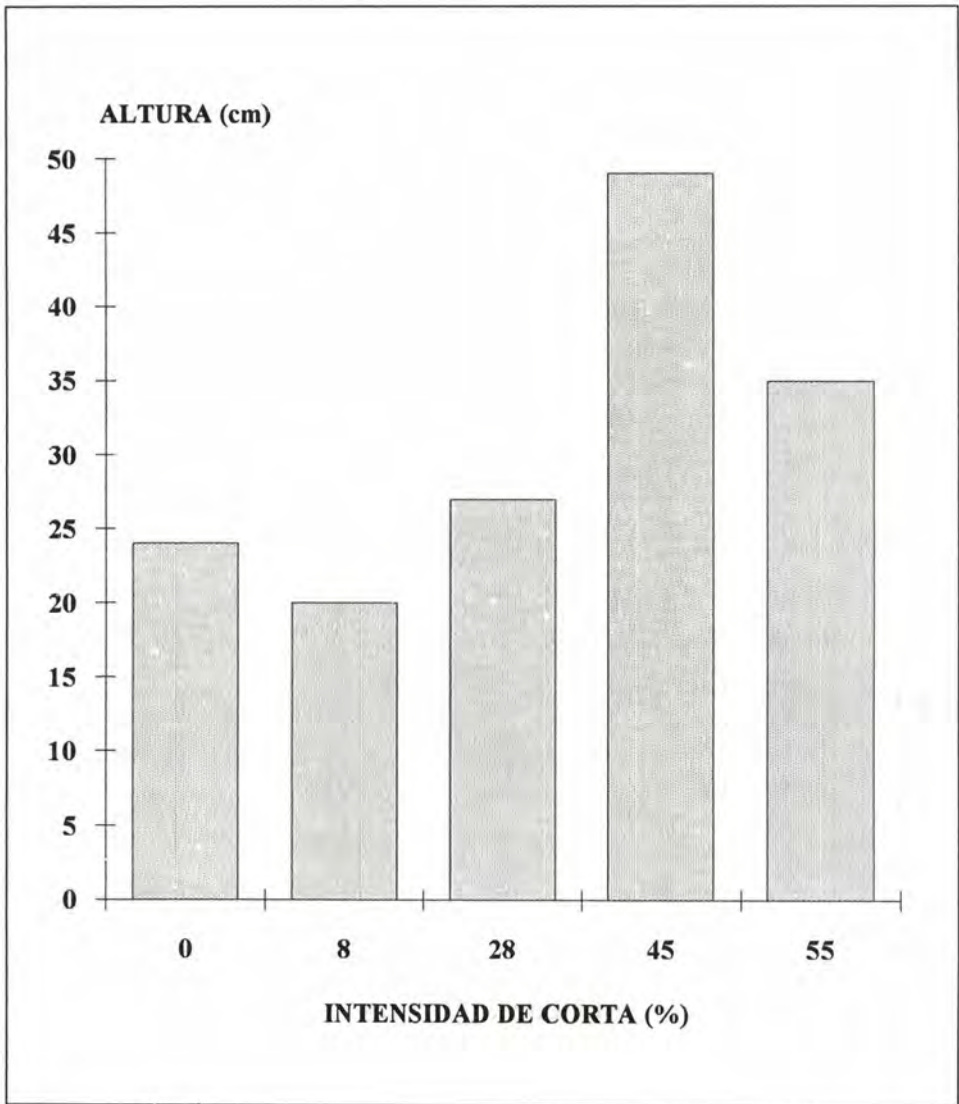


Figura N° 3. Altura promedio de regeneración de caoba de 5 años de edad en X-Hazil Quintana Roo.

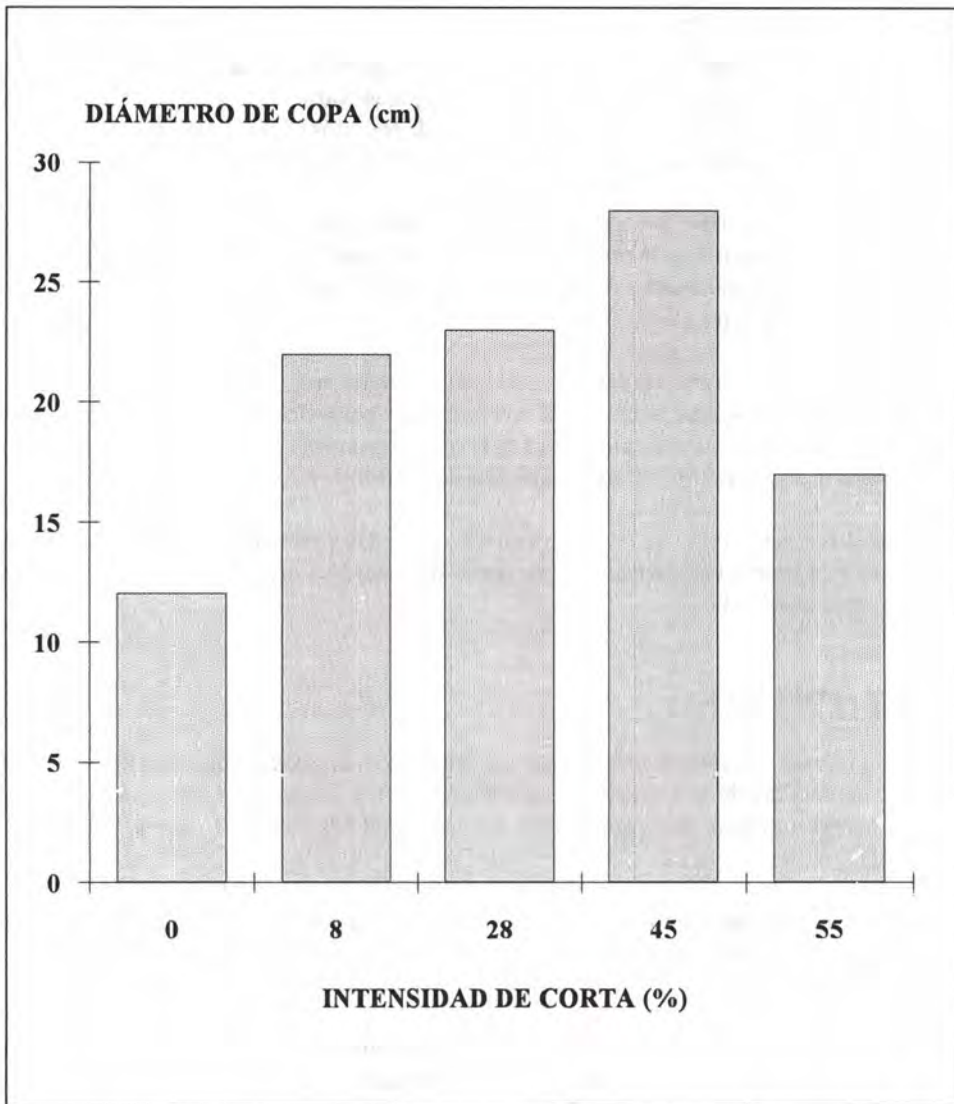


Figura N° 4. Diámetro de copa promedio de regeneración de coaba de 5 años de edad en X-Hazil Quintana Roo.

Diámetro a la base (D B).

Los resultados del análisis estadístico (*vid., supra*, cuadro 1), indican que, para la especie evaluada hay un diámetro promedio a la base, que varía 0.28 cm para la parcela experimental testigo y 0.64 cm para la parcela donde se cortó el 45% del área basal original, las cuales son las más contrastantes (*vid.*, figura 2).

Los diámetros a la base presentan una amplia dispersión respecto de los promedios poblacionales estimados para cada parcela; como se observa en las desviaciones estándar y de acuerdo a los coeficientes de variación, se advierte que existe alta variabilidad para diámetro a la base, en todos los tratamientos.

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 se pueden inferir los rangos en los cuales es más probable encontrar los promedios del diámetro a la base en cada parcela experimental.

No hay diferencias estadísticas significativas entre los promedios del crecimiento en diámetro a la base y las intensidades de corta, de acuerdo a una prueba de t aplicada al 95% de confiabilidad.

Altura total (A T).

Las poblaciones de renuevo alcanzaron una altura total promedio que varía de 20.71 cm para la parcela donde se intervino selectivamente (8%), hasta 49.33 cm para la parcela experimental donde se intervino el 45% del área basal original (*vid., supra*, cuadro 1 y figura 3).

La altura se dispersa ampliamente en relación a los promedios calculados, lo cual se comprueba al computar las desviaciones estándar y sus respectivos coeficientes de variación.

En el cuadro 1 se muestra la precisión empleada (error estándar de muestreo) en la estimación de estos parámetros, así como los intervalos de confianza calculados al 95% de confiabilidad, de donde se pueden inferir los rangos en los cuales es más probable que se ubique la altura total de los individuos.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los promedios del crecimiento en altura para las intensidades de corta probadas, de acuerdo a una prueba de t al 95% de confiabilidad.

Diámetro de copa (D C).

El análisis de esta variable muestra que la media poblacional del diámetro de copa promedio, varía 11.30 cm en donde ocurrieron los menores crecimientos, que se reportaron en la parcela experimental testigo (0% de intensidad de corta).

Donde se presentaron las mayores dimensiones fue en la parcela donde se aplicó el 45% de intensidad de corta, con dimensiones promedio de 28.19 cm (*vid., supra*, figura 4).

Esta variable, al igual que las anteriores, también se dispersa ampliamente en relación a las medias poblacionales estimadas, como se observa en sus desviaciones estándar y de acuerdo a sus respectivos coeficientes de variación, hay alta variabilidad en todas las parcelas experimentales.

Asimismo, se muestra la precisión empleada (error estándar de muestreo) en la estimación de estos parámetros. Los intervalos de confianza calculados al 95% de confiabilidad indican los rangos en que se pueden encontrar las medias poblacionales para esta variable.

Al igual que en los casos anteriores, no se observan diferencias estadísticas significativas entre los promedios de las intensidades de corta probadas, de acuerdo a una prueba de t al 95% de confiabilidad.

DISCUSIÓN.

Para el renuevo se observa un marcado efecto en relación a las diferentes intensidades de corta y aunque sólo se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la intensidad de corta del 45% y el testigo, se puede observar que en términos absolutos, ésta presenta hasta 4.2 veces más individuos que el testigo y fue 3 veces mayor que el 8%, 1.5 mayor que el 28% y 2.33 veces mayor que el 55% (*vid., supra*, cuadro 1 y figura 1).

Lo anterior indica que para esta especie (*Swietenia macrophylla*), hay una proporción inversa entre la apertura del doseo y la cantidad y calidad de luz que incide, con la cantidad de renuevo que se establece en las condiciones del sitio experimental, pero hasta determinados límites, pues cuando la intensidad de corta es muy elevada, se observa que la regeneración de *S. macrophylla* empieza a disminuir, ya que la especie necesita de cierta cantidad de sombra durante las primeras etapas de su establecimiento.

La regeneración existente no parece tener una estrecha relación con el número residual de árboles semilleros en cada parcela; más bien depende de las características ecológicas

de la especie o de otros factores como la ubicación de los árboles semilleros en el terreno, la dirección de los vientos dominantes y el mecanismo de dispersión y, cuando se crean las condiciones microambientales adecuadas, se favorece su establecimiento y posterior desarrollo.

En el cuadro 1 y en la figura 2 se observa el promedio de los diámetros a la base de *Swietenia macrophylla*. No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las intensidades de corta probadas, pero en términos absolutos la regeneración existente en el área donde se removió el 45% del área basal creció 2.3 veces más que el testigo; fue igual que el 8%; 1.5 veces mayor que el 28% y 1.2 veces mayor que el 55%.

De acuerdo con Klepac⁸, los mismos factores que influyen en el crecimiento en altura, como son el factor genético (principalmente), la calidad del suelo y la competencia intraespecífica e interespecífica por factores limitantes, actúan también en el crecimiento en diámetro, el cual depende igualmente de la cantidad de reservas acumuladas durante el año, pero se subordina en mayor medida de los factores del medio ambiente que de otras variables, por lo que, dentro de ciertos límites, el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay más luz y espacio para crecer.

En este caso, el rango de crecimiento varió de 0.28 a 0.64 cm, lo cual es importante reconocer, pues en condiciones ideales, como son algunas plantaciones forestales en San Felipe-Bacalar se logran incrementos de hasta 1.8 cm anuales.

Para la altura total, se observa que las mayores dimensiones promedio se alcanzaron en la parcela experimental donde se removió el 45% del área basal existente, siendo 2.1 veces mayor que el testigo; 2.4 más que el 8%, 1.9 mayor que el 28% y 1.4 veces mayor que el 55%; aunque aquí tampoco se detectaron diferencias estadísticas significativas (*vid.*, cuadro 1 y figura 3).

De acuerdo con Klepac *op. cit.*, en un mismo sitio y bajo iguales condiciones, se observa que los árboles de la misma especie, y aún de idéntica variedad, muestran crecimientos en altura muy diferentes.

El factor individual más importante es el genético, pues bajo las mismas condiciones, algunos árboles exhiben crecimientos hasta dos o tres veces mayores que otros.

El rango de crecimiento varió de 20.71 cm a 49.33 cm, el cual es muy bajo comparado con crecimientos de hasta 1.5 m que se logran en algunas plantaciones forestales en San Felipe-Bacalar.

⁸ Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales.

La luz también juega un papel muy importante en el proceso de crecimiento de las selvas y éste será de acuerdo a las condiciones de deficiencia o abundancia de aquélla y al grado de tolerancia o intolerancia de las especies⁹.

Otros factores importantes son la calidad de sitio y la competencia intraespecífica e interespecífica por espacios de crecimiento y por otros factores limitantes. Ésto dependerá en gran medida de la densidad de individuos existentes por unidad de superficie.

El diámetro de copa nos sirve como indicador para el cálculo del grado de cobertura o área ocupada por la regeneración establecida de las especies de interés (sobre todo si se trata de especies heliófitas), el grado de competencia entre copas y la posición vertical dentro del estrato donde se desarrollan.

En el cuadro 1 y en la figura 4 (*vid., supra*), se observa que las mayores dimensiones en esta variable ocurren donde se removió un 45% del área basal original y, aunque no se detectaron diferencias estadísticas significativas, superó por 2.5 veces al testigo, 1.3 veces fue mayor que el 8% y 28% y 1.6 veces más que el 55%.

El rango de 11.30 cm a 28.19 cm indica la capacidad fotosintética de las plantas, la competencia por espacio de crecimiento y la eficiencia para aprovechar y convertir los elementos químicos en materiales útiles para el hombre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Desde el punto de vista del establecimiento del renuevo y de las dimensiones que los brinzales alcanzan, la intensidad de corta del 45% fue la que presentó los mejores resultados, aunque éstos se consideran pobres.

- Los resultados indican la necesidad de cierta protección del arbolado residual contra la incidencia directa de los rayos del sol y la presencia de vegetación herbácea, cuando menos en sus primeras etapas de desarrollo, ya que a mayor apertura del dosel, la regeneración de especies pioneras más agresivas limita el establecimiento de la coaba.

- Aunque no se analizaron las demás especies presentes con la finalidad de

⁹ Amo, R. S. del. 1985. "Algunos aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento inicial de árboles juveniles de especies primarias". pp. 79-91.

simplificar el estudio, es un hecho que éstas tienen influencia sobre los parámetros examinados, debido a que forman la mayor parte de la densidad de la masa establecida.

- Este trabajo debe considerarse como un primer paso para generar información aplicada, que sirva como fundamento silvícola para el establecimiento de futuros trabajos de investigación o para poner en marcha parcelas demostrativas de validación.

- Debe ser una prioridad por parte de investigadores y manejadores del recurso forestal, la evaluación de la regeneración natural bajo diferentes condiciones del medio, así como conocer la respuesta de las especies tropicales de interés. Por lo tanto, se debe dar seguimiento continuo a los trabajos y aplicar labores complementarias al suelo y a la vegetación.

- Los resultados de este estudio son índices especialmente importantes, ya que algunas de las condiciones estudiadas asemejan las intervenciones que con fines de aprovechamiento realizan los dueños, poseedores o quienes hacen usufructo de los recursos forestales en gran parte del estado, lo cual puede indicar que los bosques no están regenerando en forma natural, en una proporción adecuada para la especie más importante de interés comercial.

- Se deben llevar a cabo estudios más intensos en las áreas de aprovechamiento.

BIBLIOGRAFÍA.

Amo, R. S. del. 1985. "Algunos aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento inicial de árboles juveniles de especies primarias". *En*: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. INIREB. Xalapa, Veracruz. México. pp. 79-91.

Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán. 1981. Marco de referencia para la planeación y evaluación de la investigación agrícola en el estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. 57 p.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 252 p.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 1987. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo. Gobierno del estado. México. 728 p.
- Infante, G, S. y Zarate, L, G. 1984. Métodos estadísticos: Un enfoque interdisciplinario. México. 643 p.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 365 p.
- Martínez, R, M. 1985. "Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias". *En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. I N I R E B, Xalapa, Veracruz. pp. 191-239.
- Negreros, C, P. 1991. Effects of partial overstory removal on the natural regeneration of a tropical forest in Quintana Roo, Mexico. To be published in Forest Ecology and Management.
- Negreros, C, P. and Mize, C. 1991. Growth of tropical trees after a partial overstory removal. Quintana Roo, México. To be published in Forest Ecology and Management.
- Rodríguez, S, B. y García, C, X. 1989. Evaluación de la estructura y desarrollo de la regeneración natural de *Pinus douglasiana* Mtz., en Concepción de Buenos Aires, Jalisco. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 p.



NOTAS IMPORTANTES SOBRE EL CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* L. Van Royen).

García Cuevas Xavier *
Rodríguez Santiago Bartolo *
Parraguirre Lezama Conrado *

RESUMEN.

Manilkara zapota L. Van Royen es una especie que en México se encuentra en la vertiente del Golfo, desde San Luis Potosí, el norte de Veracruz y Puebla hasta la península de Yucatán; y en la vertiente del Pacífico, desde Nayarit hasta Chiapas.

Se presenta igualmente en suelos de origen calizo, ígneo o metamórfico de buen drenaje; su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 800 m.

Actualmente su principal producto es el látex, usado como materia prima para la elaboración de chicle.

Para el aprovechamiento y extracción del látex de chicozapote, existen tres métodos conocidos: Picado en forma de espiral, picado con incisiones en forma de "V" abarcando sólo una cara del tronco y picado en forma de zig-zag o lengüeta.

Este último se ha considerado como el más adecuado para preservar la existencia de dicho recurso.

El látex de chicozapote es uno de los pocos productos forestales no maderables cuyo aprovechamiento genera la captación de divisas al país. Durante la temporada 1991-1992, se beneficiaron alrededor de 3 971 productores chicleros, distribuidos en 41 comunidades de los municipios de Quintana Roo.

Se observó que la producción de látex en individuos de diámetros pequeños (menores de 30 cm), además de que resulta baja, se dificultan las maniobras de picado. Lo más

* Investigadores del Campo Experimental Forestal "San Felipe-Bacalar" Quintana Roo. C I R-Sureste. I N I F A P-S A R H.

recomendable es el aprovechamiento de árboles entre las categorías diamétricas de 30 a 70 cm de diámetro normal.

El periodo de retorno para el aprovechamiento del látex de árboles de chicozapote deberá fijarse como mínimo entre 5 y 8 años.

Palabras clave: Chicozapote, *Manilkara zapota*, productos forestales no maderables, bosques tropicales húmedos, Quintana Roo.

ABSTRACT.

Manilkara zapota L. Van Royen is a specie that is originally found in mexican territory on the gulf of Mexico watershed, from San Luis Potosi, the north of Veracruz and Puebla states, to the Yucatan peninsula, and in the Pacific ocean watershed, from Nayarit to Chiapas states.

It presents samely on limy grounds as metharmofogic grounds with good drainage, its altitude amplitude since sea level to 800 meters.

Actually its principal product is latex, that is used as raw material for chewing gum industry.

For extraccion and exploitation of chicozapote latex, there are three methods: Incision on spiral form, "V" form incisions on one side tree, and Zig-Zag incision.

The last system has been considered the most adecuated to preserve this resource.

Chicozapote latex is a few non-wooded forest material that generates foreing capital income on the country. During 1991-1992, approximately 3 971 people from 41 communities were benefit around Quintana Roo.

It was observed that latex production in small diameter individuals (less than 30 centimeters), besides is too low, the incision maneuvers became difficult. The most recommendable system is the utilization of trees with 30 to 70 cm normal diameter categories.

From five to eight years period, chicozapote tree needs to be re-utilized again.

Key words: Chicozapote, *Manilkara zapota*, non-wooded forest products, tropical rain forests, Quintana Roo.

ASPECTOS BOTÁNICOS.

Manilkara zapota L. Van Royen es un árbol de hasta 40 m de altura y diámetro normal de hasta 1.5 m, con un fuste recto, acanalado en la parte inferior, su ramificación es simpodial y su copa irregular.

Presenta una corteza externa profundamente fisurada, formando piezas más o menos rectangulares muy suberificadas, de color moreno oscuro. La corteza interna es de color crema rosado, fibrosa, con abundante exudado lechoso, blanco, pegajoso, muy amargo y astringente.

El tronco presenta con frecuencia cicatrices diagonales de las incisiones hechas para obtener el látex del árbol. La madera es de color crema rosado, duramen rojizo y muy dura.

Las hojas están dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas y son simples; forman láminas de elípticas a oblongas, con el margen entero, un ápice obtuso o agudo a veces con un acuminado corto, base desde aguda a redondeada; verde oscura y brillante en el haz, verde pálida en el envés, glabras en ambas superficies; nervación inconspícua.

Los árboles de esta especie son perennifolios¹.

ECOLOGÍA.

En México se encuentra en la vertiente del Golfo, desde San Luis Potosí, el norte de Veracruz y Puebla, hasta la península de Yucatán; y en la vertiente del Pacífico, desde Nayarit hasta Chiapas.

Es una especie codominante de selvas altas perennifolias y medianas subperennifolias de:

- *Terminalia amazonia* - *Guateria anomala* - *Dialium guianense*

En el sur de Veracruz y norte de Chiapas.

¹ Pennington, T. A. y Sarukhán, K. J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México.

De:

- *Brosimum alicastrum* - *Mirandaceltis monoica* - *Carpodiptera amelia*

En el norte de Veracruz y Puebla.

De:

- *Brosimum alicastrum* - *Bucida buceras* - *Talisia olivaeformis*
- *Swietenia macrophylla* - *Metopium brownei* - *Caesalpinega gaumeri*

En la península de Yucatán.

Se presenta igualmente en suelos de origen calizo, ígneo o metamórfico en condiciones de buen drenaje. Su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 800 m (Pennington y Sarukhán, *op. cit.*).

AUTOECOLOGÍA.

Flores solitarias, axilares, a veces aglomeradas en las puntas de las ramas, con flores dulcemente perfumadas, actinomorfas, tienen seis pétalos pardo verdosos, corola blanca y seis lóbulos.

Florece de junio a octubre.

Los frutos son bayas de hasta 10 cm de diámetro con el cáliz y el pistilo persistente, la cáscara es morena y áspera, el endocarpio carnoso y jugoso, muy dulce, normalmente contiene cinco semillas aplastadas, de color negro brillante, con hilio blanco conspicuo en el borde.

Los frutos inmaduros tienen ciertas cantidades de látex en su interior, maduran de enero a abril, según lo reportan Pennington y Sarukhán, *op. cit.*

OTRAS ESPECIES.

Como lo señalaron los coautores Standley y Williams en 1967, hay otras especies además de *Manilkara zapota*, cuya ubicación se menciona a continuación:

Manilkara zapota se localiza principalmente en:

- El Petén, Baja Verapaz y Alta Verapaz, en Guatemala
- Veracruz, Oaxaca y la península de Yucatán en México
- En Belice.

Manilkara chicle se localiza en:

- El Petén, Izabal y Huehuetenango en Guatemala
- El Salvador
- Oaxaca, Chiapas y Tabasco en México.

Manilkara breviloba se encuentra en:

- Maskall, distrito de Belice.

Manilkara staminodella en:

- El Petén y los límites de Guatemala con Belice.

Manilkara striata localizada en:

- El Petén, Guatemala.

USOS.

Aunque su madera es de excepcional dureza y resistencia, dichas características son muy poco aprovechadas debido a dos factores:

- Tradicionalmente su aprovechamiento forestal es restringido

- Se le protege por sus frutos, muy apreciados por su sabor, por lo que en muchas zonas se cultiva con ese fin.

Actualmente su principal producto es el látex, usado como materia prima para la elaboración de chicle (Penington y Sarukhán, *op. cit.*).

INCREMENTOS.

En los sitios permanentes de investigación silvícola (S P I S), ubicados en el área de influencia del Campo Experimental Forestal (C E F), "San Felipe-Bacalar", se han obtenido los siguientes incrementos medios anuales en diámetro normal:

- De 0.18 cm en suelos de tipo tzequel para la región del ejido X-Hazil, municipio de Felipe Carrillo Puerto.

- De 0.28 cm en suelo ya'axhom en el ejido "Los Divorciados", en el municipio de Othón P Blanco

- De 0.29 cm en un suelo ya'axhom en los terrenos del Campo Experimental, en el municipio de Othón P Blanco.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE LÁTEX.

Para el aprovechamiento y extracción del látex de chicozapote, existen tres métodos conocidos, en los cuales los chicleros efectúan el picado por medio de braceo y machete.

- El primer método consiste en hacer el picado en forma de espiral (alrededor de todo el árbol), hasta llegar a las primeras bifurcaciones. Este método es el más irracional, ya que tiende al exterminio o agotamiento del árbol, razón por la que ha sido prohibido².

² Otáñez, T. G. y Equihua, E. B. 1981. Comercialización del chicle en México.

- El segundo método se basa en hacer incisiones en forma de "V", abarcando sólo una cara del tronco, al unir los vértices por un corte vertical que sirve como canal para que escurra la goma o resina, según lo reportan los coautores Otáñez y Equihua, *op. cit.*

- La otra técnica de extracción estriba en realizar el picado en forma de zig-zag o lengüeta; esta incisión debe tener hasta dos centímetros de ancho por uno de profundidad abajo de la corteza, y además, no debe comprender más de la quinta parte de la circunferencia del fuste.

Este último sistema se ha considerado como el más adecuado, ya que permite en gran medida preservar la existencia del recurso. Es el sistema que por tradición ha sido autorizado (Otáñez y Equihua, *op. cit.*).

Sí el picado no se ha realizado correctamente y las incisiones penetran en el cambium o la madera del árbol, la consecuencia es su muerte, debido a que los insectos y las enfermedades proliferan, retardando o imposibilitando el desarrollo del árbol.

Se ha estimado una proporción de entre 10% y 20% de mortandad en los árboles intervenidos durante cualquier época, los cuales son eliminados de la futura producción³.

PERIODICIDAD DE PICADO.

Para que los árboles se puedan intervenir, en el caso de que éstos ya hayan sido picados, se requiere que la cicatrización esté completamente cerrada.

Este requisito se logra a los cinco o seis años de haber sido picado el árbol por primera vez, según señalan Otáñez y Equihua, *op. cit.*, o en un lapso menor, a los cuatro o cinco años, en la opinión de Konrad *op. cit.*, y los colaboradores Segovia y Cedeño⁴.

³ Konrad, W. H. 1981. Una población chicleira: Contexto histórico, económico y un perfil demográfico.

⁴ Segovia, C. I. y Cedeño, S. O. 1982. Tabla de producción de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen), en el C E F "El Tormento".

Aunque este período se puede extender hasta por ocho o doce años, según las experiencias de chicleros de la región, lo cual puede garantizar un aprovechamiento sostenido³.

DIÁMETRO MÍNIMO DE PICA.

De acuerdo a recomendaciones emitidas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDE SOL), los árboles que serán destinados a la producción de chicle, deberán ser aquellos que, como mínimo tengan un diámetro normal de 35 cm.

Lo anterior está de acuerdo a estudios realizados y a la experiencia de las organizaciones dedicadas al aprovechamiento, que indican que individuos con diámetros menores, además de dificultar las labores de picado, tienen rendimientos bajos y se corre el riesgo de afectar el desarrollo e incluso propiciar la muerte prematura de los árboles, Ramírez, *op. cit.*

PRODUCCIÓN.

Se han desarrollado trabajos sobre la producción de látex de chicozapote, con principal énfasis en el rendimiento por categorías diamétricas y la producción promedio por hectárea.

En dichos trabajos se ha determinado que el rendimiento depende directamente del diámetro de los árboles, ya que bajo circunstancias similares, los individuos de mayores dimensiones son más productivos, debido a su mayor superficie de captación y escurrimiento:

Estos trabajos se han desarrollado para las regiones de Tuxpan en Veracruz y Bacalar en Quintana Roo, por Márquez⁴ en 1942, Álvarez en 1978 y Uc en 1992.

En el estado de Quintana Roo se obtuvieron los siguientes rendimientos por categorías diamétricas.

³ Ramírez, A. G. A. 1992. Aprovechamiento de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen) y potencial productivo en Quintana Roo.

⁴ Márquez, L. A. 1942. La explotación del chicle en la región de Tuxpan, Veracruz.

| DN (cm) | I N I F A P | | | MÁRQUEZ | UC |
|---------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| | IND/HA | PLAGADOS | PROM (g) | PROM (g) | PROM (g) |
| 10-15 | 96 | 96 | 146.63 | ----- | ----- |
| 15-20 | 228 | 10 | 205.85 | ----- | 227 |
| 20-25 | 147 | 8 | 422.50 | ----- | 348 |
| 25-30 | 94 | 10 | 568.24 | ----- | 482 |
| 30-35 | 66 | 8 | 614.12 | 600 | 460 |
| 35-40 | 35 | 8 | 670.20 | 700 | 630 |
| 40-45 | 27 | 9 | 809.70 | 800 | 720 |
| 45-50 | 31 | 8 | 801.00 | 1180 | 776 |
| 50-55 | 16 | 8 | 811.00 | 1270 | 925 |
| 55-60 | 18 | 2 | 926.50 | 1400 | 848 |
| 60-65 | 11 | 5 | 853.00 | 1750 | 977 |
| 65-70 | 3 | 3 | 1091.00 | 2000 | 1133 |
| 70-75 | 5 | 2 | 824.00 | 3000 | ----- |
| 75-80 | 3 | 1 | 2408.30 | ----- | ----- |

DN(CM) = Diámetro normal (cm)
= Rendimiento promedio (g)

IND/HA = Individuos por hectárea

REND PROM

Cuadro N° 1. Rendimiento de látex de chicozapote, frecuencias y estado fitosanitario por categorías diamétricas para la región de Bacalar, Quintana Roo.

En 1947, Mora *cit. pos.* Segovia y Cedeño *op. cit.*, menciona que en 11 sitios, se realizaron estudios de población y producción de gomorresina en diferentes épocas, en la zona norte del estado de Quintana Roo, en colindancia con Yucatán.

Se determinó la existencia de 34 árboles por hectárea; con una categoría mínima inventariable de individuos de 35 cm de diámetro; obteniendo una producción de 33 kg/ha, equivalente a 0.97 kg/árbol.

Para la región de Bacalar, Quintana Roo, en una superficie de 68 hectáreas y un número promedio de 11 árboles de chicozapote por hectárea; Álvarez⁷ obtuvo una producción promedio por hectárea de 5 025 kg; asimismo, se determinó su rendimiento por categorías diamétricas, estado fitosanitario de los individuos y distribución de frecuencia por categorías diamétricas (*vid., supra*, cuadro 1).

Los mejores individuos productores de látex se ubicaron en las categorías diamétricas de 40 cm a 75 cm.

Mediante técnicas de regresión lineal simple, en el C E F “Ingeniero Eduardo Sangri Serrano” (El Tormento), Segovia y Cedeño *op. cit.*, elaboraron una tabla de producción de látex de chicozapote en función de la categoría diamétrica.

Con base en el análisis de regresión, se obtuvieron resultados para la variable producción media de látex, en función de la categoría diamétrica.

Con los pares de datos de producción media y categoría diamétrica se ajustó el modelo lineal:

$$Y_i = B_0 + B_1(X_i) + E_i$$

obteniéndose la ecuación:

$$(1). \quad Y_i = 209.92 + 40.14(X_i), \dots \dots \dots (1).$$

De acuerdo al análisis de varianza (*vid.*, cuadro 2), se observa que el modelo presenta un valor alto para el coeficiente de determinación:

$$R^2 = 0.978.$$

⁷ Álvarez, A. A. 1978. Tabla de producción de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen.), en la región de Bacalar, Quintana Roo.

Lo anterior indica un ajuste satisfactorio del modelo y que existen evidencias de que la ecuación obtenida (1), predice la producción de látex en función de la categoría diamétrica.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADOS MEDIOS | COEFICIENTE DETERMINACIÓN | F CALC | F TAB 5% | F TAB 1% |
|-------------------------|--------------------|------------------|---------------------------|---------|----------|----------|
| REGRESIÓN | 1 | 7 337 391 30 | 0.978 | 501.75* | 4,84 | 9.65 |
| ERROR | 11 | 14 623 53 | | | | |
| TOTAL | 12 | | | | | |
| PARÁMETROS ESTIMADOS | VALOR DE Bi | | NIVEL SIGNIFICANCIA | | | |
| ORDENADA AL ORIGEN (B0) | 209.92 | | 0.0001* | | | |
| EDAD ² (B1) | 40.14 | | 0.0001* | | | |

* Altamente significativo.

Cuadro N° 2. Análisis de varianza para el modelo: $Y_i=209.92+40.14(X_i)$ que predice la producción promedio de látex de chicozapote en función de la categoría diamétrica en el C E F. "Eduardo Sangri Serrano", Campeche.

En el cuadro 3 se observan los valores reales y la tendencia de los valores ajustados, obtenidos a partir de la ecuación (1).

| CATEGORÍA DIAMÉTRICA (cm) | RENDIMIENTO REAL (g) | RENDIMIENTO AJUSTADO (g) |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 20 | 1.106 | 1 012.74 |
| 25 | 1.106 | 1 213.44 |
| 30 | 1.442 | 1 414.14 |
| 35 | 1.556 | 1 644.84 |
| 40 | 1.804 | 1 815.54 |
| 45 | 1.999 | 2 016.24 |
| 50 | 2.098 | 2 216.94 |
| 55 | 2.428 | 2 417.64 |
| 60 | 2.537 | 2 618.34 |
| 65 | 2.778 | 2 819.04 |
| 70 | 3.233 | 3 019.74 |
| 75 | 3.254 | 3 220.44 |
| 80 | 3.375 | 3 421.14 |

Cuadro N° 3. Rendimientos reales y ajustados de látex de chicozapote por categorías diamétricas en el C E F “ Eduardo Sangri Serrano”, Campeche.

NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA.

Ramírez *op. cit.*, señala que, de la información generada a partir de los inventarios forestales realizados en las comunidades que integran la sociedades civiles forestales y direcciones técnicas en Quintana Roo, se ha determinado el número promedio de individuos por unidad de superficie, *vid.*, cuadro 4.

POSIBILIDAD ANUAL DE EXTRACCIÓN DE LÁTEX

Según Ramírez *op. cit.*, de acuerdo al número de individuos por hectárea de más de 35 cm de diámetro normal y considerando un ciclo de corta de ocho años, en las sociedades civiles de productores forestales y direcciones técnicas del estado de Quintana Roo, se tiene una posibilidad anual de extracción de látex de chicozapote tal como se muestra a continuación:

| SOCIEDAD | SUP (ha) | AFP (ha) | EJIDOS | IND/HA | DS | POT (kg) | DS |
|--|----------|----------|--------|--------|---------|----------|-----------|
| Soc Prod For Ejid Q Roo, S C. | 289,184 | 101,150 | 10 | 20.7 | 7.1286 | 8286.6 | 9889.1192 |
| Soc Ejid Prod For Zona Maya, S C. | 365,360 | 154,000 | 16 | 33.3 | 11.0549 | 7730.9 | 8862.0143 |
| Soc Pue Ind For Q Roo Tumben Cuxtal S C. | 89,633 | 34,086 | 8 | 17.7 | 7.9134 | 1622.7 | 906.8058 |
| Org Ejid For Q Roo Chaktema, S C. | 199,720 | 86,007 | 9 | 19.0 | 13.3720 | 3449.3 | 6565.9840 |
| Dir Téc Ofic Zona Centro-Sur | 339,251 | 23,100 | 7 | 30.3 | 16.9621 | 3600.8 | 4258.8201 |
| Dir Téc Ofic Zona Norte | 227,111 | 47,350 | 2 | 50.3 | 30.5576 | 8080.5 | 4966.0109 |

Fuente: Adaptado de Ramírez, 1992

SUP (ha) = Superficie en hectáreas

IND/Ha = Individuos por hectárea

D S = Desviación estándar

AFP(ha) = Área forestal permanente en hectáreas

POT = Potencial

Cuadro N° 4. Número de árboles de chicozapote por hectárea y potencial de producción en las diferentes sociedades civiles y direcciones técnicas en Quintana Roo.

POTENCIAL PRODUCTIVO EN QUINTANA ROO.

El estado cuenta con una superficie de 5 084 300 hectáreas, de las cuales, con base en una regionalización del potencial productivo de la especie, utilizando sistemas de información geográfica y resaltando los factores de elevación, pendiente, clima y suelo existentes en el estado, se tiene una superficie de 2 095 018 hectáreas en zonas de alto potencial productivo esperado, en caso de cultivarse la especie.

En la figura 1 (*vid., infra*), se observan las zonas de alto y bajo potencial de rendimiento.

APROVECHAMIENTO HISTÓRICO DEL CHICLE.

A partir de 1915 comienza el aprovechamiento sistemático del chicle en el territorio de Quintana Roo, principalmente por las compañías que explotaban el palo de tinte en el norte del territorio*.

A partir del periodo de 1920, en la explotación del chicle se observan etapas bien diferenciadas, originadas por movimientos mundiales que influyeron en este producto de exportación.

La primera etapa finaliza con la crisis de los 30's, cuando las concesiones estaban en manos de particulares y empresas extranjeras como la compañía "Mr Turtun" en el sur del territorio y la "United Fruits" en el norte del estado y Cozumel, con sus centrales en Belice (Barrios y Ortiz, *op. cit.*).

El segundo ciclo abarca de 1935 a 1950, durante el cual, la producción tiene su máximo auge debido a causas como:

- a) Aparición de ejidos.
- b) Se crean las primeras cooperativas chicleras.
- c) Se inicia el control sobre productores para evitar el contrabando y la evasión fiscal.
- d) Período de grandes movimientos mundiales (primera y segunda guerras mundiales), así como los conflictos bélicos en zonas del oriente.

* Barrios, P. G. y Ortiz, B. O. 1989. Visión preliminar sobre la problemática socioeconómica y forestal de Quintana Roo, México.

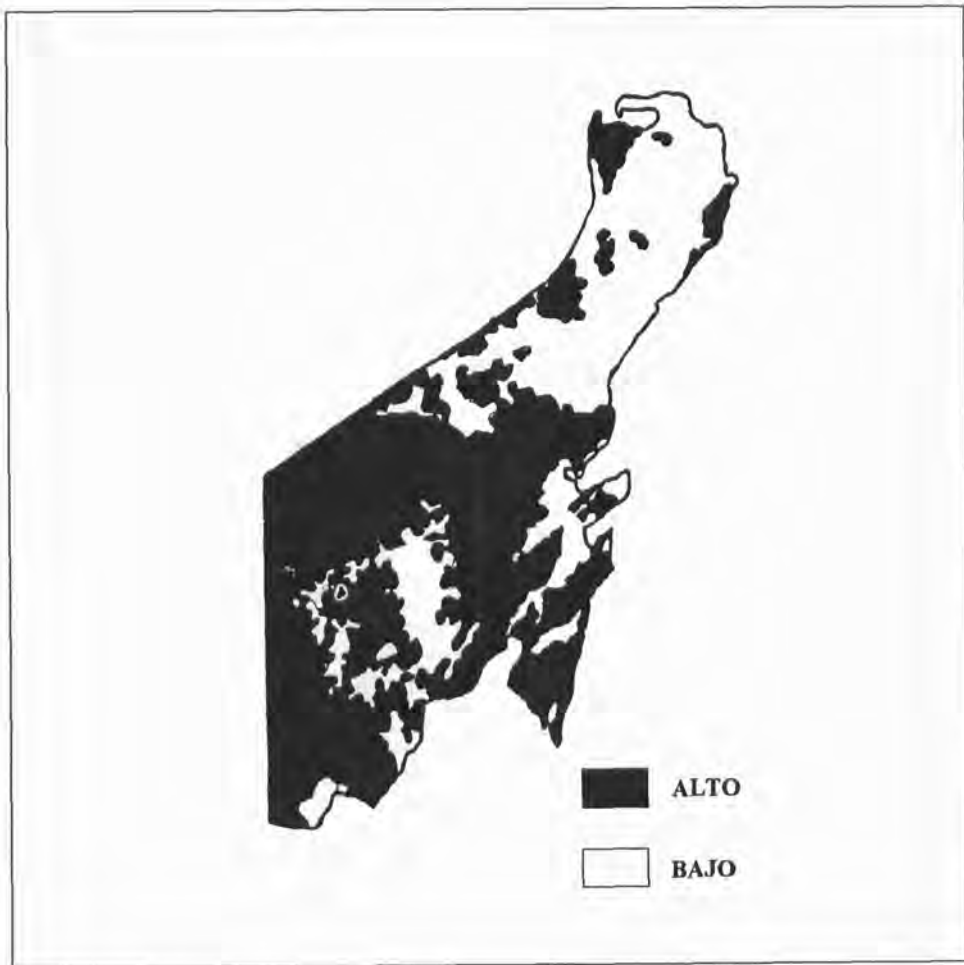


Figura N° 1. Zonas potenciales para chicozapote (*Manilkara zapota*), en el estado de Quintana Roo.

A partir de 1948 la producción empieza a decaer debido a la aparición de gomas sintéticas, hasta alcanzar los niveles más bajos en la década de los 80's.

| AÑO | TON | AÑO | TON | AÑO | TON | AÑO | TON |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-----|
| 1919 | 800 | 1938 | 2 181 | 1957 | 510 | 1976 | 630 |
| 1920 | 1 028 | 1939 | 2 908 | 1958 | 714 | 1977 | 736 |
| 1921 | 1 065 | 1940 | 3 294 | 1959 | 1 207 | 1978 | 720 |
| 1922 | 1 792 | 1941 | 2 266 | 1960 | 950 | 1979 | 850 |
| 1923 | 1 169 | 1942 | 2 460 | 1961 | 627 | 1980 | 346 |
| 1924 | 1 365 | 1943 | 3 282 | 1962 | 912 | 1981 | 390 |
| 1925 | 1 319 | 1944 | 2 612 | 1963 | 930 | 1982 | --- |
| 1926 | 1 574 | 1945 | 2 026 | 1964 | 899 | 1983 | 220 |
| 1927 | 1 675 | 1946 | 1 964 | 1965 | 406 | 1984 | 200 |
| 1928 | 2 829 | 1947 | 2 182 | 1966 | 628 | 1985 | 95 |
| 1929 | 2 390 | 1948 | 963 | 1967 | 580 | 1986 | 190 |
| 1930 | 1 133 | 1949 | 1 045 | 1968 | 800 | 1987 | 81 |
| 1931 | 1 723 | 1950 | 508 | 1969 | 1 200 | 1988 | 220 |
| 1932 | 1 310 | 1951 | 1 016 | 1970 | 1 249 | 1989 | 402 |
| 1933 | 624 | 1952 | 956 | 1971 | 900 | 1990 | 518 |
| 1934 | 480 | 1953 | 687 | 1972 | 1 963 | 1991 | 410 |
| 1935 | 1 206 | 1954 | 879 | 1973 | 1 004 | 1992 | 102 |
| 1936 | 1 610 | 1955 | 1 255 | 1974 | 648 | | |
| 1937 | 1 987 | 1956 | 962 | 1975 | 975 | | |

Fuente: Adaptado de Barrios y Ortiz *op. cit.*, Ramírez *Ibidem* y Subdelegación Forestal (1993).

TON = Tonclada

Cuadro N° 5. Serie histórica de la producción de látex de chicozapote en el estado de Quintana Roo.

PRECIOS DEL LÁTEX EN EL MERCADO INTERNACIONAL.

El látex de chicozapote es uno de los pocos productos forestales no maderables, cuyo aprovechamiento genera la captación de divisas al país.

Durante la temporada 1991-1992, con el aprovechamiento de este recurso se beneficiaron alrededor de 3 971 chicleros, distribuidos en 41 comunidades de los diferentes municipios de Quintana Roo.

En el cuadro 6 se observa la producción y relación de ingresos por concepto de comercialización de látex de chicozapote correspondiente a las últimas temporadas (Ramírez, *op. cit.*).

| AÑOS | PRODUCCIÓN (TON) | PRECIO (US \$) | COTIZACIÓN (US \$) | INGRESO (US \$) | INGRESO (\$) |
|-------|---------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| 85-86 | 190.057 | 5.25 | 529.80 | 997 799.00 | 528 634 042.00 |
| 86-87 | 81.088 | 5.05 | 1 234.00 | 409 496.00 | 505 319 205.00 |
| 87-88 | 220.837 | 5.05 | 2 241.00 | 1 115 229.00 | 2 499 279 00 |
| 88-89 | 402.517 | 6.05 | 2 255.00 | 2 435 230.00 | 5 491 445 623.00 |
| 89-90 | 517.986 | 6.90 | 2 670.00 | 3 574 103.00 | 9 542 856 078.00 |
| 90-91 | 410.376 | 5.80 | 3 035.00 | 2 380 180.00 | 7 223 848 728.00 |
| 91-92 | 102.930 | 5.80 | 3 056.00 | 596 996.00 | 1 824 422 526.00 |

Cuadro N° 6. Producción y relación de ingresos por concepto de venta de chicle, correspondiente a 7 temporadas.

CONCLUSIONES.

- Se observa que la producción de látex en individuos de diámetros pequeños (menores de 30 cm), además de que es baja, dificulta las maniobras del picado, el cual puede afectar seriamente e incluso causar la muerte de los individuos, por efecto de la intervención o debido al ataque posterior de plagas y enfermedades.

- En estas categorías (menores de 30 cm), es donde se localiza el mayor número de individuos con problemas fitosanitarios.

- En los individuos sobremaduros y de grandes dimensiones, también se dificultan las labores del picado y se corre el riesgo de que en función de su estado fisiológico y de mal vigor, se puedan ocasionar daños irreversibles, debido a la presencia de plagas o enfermedades.

- Lo más recomendable es el aprovechamiento de árboles entre las categorías diamétricas de 30 cm a 70 cm de diámetro normal, pues resulta más fácil la labor de picado y se obtiene una buena producción de látex.

- El período de retorno para el aprovechamiento del látex de árboles de chicozapote deberá fijarse como mínimo entre cinco y ocho años, tomando en cuenta que actualmente no existen áreas vírgenes para su aprovechamiento.

BIBLIOGRAFÍA.

Álvarez, A. A. 1978. Tabla de producción de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen) en la región de Bacalar, Quintana Roo. Inédito.

Barrios, P. G. y Ortiz B, O. 1989. Visión preliminar sobre la problemática socioeconómica y forestal de Quintana Roo, México. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Konrad, W. H. 1981. Una población chiclera: Contexto histórico, económico y un perfil demográfico. Trad Aline B Callaghan. Mérida, Yucatán. México.

Márquez, L. A. 1942. La explotación del chicle en la región de Tuxpan, Veracruz. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

- Otáñez, T. G. y Equihua, E. B. 1981. Comercialización del chicle en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico. N° 70. México.
- Pennington, T. A. y Sarukhán, K. J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales-FAO-Escuela Nacional de Agricultura. México.
- Ramírez, A. G. A. 1991. Aprovechamiento de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen) y potencial productivo en Quintana Roo. Tesis profesional. Universidad Juárez del estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Durango. 72 p.
- Segovia, C. I. y Cedeño, S. O. 1982. Tabla de producción de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen) en el C E F "El Tormento". Centro de Investigaciones Forestales del Trópico Húmedo. Boletín Técnico. N° 1. Campeche, Campeche.

MÉTODOS DE ENRIQUECIMIENTO DE LAS SELVAS EN QUINTANA ROO.

Parraguirre Lezama Conrado *

RESUMEN.

La proporción relativamente baja de especies económicamente importantes en las selvas, hace necesarias aquellas labores tendientes a incrementar esa relación; los métodos de enriquecimiento a través de plantaciones o siembra directa, son una alternativa viable para lograr este objetivo.

En este trabajo se discuten algunas características y limitantes de varias formas de enriquecimiento.

Se propone también el uso de ciertas especies para ese fin, señalando brevemente las prácticas de manejo de cada una de ellas y sobre todo, indicando sus propiedades y restricciones.

Finalmente, se indica que el enriquecimiento es sólo una posibilidad, la cual no debe ser considerada como reemplazo de la regeneración natural, sino ser manejada como un complemento de ésta.

Palabras clave: Silvicultura, plantaciones de enriquecimiento, bosques tropicales húmedos, Quintana Roo.

ABSTRACT.

The relatively low proportion of economically important species in jungles, makes it necessary to implement some tasks with the purpose of enhancing it; a feasible alternative to achieve such an objective are the enriching methods through plantation or direct sowing.

Some characteristics and limitations of the various types of enrichment are discussed in this work.

* Investigador del Campo Experimental Forestal "San Felipe-Bacalar" Quintana Roo. C I R-Sureste. I N I F A P-S A R H.

The proposal is also being made of using certain species for this end, briefly indicating the handling practices for each of them and, mainly, their properties and restrictions.

Finally, it is said that enrichment is only a possibility, which must not be considered as a replacement of natural regeneration, but rather, be handled as a supplement thereof.

Key words: Silviculture, enriching plantations, tropical rain forests, Quintana Roo.

INTRODUCCIÓN.

Quintana Roo es una entidad eminentemente forestal. Cuenta con una superficie de 3 423 282 hectáreas (ha) con esta aptitud, lo que representa un 67,3% de la superficie estatal.

En esta superficie se incluyen principalmente selvas medianas y bajas, perennifolias, subperennifolias y subcaducifolias con diferentes grados de alteración, que van desde los muy leves hasta los muy severos (áreas agrícolas y pecuarias abandonadas).

En 1986 se extrajeron de esas selvas 31 680 m³ de madera en rollo de cedro y caoba, lo que representa un valor de \$1 497 424 000,00; así como 108 138 m³ de maderas corrientes tropicales, con un valor de \$2 270 298 000,00. En base a lo anterior, el valor total de la producción forestal fue de \$3 767 722 000,00 (viejos pesos).

Esta producción se localiza en 26 ejidos y beneficia aproximadamente a 2 000 familias campesinas¹.

Las áreas arboladas de Quintana Roo tienen la característica de presentar una baja proporción de maderas comerciales y el problema se torna aún mayor, debido a que actualmente la regeneración natural de esas especies es pobre.

Debido a lo anterior, las actividades que deberán realizarse con urgencia, son principalmente las tendientes a favorecer e incrementar la regeneración de las especies económicamente importantes.

Para ello se deberán manejar dos mecanismos básicos:

- Regeneración a través de aclareos, mediante la eliminación de especies de escaso valor comercial, para propiciar la entrada de luz hasta el suelo.

¹ Gobierno del estado de Quintana Roo, 1987. "VI Informe de Gobierno". pp. 64-67.

- Enriquecimiento de esas áreas a través de plantaciones o siembra directa.

Este último punto será el motivo del presente trabajo.

ANTECEDENTES.

El enriquecimiento de las selvas no es una práctica nueva en México, principalmente en los estados de Campeche y Quintana Roo, pues desde la década de 1940-1950 se ha practicado, utilizando el método conocido como "Reforestación en brechas bajo dosel protector".

Hay información acerca de la etapa inicial de la plantación; estos datos son principalmente de sobrevivencia o germinación, ya que se hicieron labores para el establecimiento de cedro y caoba a través de plántulas obtenidas en vivero y por medio de siembra directa.

La sobrevivencia en las parcelas o sitios en los cuales se emplearon plántulas, fue de 20% a 30% en promedio después de un año, lo que representa un valor poco satisfactorio².

En el caso de la siembra directa, la germinación alcanzó en los mejores sitios un 23% y después de un año solamente se encontraba entre 5% y 10% de sobrevivencia, Gutiérrez *op. cit.*

La empresa Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO), continuó con la misma práctica hasta la década de los 70's, obteniendo básicamente los mismos resultados.

La razón fundamental por la cual estas plantaciones no prosperaron, fue que se abandonaron y además, en algunos casos, fueron afectadas por el fuego en 1975, un año después del paso del ciclón "Carmen".

MÉTODOS DE ENRIQUECIMIENTO.

Los métodos de enriquecimiento tienen como propósito incrementar la proporción de especies comercialmente valiosas en el bosque, o selva como en nuestro caso.

² Gutiérrez, J. T. 1952. Estudio de los bosques de Meliaceas del sureste de México.

Para lograr este objetivo se siguen básicamente dos caminos:

- El primero utiliza la siembra directa de semillas en la selva que se pretende enriquecer.
- El segundo plantea el establecimiento de plántulas producidas en vivero.

Además, éstas dos formas tienen múltiples variantes, que dependen de la forma como se distribuyen las plantas y de la condición bajo la cual se desarrollarán las mismas, lo que puede ser a pleno sol o con una cubierta protectora; es decir, con cierta cantidad de sombra.

Lógicamente, para ambos casos se requieren especies particulares que se adapten a esas condiciones de luminosidad.

A continuación se señalan algunos de los métodos de enriquecimiento que tienen posibilidades de ser empleados con éxito en Quintana Roo, describiendo sus características principales y sobre todo, se indican algunas de las limitaciones que pudieran presentarse en el curso de su puesta en marcha, en las áreas forestales del estado.

Enriquecimiento individual.

Este método consiste básicamente en establecer plantas individuales en pequeños claros abiertos en la vegetación, generalmente huecos que dejan árboles extraídos o muertos; se puede adaptar a las condiciones que se generan en las áreas de corta que se manejan actualmente.

Su implementación se puede basar en siembra directa de semillas o en plántulas producidas en vivero.

Como se ha señalado, las diferencias en cuanto a germinación y/o sobrevivencia son considerables entre una y otra forma, aunque también debe indicarse que los costos son igualmente contrastantes, ya que la siembra directa tendría como erogación fuerte la recolección de semillas y se evitaría la etapa de vivero, misma que en la otra forma sería necesaria, con el consecuente gasto de operación.

La limitación principal de este método es que se tendrían árboles muy dispersos; además, debido a que los claros en el dosel son pequeños, éstos rápidamente se cerrarían suprimiendo a los individuos plantados, por lo que se haría necesario un programa muy exhaustivo de mantenimiento, cuyo objetivo sería mantener abiertos los claros en la vegetación, así como ampliarlos paulatinamente para favorecer el desarrollo de las plantas.

Enriquecimiento en grupos.

Este método es similar al anterior y solamente lo diferencia el hecho de que, como su nombre lo indica, se establecen grupos de individuos, ya sea de la misma especie o de varias especies seleccionadas.

Este tipo de enriquecimiento puede ser puesto en marcha en las áreas de concentración de trozas o "bacadillas", como se conocen regionalmente.

En estos claros de la selva es posible establecer grupos de plantas, ya que la entrada de luz es mayor que en el primer caso. El establecimiento de las plantas puede lograrse también por medio de siembra de semillas o por plantación, con las mismas consideraciones hechas.

La limitante principal de este método es que al abrir grandes claros, la entrada de luz es mayor hasta el nivel del suelo, con lo que se favorece la aparición de especies secundarias, que son mucho más agresivas y en consecuencia se debe establecer un programa de limpieza frecuente, con atención especial al control de plantas trepadoras, que en muchos casos detienen o deforman el crecimiento de los individuos plantados.

Como en el caso anterior, también los individuos se encuentran dispersos.

Enriquecimiento en líneas.

Este método consiste en abrir pequeñas líneas de 1 a 2 m de ancho, colocando en ellas una o dos hileras de plantas. Resulta apropiado para especies tolerantes a la sombra, motivo por el cual tiene muchas limitaciones, ya que estas especies son de crecimiento lento.

Es similar al empleado en Quintana Roo y Campeche durante muchos años, con la particularidad de que fue empleado para cedro y caoba, especies que requieren de luz para su desarrollo, por lo que no prosperaron; además, las áreas reforestadas fueron abandonadas, como se ha señalado.

La limitante de este método es que se debe eliminar paulatinamente la vegetación adyacente, para propiciar el desarrollo de las especies plantadas, de otra forma el dosel se cierra rápidamente, creando verdaderos "túneles", que limitan el crecimiento de las plantas sembradas.

Enriquecimiento en corredores o fajas.

Esta forma de enriquecimiento plantea la apertura de corredores o fajas de diversas

medidas de amplitud, en función de la altura de la vegetación a enriquecer.

Un corredor estrecho es aquel con una relación 1:2 A, es decir, el ancho es igual a 1/2 de la altura de la vegetación; de la misma forma, los corredores regulares y anchos tendrán relaciones de 1:1 A y 2:1 A, respectivamente, lo que significa que el ancho de los mismos será igual a la altura de la vegetación en el primer caso, y dos veces esta misma altura en el segundo.

Este método puede ser aplicado en aquellas áreas que han sido explotadas anteriormente y que a la fecha cuentan con muy pocas especies de maderas comerciales que valgan la pena ser conservadas y mejoradas.

Entre los corredores se dejan fajas de vegetación; el ancho de dichas fajas depende de las condiciones que guarda la vegetación, sobre todo en relación al número de especies deseables.

En consecuencia, en un rodal con pocas especies deseables se dejará una faja del mismo ancho que el corredor y donde hay mayor cantidad de especies de interés, se dejará una faja de hasta el triple del ancho del corredor, aunque esta faja deberá ser tratada posteriormente por medio de cortas de mejoramiento para favorecer el desarrollo de los individuos más promisorios.

Los corredores deben estar orientados en dirección este-oeste, con la finalidad de propiciar mayor insolación diaria; se deberá plantar en ellos especies económicamente importantes, en una o varias líneas, lo que dependerá del ancho del corredor.

Podrá establecerse en cada corredor una sola especie o grupo de especies previamente seleccionadas y lo recomendable es lograr una densidad de 1 000 a 3 000 individuos por hectárea.

Los inconvenientes que pudieran presentarse al tratar de poner en marcha este método, están en que, al realizar una apertura fuerte del dosel de la vegetación, se favorece la aparición de especies secundarias muy agresivas.

Por lo que se deberá dar mantenimiento frecuente a la plantación; estas limpiezas deben ser cada cuatro meses durante los primeros dos años; posteriormente, se espaciarán paulatinamente de acuerdo a los requerimientos de la plantación.

Es importante dar énfasis especial al control de plantas ascendentes o trepadoras que muchas veces limitan el crecimiento de los árboles.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS MÉTODOS.

En relación con los métodos planteados, podemos decir que los dos primeros se pueden adaptar a las condiciones de las áreas de corta de los ejidos productores forestales de la entidad y que, de hecho ya se están aplicando.

Sin embargo, hace falta recordar que de las miles de hectáreas reforestadas en el estado, desafortunadamente no hay ni 50 de ellas que puedan tener buenos índices de crecimiento y sobrevivencia.

Lo anterior es debido a que se han abandonado las áreas una vez establecidas las plantas, motivo por el cual los resultados son poco satisfactorios.

Lo señalado nos indica la importancia que tiene hacer planes para el mantenimiento de estas áreas, interviniendo cuando menos una vez al año y sobre todo, posibilitando que el dosel permanezca abierto, pues de lo contrario, se incurrirá en los mismos errores de antaño.

El método de enriquecimiento en líneas puede ser aplicable también; pero se debe establecer un programa de mantenimiento que amplíe paulatinamente el ancho de las líneas, de acuerdo a los requerimientos de las plantas establecidas.

En cuanto al método de corredores o fajas, puede ser aplicado en áreas que tienen pocas especies de valor comercial; pero deberá adecuarse a las características de cada lugar.

Este método es más costoso que los anteriores, pero también puede llegar a ser redituable a corto plazo, sobre todo si se emplean especies de rápido crecimiento y de alto valor comercial.

En relación a los procedimientos de establecimiento, se puede decir que si bien el método de siembra directa es más barato, también tiene menores posibilidades de éxito.

Lo anterior es debido a que las semillas se encuentran totalmente expuestas a las variaciones climáticas, así como a la acción de un gran número de depredadores; finalmente, si las semillas logran germinar, las plantas obtenidas se verán sometidas a índices de competencia muy fuertes.

En base a lo anterior, en relación a siembra directa sólo se puede esperar alrededor de 10% a 15% de las plántulas establecidas.

En cuanto a la obtención de plantas en vivero, aunque los costos son mayores, se tiene mayor probabilidad de éxito, debido a que los individuos plantados tendrán una altura de 40 a 50 cm, que las posibilita a competir mejor con la vegetación espontánea.

En el caso del método de enriquecimiento en corredores, puede ser factible el uso de maquinaria, sobre todo en los ejidos que cuentan con este medio.

Si bien ésto incrementaría los costos, también se realizaría más rápido la etapa de tumba.

ALGUNAS ESPECIES QUE PUEDEN USARSE PARA ENRIQUECIMIENTO.

A continuación se comentará sobre aspectos importantes de algunas especies que podrían emplearse en labores de enriquecimiento.

El primer punto a considerar es que las especies que se propongan, sean aquéllas que tienen importancia económica, pero que además reúnan las características necesarias de crecimiento rápido y buena adaptabilidad al medio.

En consecuencia, se proponen las siguientes especies, señalando brevemente sus características y limitaciones.

| | |
|---|---------------------------|
| - <i>Swietenia macrophylla</i> King. | Caoba |
| - <i>Cedrela odorata</i> L. | Cedro |
| - <i>Cordia alliodora</i> Ruiz et Pavón. | Bojón |
| - <i>Simaruba glauca</i> D C. | Pasa' ak o negrito |
| - <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. | Pich, parota o guanacaste |
| - <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) D C. | Maculis o rosa morada. |

***Swietenia macrophylla* King. Caoba.**

Actualmente esta especie representa la base de la industria forestal en el estado.

Es una especie exigente en cuanto a requerimientos de luz; sus semillas se pueden obtener desde finales de enero hasta principios de marzo, son aladas y en un kilogramo hay de 1 500 a 2 000 de ellas.

La siembra se efectúa al colocar las semillas con el resto del ala hacia arriba para facilitar la emergencia de la plúmula; se puede obtener hasta un 90% de germinación, si la siembra se lleva a cabo con semillas recién colectadas.

Una vez obtenidas las plántulas en el semillero, serán trasplantadas a envases de

polietileno negro de 12 cm de diámetro por 25 cm de largo, que es la forma como se llevan hasta el terreno definitivo.

Si la colecta de semillas se efectúa a finales de enero y durante febrero, y se siembra inmediatamente, es posible plantar en septiembre, con plantas de seis meses de edad, logrando porcentajes de sobrevivencia cercanos al 90%.

De otra forma, como se hace en la mayoría de los viveros, al dejar las plantas un poco más de un año en las bolsas, se tienen problemas de enraizamiento y deformaciones de las raíces, lo que afecta el crecimiento y sobrevivencia de los individuos en el campo.

El mejor desarrollo de esta especie se da en suelos ya'axhom (verisol pélico, según F A O).

La limitante principal de esta especie, es el ataque del gusano barrenador de la meliaceas (*Hypsiphyla grandella* Zeller), el cual ataca la yema apical y deforma los fustes al causarles bifurcaciones.

Cedrela odorata L. Cedro.

Esta especie es más apreciada aún que la caoba, razón por la cual sus existencias son muy escasas.

Es igual de exigente que la caoba en cuanto a luz. Sus semillas se pueden recolectar desde fines de febrero hasta los primeros días de abril; éstas son pequeñas y aladas, un kilogramo lo componen de 35 000 a 50 000 semillas.

La siembra se efectúa en surcos, separados 20 cm y a 10 cm entre plantúlas. En este lugar las plantas permanecen hasta ser llevadas al campo a raíz desnuda; normalmente para el transporte las raíces se envuelven con periódicos o costales húmedos.

Esta especie se desarrolla en suelos delgados con buen drenaje, de tipo tzequel y ka'cab de la península (litosoles y rendzinas según F A O).

Su limitación principal al igual que la caoba, es el ataque del gusano barrenador de las meliaceas (*Hypsiphyla grandella*), aunque esta especie es aún más susceptible, debido quizás al fuerte olor a ajo que le es característico.

La recomendación general para cedro y caoba en relación a *H. grandella*, es mantener las plantaciones con cierta cantidad de vegetación circundante; desde luego, sin que ésta llegue a impedir la entrada de luz, y de ser posible establecer estas especies mezcladas con otras, tal y como se encuentran en forma natural.

Cordia alliodora Ruiz et Pavón. Bojón.

Esta especie es ya muy escasa en Quintana Roo. Se encuentra principalmente en la rivera del río Hondo.

Aunque en el estado no es muy usada en forma industrial, su madera tiene buenas características, que la hacen apreciada por ebanistas y torneros en otras regiones del país.

Es de rápido crecimiento y no tolera la sombra. Sus semillas pueden ser recolectadas desde fines de marzo hasta los últimos días de abril; un kilogramo contiene alrededor de 60 000 semillas y se obtiene un 80% de germinación sin pretratamiento, cuando se siembran rápidamente.

Las semillas se siembran a chorrillo en semilleros y una vez que germinan se trasplantan a bolsas de polietileno de 12 cm de diámetro por 25 cm de largo, pues en esta forma son transportadas al terreno definitivo.

Esta especie prospera mejor en los suelos regionalmente conocidos como box lum, (rendzinas), ya'axhom (vertisol pélico) y kancab (luvisol crómico), aunque también puede vivir en suelos más someros, sólo que con menores incrementos.

Su limitante principal es que es muy susceptible a los excesos de humedad en el suelo, por lo que deberá evitarse el plantarla en suelos que, aunque sea ocasionalmente, presenten acumulación de agua.

Simarouba glauca D C. Pasa'ak o negrito.

Esta especie es muy usada en Quintana Roo, está considerada como una madera blanda y se utiliza principalmente para centros de triplay.

Presenta un crecimiento rápido en sitios desmontados, por lo que es muy exigente en cuanto a luz.

Sus semillas se recolectan a finales de abril y principios de mayo; germinan bien sin pretratamiento, (aunque puede acelerarse el proceso si se escarifican), alcanzando un 80% de germinación; un kilogramo contiene de 1 000 a 1 300 semillas.

La siembra se efectúa en pequeños surcos separados 5 cm y colocando las semillas espaciadas a 5 cm. Una vez obtenidas las plántulas son trasplantadas a bolsas de 12 cm de diámetro por 25 cm de largo, en donde permanecen hasta ser llevadas al terreno definitivo.

El desarrollo de esta especie se da mejor en los suelos más profundos como ya'axhom, kancab y box lum (vertisol pélico, luvisol crómico y rendzina, respectivamente).

También se puede encontrar en los suelos más someros, sólo que su desarrollo es un poco más lento.

Al igual que la anterior, esta especie no soporta los excesos de humedad en el suelo, por lo que se debe evitar plantarla en esas condiciones.

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. Pich, parota o guanacaste.

Esta es una especie utilizada en Quintana Roo; se obtiene de ella chapa para triplay y madera aserrada para fabricación de muebles, principalmente. Su crecimiento es relativamente rápido en condiciones de alta luminosidad.

Sus semillas se recolectan durante abril y los primeros días de mayo; la germinación es pobre y tardada en condiciones normales, debido a que presentan una testa dura e impermeable; con la escarificación se logra hasta el 100% de germinación, en tan sólo 15 a 20 días.

Un kilogramo contiene de 1 200 a 1 800 semillas. La siembra se efectúa en surcos separados 5 cm y dentro de cada surco, las semillas se colocan cada 5 cm.

A los 30-35 días después de la siembra, se realiza el trasplante a bolsas de las mismas dimensiones que en las especies anteriores, y de esta forma permanecen en el vivero hasta ser llevadas al terreno definitivo.

Esta especie presenta su mejor desarrollo en los suelos conocidos regionalmente como ya'axhom y ya'axhom-akalché (vertisol pélico y vertisol gleyco), y soporta algunos excesos de humedad en el suelo.

Tabebuia rosea (Bertol) D C. Maculis o rosa morada.

Al igual que el cedro y la caoba, esta especie fue muy explotada en la península de Yucatán; actualmente sus existencias son muy pobres.

Se puede obtener de ella chapa para triplay. Su crecimiento es también relativamente rápido, sobre todo si crece en zonas abiertas.

Sus semillas se pueden obtener durante marzo y abril, son pequeñas y tienen dos alas muy frágiles; un kilogramo contiene de 35 000 a 50 000 semillas; se logra hasta un 80% de germinación sin pretratamiento.

La siembra se hace a chorrillo en pequeños surcos separados 5 cm, el trasplante a envases se realiza a los 30-35 días después de la siembra, permaneciendo en esta forma en el vivero hasta ser llevada a terreno definitivo.

Esta especie al igual que la anterior se desarrolla en suelos ya'axhom y ya'axhom-akalché y al igual que el pich, soporta ciertos excesos de humedad en el suelo.

ALGUNAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE LAS ESPECIES.

Se han señalado las características de las especies que potencialmente pueden ser útiles para enriquecimiento; sin embargo, se pueden resaltar algunas prácticas que se adaptan a la mayoría de aquéllas y que se agrupan de la siguiente forma:

Manejo de semillas.

Es recomendable que la recolección de las semillas se realice de árboles en pie, seleccionando éstos de acuerdo a sus características fenotípicas y de sanidad.

Lo ideal es formar lotes de semillas de un mínimo de 25 árboles, con la finalidad de mantener una base genética amplia.

En cuanto al beneficio de semillas, éste se hace en forma manual; sin embargo, para programas a gran escala será necesario diseñar algunos tipos de máquinas que ayuden a obtener las semillas en forma más rápida y económica; por ejemplo, una despulpadora para los frutos carnosos como los del pasa'ak o desaladoras para el cedro, caoba y maculis.

En relación al almacenamiento, éste es muy limitado debido fundamentalmente a que se carece de recursos para crear instalaciones adecuadas.

Lo más recomendable es, por lo tanto, sembrar las semillas inmediatamente después del beneficio.

Reproducción en vivero.

Debido a lo limitado del almacenamiento, las siembras deben realizarse lo más pronto posible, con la finalidad de obtener los más altos porcentajes de germinación. Además,

sembrando rápidamente se logra plantar en la misma temporada de lluvias (como en los casos de cedro y caoba), abaratando los costos de producción y, sobre todo, evitando los enraizamientos y deformaciones debidas al crecimiento de la raíz.

En el trasplante se debe poner especial cuidado, ya que muchas veces en este paso se generan problemas, que a la larga, influirán en el crecimiento y sobrevivencia de las plantas.

Como ejemplo citaremos lo que comúnmente se conoce como “cola de cochino”, esta anomalía se genera al dejar la raíz principal doblada o mal colocada en la bolsa.

En lo que se refiere al riego, éste debe ser cuidadosamente aplicado; lo mejor sería tener riego por aspersión, pero debido a que no siempre es posible, se puede realizar con regaderas de mano.

La cantidad de agua que se debe aplicar estará en función de las condiciones ambientales; en la época de sequía se deberá regar diariamente, pero se debe tener cuidado en no propiciar excesos de humedad, ya que esto puede ocasionar la aparición de damping-off u otras pudriciones de la raíz.

Plantación

Lo mejor es transportar las plantas del vivero al sitio de plantación en un vehículo cerrado; si esto no es posible, al menos deberá brindarse protección a las plantas, rodeando la carrocería del camión con costales.

Esto se hace con el fin de que el aire del camino (especialmente cuando se transita en carretera), no deshidrate o defolie las plantas y puedan soportar mejor el cambio de ambiente.

Al momento de plantar, se debe cuidar que el cuello de la raíz no quede fuera de la superficie del suelo, ni tampoco muy enterrado, ya que esto causaría la muerte de las plantas, en el primer caso y un retraso en su desarrollo, en el segundo.

No se deberá plantar con las bolsas; se pondrá especial cuidado en no exponer las raíces al sol y apisonar un poco la tierra, una vez colocada la planta en la poceta.

Manejo de la plantación.

Como se ha mencionado, los anteriores fracasos de las plantaciones se han debido principalmente a que no se les ha dado mantenimiento. Por tal motivo, se deberá realizar

limpieza de malezas cuando menos cada seis meses durante los primeros dos años y posteriormente, una vez al año.

En el caso de cedro y caoba, se deben aplicar podas, que servirán para contrarrestar los efectos de los ataques del gusano barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Analizando los distintos métodos de enriquecimiento, se puede decir que éstos son factibles de realizarse en las condiciones que se presentan en las áreas de extracción de madera.

- No bastará con plantar y dejar los individuos abandonados a su suerte, pues esto no funciona como ya se ha señalado.

- Será necesario elaborar planes de mantenimiento, que propicien la entrada de luz a las plantas establecidas, debido a que todas las propuestas en el presente trabajo son exigentes en cuanto a este factor.

- Un punto importante a considerar es el costo de las labores de enriquecimiento; que como se ha mencionado, resultan caras, pero son necesarias, debido a que la regeneración natural no es suficiente y en consecuencia las selvas se van degradando paulatinamente, hasta llegar al punto en que el único camino viable será eliminar la vegetación residual y restituir las especies económicamente importantes por medio de plantaciones.

- Los métodos de enriquecimiento no son la única alternativa viable y no deben considerarse como sustituto de la regeneración natural, sino más bien como un complemento a ésta.

- El cómo y dónde usar los métodos, dependerá de un análisis profundo de cada situación en particular, con la condición de que, ante todo, deberán ser adecuados a las condiciones de la vegetación y del suelo de cada lugar.

- Es importante hacer notar que los programas de enriquecimiento o de plantaciones, hasta hace poco, eran diseñados y ejecutados por instituciones oficiales, sin tomar en cuenta a los poseedores del recurso, con lo que dichos planes estaban condenados al fracaso, aunque técnicamente estuvieran bien fundamentados. En este

sentido se debe lograr que los ejidatarios o comuneros, se hagan cargo de conservar y mejorar sus recursos.

- Finalmente, es necesario recalcar que los planes de desarrollo de una comunidad, municipio o estado, deberán considerar al campesino como un sujeto que realiza múltiples actividades, por lo que requerirá de planes o programas integrales, que no pierdan de vista todos los aspectos de las comunidades, con el fin de lograr un mejor uso de los recursos naturales y en consecuencia, preservar las selvas como nuestro patrimonio y sobre todo, el de futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA.

- Ávila, H. M. 1954. Manejo forestal de las especies *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en los bosques de la península de Yucatán. Quinta Convención Regional del Sureste de Técnicos Forestales e Industriales de la Madera. Chetumal, Quintana Roo. México. 15 p.
- Cuevas, L. A. 1947. Explotación de tres especies forestales y propagación artificial de caoba en Quintana Roo. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 82 p.
- Gobierno del estado de Quintana Roo. 1987. "Anexo estadístico" *En:* VI Informe de Gobierno. Quintana Roo, México. pp. 64-67.
- Gutiérrez, J. T. 1952. La repoblación artificial de los bosques del estado de Campeche, con especies preciosas de caoba y cedro. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 111 p.
- Gutiérrez, P. A. 1944. Estudio de los bosques de Meliaceas del sureste de México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 28 p.
- Samex, V. 1974. "Elementos de Silvicultura de los bosques latifoliados". Ed Ciencia y Técnica. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. pp. 188-198.
- Torelli, N. 1984. Forest management and integrated utilization in Quintana Roo. First stage. Informe de trabajo. Mimeografiado. 6 p.

CORTAS INTERMEDIAS EN SITIOS DE VEGETACIÓN SECUNDARIA.

García Cuevas Xavier *
Rodríguez Santiago Bartolo *

RESUMEN.

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental Forestal (C E F), "San Felipe-Bacalar" en el estado de Quintana Roo, México, acerca de una vegetación forestal secundaria de seis años de edad.

El objetivo fue evaluar el efecto de la remoción parcial del dosel sobre los incrementos en diámetro normal, altura total y área basal de las especies sac-chacá (*Dendropanax arboreus*) y tzalam (*Lysiloma bahamensis*).

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con cinco tratamientos y dos repeticiones. La superficie de las unidades experimentales fue de 625 m².

Los tratamientos fueron por medio de diferentes intensidades de corta, tomando como variable indicadora el número de individuos por unidad de superficie; removiendo 0%, 25%, 50%, 75% y 90% de estos individuos.

Se evaluaron los incrementos anuales en ambas especies, dos años después de aplicadas las cortas.

El análisis indica para ambas especies, incrementos positivos en diámetro normal y área basal, a medida que es mayor la apertura del dosel.

Palabras clave: Silvicultura, planes de corta, bosques tropicales húmedos, *Dendropanax arboreus*, *Lysiloma bahamensis*, Quintana Roo.

ABSTRACT.

This study was carried out at "San Felipe-Bacalar" Campo Experimental Forestal (C E F),

* Investigadores del Campo Experimental Forestal "San Felipe-Bacalar" Quintana Roo. C I R-Sureste. I N I F A P S A R H.

located in Quintana Roo, Mexico; in a six year old secondary forest vegetation.

The aim of this study was to evaluate the effect of partial overstory removal over increase in normal diameter (diameter at 1.3 m of the stem), total height and basal area in sac-chakah (*Dendropanax arboreus*) and tzalam (*Lysiloma bahamensis*) species.

Randomized block design was used with five treatments and two replications. The experimental plot area was 625 m².

The treatments were different levels of canopy removal, cutting 0%, 25%, 50%, 75% and 90% of the number of trees per area.

Annuals increments were evaluated two years after application of overstory removal in both species.

The analysis show positive response in normal diameter and basal area with increased canopy removal in both species.

Key words: Silviculture, cutting plans, tropical rain forests, *Dendropanax arboreus*, *Lysiloma bahamensis*, Quintana Roo.

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años tanto la silvicultura, como el manejo forestal realizados en los bosques de México han experimentado cambios notables, de los cuales se requiere obtener información ecológico-silvícola; realizar estudios acerca de los factores que afectan el crecimiento y desarrollo de las especies existentes, así como de su producción y capacidad productiva^{1,2}.

Con base en este principio, en México, a partir de 1950, año en que se estableció el primer sitio permanente de experimentación silvícola (S P E S), en los bosques de Chihuahua; se ha ido conociendo la dinámica de los bosques, en relación a los diferentes regímenes de tratamiento silvícola, para dar paso a la posterior aplicación extensiva de sus resultados³.

En la actualidad persiste la concepción errónea, aún entre los silvicultores, acerca de

¹ Rodríguez, S. B. y García, C. X. 1989. Evaluación de la estructura y desarrollo de la regeneración natural de *Pinus douglasiana* Mtz., en Concepción de Buenos Aires, Jalisco.

² Rodríguez, F. C. 1987. La Silvicultura y el manejo de los recursos naturales maderables en México.

³ Mas, P. J. 1983. El sitio experimental "La Nieve", catorce años después de su tratamiento silvícola.

que los bosques tropicales secundarios carecen de valor, en función de que no producen madera u otros bienes en forma sustentable.

La mayor parte de las especies que conforman estas asociaciones vegetales, aparte de la importancia ecológica que representan, son fuente potencial de recursos para satisfacer diversas necesidades de la industria y la población, debido a sus propiedades físico-mecánicas y tecnológicas⁴.

En base a lo anterior, ignorar a los bosques secundarios resulta paradójico, ya que los requerimientos en diversos lugares del mundo se satisfacen con el uso de muchas especies y árboles de pequeñas dimensiones, ya que por medio de estos árboles, los bosques secundarios producen bienes y satisfactores sin que se haya requerido de una regeneración costosa.

Las crecientes demandas locales justifican un tratamiento forestal óptimo de estos bosques, ofreciendo a quienes viven en las proximidades, una fuente suplementaria de empleo, rentable y con rendimientos comerciales; Wadsworth *op. cit.* ejemplifica lo anterior, en base a lo que sucede en Queensland, Australia y Sarawak, Malasia.

Se debe considerar a la vegetación secundaria como un recurso potencial, susceptible de ser manejado mediante técnicas silvícolas, con la finalidad de mejorar su estructura, densidad, composición de especies, redistribución de espacios de crecimiento, así como regular las condiciones microambientales.

OBJETIVO.

El presente trabajo está enfocado a:

- Contribuir al conocimiento de los efectos de las cortas de mejoramiento y aclareo para favorecer el desarrollo de las especies deseables.

- Conocer el efecto de diferentes intensidades de corta de mejoramiento para favorecer el desarrollo de las especies *Dendropanax arboreus* y *Lysiloma bahamensis*.

⁴ Wadsworth, P. H. 1992. "Salvando los bosques": pp. 2-12.

ANTECEDENTES.

Diversos autores como Bornebush en 1933, Assman en 1954 y Lovengreen en 1950, *cit pos.* Vuokila⁴, plantean que el volumen por hectárea se incrementa como resultado de los aclareos, por lo tanto, se puede encontrar un área basal óptima definida, a partir de la cual, el crecimiento por hectárea (ha), se reduce en cualquier sentido.

Otros autores como Holmsgaard en 1956, Carbonnier en 1957 y Dittmar en 1959, *cit pos.* Vuokila (*op. cit.*), reportan un efecto de crecimiento inicial como resultado de los aclareos en rodales jóvenes, con una subsecuente reducción, cuyos efectos a largo plazo se comparan con los resultados de los rodales no aclareados.

Los reportes de Nyyssonen en 1954, *cit pos.* Vuokila (*op. cit.*), establecen que el incremento en volumen de los rodales de pino bajo manejo, se mantiene, cuando menos, al mismo nivel del volumen que se obtendría sin ningún tratamiento en rodales plantados con picea, e incrementan un poco menos en volumen que las parcelas sin aclarar en bosques naturales.

El mismo autor concluyó que los aclareos no ejercen efecto significativo en la producción de los árboles más grandes durante el turno, en rodales de pino. No obstante, Vuokila *op. cit.*, dedujo que después de un aclareo en rodales de pino, aún los árboles residuales más grandes, son capaces de mostrar alguna reacción.

El material de una plantación de picea tuvo una ligera superioridad de producción en los árboles más grandes en las parcelas aclareadas, en comparación con las no aclareadas.

De cualquier forma, existe controversia acerca de cuáles son las dimensiones que verdaderamente resultan beneficiadas con los aclareos.

Asimismo, Vuokila evaluó el efecto de los aclareos en el incremento de rodales naturales de pino y abedul, concluyendo que los aclareos producen una reducción del incremento en volumen por hectárea en los rodales de cualesquiera especie, ya que parecen incapaces de incrementar su diámetro normal hasta en sus máximas dimensiones.

La producción de madera de dimensiones medias, así como de madera para aserrio, resulta ser un poco más elevada en los rodales aclareados que en los otros, con la excepción del abedul, el cual, al parecer responde en forma más débil a los aclareos.

⁴ Vuokila, Y. 1962. El efecto de los aclareos en el incremento de los rodales de pino y abedul.

Según Cano⁶, en el oeste de Estados Unidos se realizaron trabajos sobre áreas basimétricas residuales. Se probaron seis niveles de densidad equivalentes a 7, 14, 18, 23, 28 y 35 m³.

Los resultados indicaron que, para la mejor redistribución del incremento y mayor calidad de madera, el área basal residual en la que mejores resultados se obtuvieron, fue en la que equivale a 20 m³.

Ferguson y Adams⁷ evaluaron en 1977, la regeneración avanzada de asociaciones de *Abies grandis* como *Thuja plicata* y *Thuja heterophylla*, cada una con *Pachistima myrsinites*. El estudio se restringió a rodales con cortas de aclareo y de semillación.

Las áreas basales antes de la cortas, tenían un promedio de 35.47 m²/ha (desviación estándar de 17.34 m²/ha) y después de las cortas, un promedio de 5.53 m²/ha (desviación estándar de 7.02 m²/ha).

Las masas incrementaron en altura antes de las cortas, a un ritmo de 4.5 cm/año y, durante los diez años posteriores, a un ritmo de 10.15 cm/año, obteniéndose los mayores incrementos durante los primeros seis años.

Oliver⁸, monitoreó alrededor de 400 árboles en una superficie de 4 hectáreas, en donde en 1972 se aclaró bajo un espaciamiento uniforme de 1.8 por 1.8 m. El estudio reportó ocho años después del aclareo que, con un 95% de confiabilidad, la media del crecimiento en diámetro normal varió en un rango de 1.3 a 6.1 cm y en altura de 0.03 a 1.37 m.

Laacke y Fiddler⁹ estudiaron en 29 sitios, las condiciones y tamaño de la regeneración avanzada, antes y después de aplicar cortas en rodales de abeto verdadero, pino del oeste o coníferas mezcladas.

Los volúmenes removidos variaron en un rango de 72 a 707 m³/ha con un promedio de 282 m³/ha (desviación estándar de 153 m³/ha). Seis unidades mostraron incrementos suficientemente aceptables en los árboles después de las cortas, pudiéndose clasificar las existencias como satisfactorias.

En México se realizó un experimento de aclareos en el S P E S "Robleros y Chiqueritos", ubicado en la parte sur-occidental de Michoacán, en una masa de *Pinus herrerae* de 15 a 20 años de edad; bajo un diseño experimental de bloques al azar, con tres espaciamientos

⁶ Cano, C. J. 1977. "Uso de las áreas basimétricas en la aplicación de aclareos en Atenquique". pp. 37-38.

⁷ Ferguson, E. D. and Adams, L. D. 1980. "Response of advanced grand fir regeneration to overstory removal in northern Idaho". pp. 537-545.

⁸ Oliver, W. W. 1986. Growth of California red fir advanced regeneration after overstory removal and thinning.

⁹ Laacke, J. R. and Fiddler, O. G. 1986. Overstory removal: stand factor related to success and failure.

(3 m, 5 m, 6 m y un testigo) y tres repeticiones, mismas que equivalen a intensidades de corta promedio de 32%, 39%, 40% y 0%, del área basal.

Los resultados en términos del incremento corriente anual (I C A), en porcentaje y mortandad por hectárea, obtenidos cinco años después de las cortas, no reportan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

El I C A en porcentaje, dentro del espaciamiento de 7 m, fue un 60% mayor que en el testigo; un 49% mayor que el espaciamiento de 3 m y un 15% mayor que en el de 5 m, según lo reportaron en 1967, Mendoza y colaboradores, *cit pos.* Mas¹⁰.

Según señalan Castro y Mora¹¹, los S P E S establecidos en áreas naturales de Michoacán; situados en el municipio de Coalcomán:

| LUGAR | TRATAMIENTO |
|--------------|-----------------------|
| Chiqueritos | Espaciamientos |
| Dos Aguas | Intensidades de corta |
| El Llamadero | Podas y aclareos |

Los cuales fueron establecidos en los años de 1961, 1874 y 1977, respectivamente, con el objetivo de conocer sus resultados, se evaluaron a los 21, 14 y 11 años, después de aplicados los tratamientos.

En Chiqueritos se analizaron los espaciamientos de 3 m, 5 m, 7 m y un testigo; encontrándose que el de 7 m es el mejor, con un incremento medio anual (I M A) de 2.520 m³/ha/años y un I C A de 2.598 m³/ha/año,

En el S P E S de Dos Aguas se estudiaron las intensidades de corta de 15%, 20%, 35% y un testigo; los mejores resultados fueron para el tratamiento de 35%, con existencias volumétricas de 576.9 m³/ha.

En El Llamadero se llevó a cabo la combinación de podas y aclareo a un tercio de copa viva, donde se observó que los árboles podados tienen un I M A de 0.080 m³ volumen total árbol, superando al testigo con 0.015 m³, para la categoría de 20 cm.

¹⁰ Mas, P. J. 1985. El manejo de los bosques de pino y encino, mediante el sistema silvícola de cortas sucesivas de protección (SICOSUP).

¹¹ Castro, M., Y. Y. y Mora, P. E. R. 1990. Efecto del aclareo de masas forestales en diversas etapas de desarrollo.

Negreros y Mize¹², evaluaron en las selvas de Quintana Roo, el crecimiento de árboles tropicales, tres años después de la aplicación de los tratamientos silvícolas. El porcentaje del área basal removida fue de 0% (testigo), 8% (corta comercial), 28%, 45% y 55% (corta de raleo).

A tres años, los cinco sitios mostraron un incremento en área basal y diámetro normal muy similar. El incremento en área basal varió de 1.4 a 2.8 m²/ha y en cuanto al diámetro, de 0.09 cm a 0.50 cm; y para caoba (*Swietenia macrophylla*), que es la especie considerada más importante, fue de 0.50 cm.

La anterior resulta ser una tasa muy baja, especialmente comparada con lo logrado por esta especie en lo referente a incremento en diámetro, alcanzado en plantaciones puras (1.8 cm/año).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Este trabajo se desarrolló en un área de 1-00-75 ha en el Campo Experimental Forestal "San Felipe-Bacalar".

Está ubicado entre las coordenadas geográficas 18° 46' a 18° 50' de latitud norte y 88° 17' a 88° 32' de longitud oeste, a una altitud promedio sobre el nivel del mar de 10 metros, en el municipio de Othón P Blanco, en el estado de Quintana Roo¹³ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 3).

El área corresponde a una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia, según la clasificación de Miranda y Hernández¹⁴.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García¹⁵, el clima es un Aw(x³)i o cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno y oscilación térmica menor de 5 °C¹⁶.

¹² Negreros, C. P. and Mize, C. 1991. Growth of tropical trees after a partial overstory removal.

¹³ Chavelas, P. J. 1981. "Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar, Quintana Roo". pp. 65-82.

¹⁴ Miranda, F. y Hernández, X. E. 1963. "Los tipos de vegetación de México y su clasificación". pp. 29-179.

¹⁵ García, E. 1988. Modificaciones al sistema climático de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana).

¹⁶ I N E G I. 1986. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo.

El terreno es plano y debido a la conformación geológica y topográfica, la circulación de los escurrimientos es subterránea; de acuerdo con la terminología maya, el suelo es de tipo tzekel (litosol, según la F A O-UNESCO).

Previo a las intervenciones silviculturales, se efectuó un inventario para determinar algunas características de la vegetación y con base en la composición, distribución, características de las especies e importancia económica que representan en la región, se seleccionó para favorecer con los tratamientos, a las especies:

- Sac-chacá (*Dendropanax arboreus*)
- Tzalam (*Lisyloma bahamensis*).

El diseño experimental utilizado fue por bloques al azar, con cinco tratamientos y dos repeticiones; los tratamientos consistieron en la corta de vegetación indeseable en:

- 0% (testigo).
- 25%.
- 50%.
- 75%.
- 90%.

La superficie de cada unidad experimental fue de 625 m² y el índice utilizado para determinar las intensidades de corta, fue el número de árboles por unidad de superficie.

Debido a que no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, para el diseño experimental, se analizan en términos del crecimiento e incremento corriente anual y su representación gráfica para las variables diámetro normal, altura total y área basal de árboles dominantes y codominantes, que son las que mejor representan el potencial productivo del sitio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En los cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de crecimiento e incremento, para diferentes intensidades de corta, mientras que en las figuras 1 a la 6, se muestran los crecimientos e incremento corriente anual para las variables diámetro normal, altura total y área basal.

| ESP | IC | 1990 | | | 1991 | | | 1992 | | |
|-----|----|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| | | DN | AT | AB | DN | AT | AB | DN | AT | AB |
| I | 0 | 3.6 | 4.7 | 84.6 | 4.0 | 5.1 | 110.6 | 4.9 | 5.9 | 156.1 |
| | 25 | 3.3 | 4.6 | 75.5 | 3.8 | 5.0 | 98.7 | 5.4 | 6.5 | 193.2 |
| | 50 | 3.9 | 5.4 | 104.6 | 4.0 | 5.5 | 107.1 | 6.3 | 6.8 | 267.3 |
| | 75 | 4.6 | 5.3 | 140.3 | 5.1 | 5.7 | 170.4 | 7.0 | 7.4 | 328.4 |
| | 90 | 4.2 | 5.2 | 115.7 | 5.3 | 5.9 | 184.7 | 6.7 | 6.3 | 291.9 |
| II | 0 | 5.7 | 5.3 | 226.0 | 6.2 | 5.7 | 263.4 | 7.9 | 6.8 | 415.9 |
| | 25 | 5.3 | 5.3 | 197.3 | 6.0 | 5.9 | 246.9 | 8.3 | 6.9 | 449.5 |
| | 50 | 5.7 | 5.4 | 231.9 | 6.3 | 5.9 | 292.6 | 8.7 | 6.7 | 502.2 |
| | 75 | 5.9 | 5.3 | 229.7 | 6.6 | 5.9 | 278.7 | 8.7 | 6.9 | 494.8 |
| | 90 | 6.2 | 5.5 | 258.9 | 7.2 | 6.3 | 340.6 | 9.3 | 7.3 | 555.5 |

ESP = Especie

DN = Diámetro normal (cm)

I = *Dendropanax arboreus*

AT = Altura total (m)

II = *Lysiloma bahamensis*AB = Área basal (cm²/ha)

IC = Intensidad de corta (%)

Cuadro N°1. Crecimiento de las especies *Dendropanax arboreus* y *Lysiloma bahamensis* para diferentes intensidades de corta de mejoramiento.

Diámetro normal.

En cuanto a diámetro normal, se observa que para *Dendropanax arboreus*, de acuerdo al crecimiento e incremento corriente anual, en el período de dos años posteriores a la aplicación de las cortas, en términos absolutos, se obtuvieron los mejores resultados en los tratamientos de 50% y 75% de intensidad de corta, pues en la última toma de datos aún crecen a un ritmo de 2.7 y 2.4 veces más, que el de menor respuesta (testigo).

Por su parte, para *Lysiloma bahamensis* se observa que los mejores tratamientos son 50% y 25% de intensidad de corta y que, actualmente crecen a un ritmo que supera hasta por 1.3 veces al testigo.

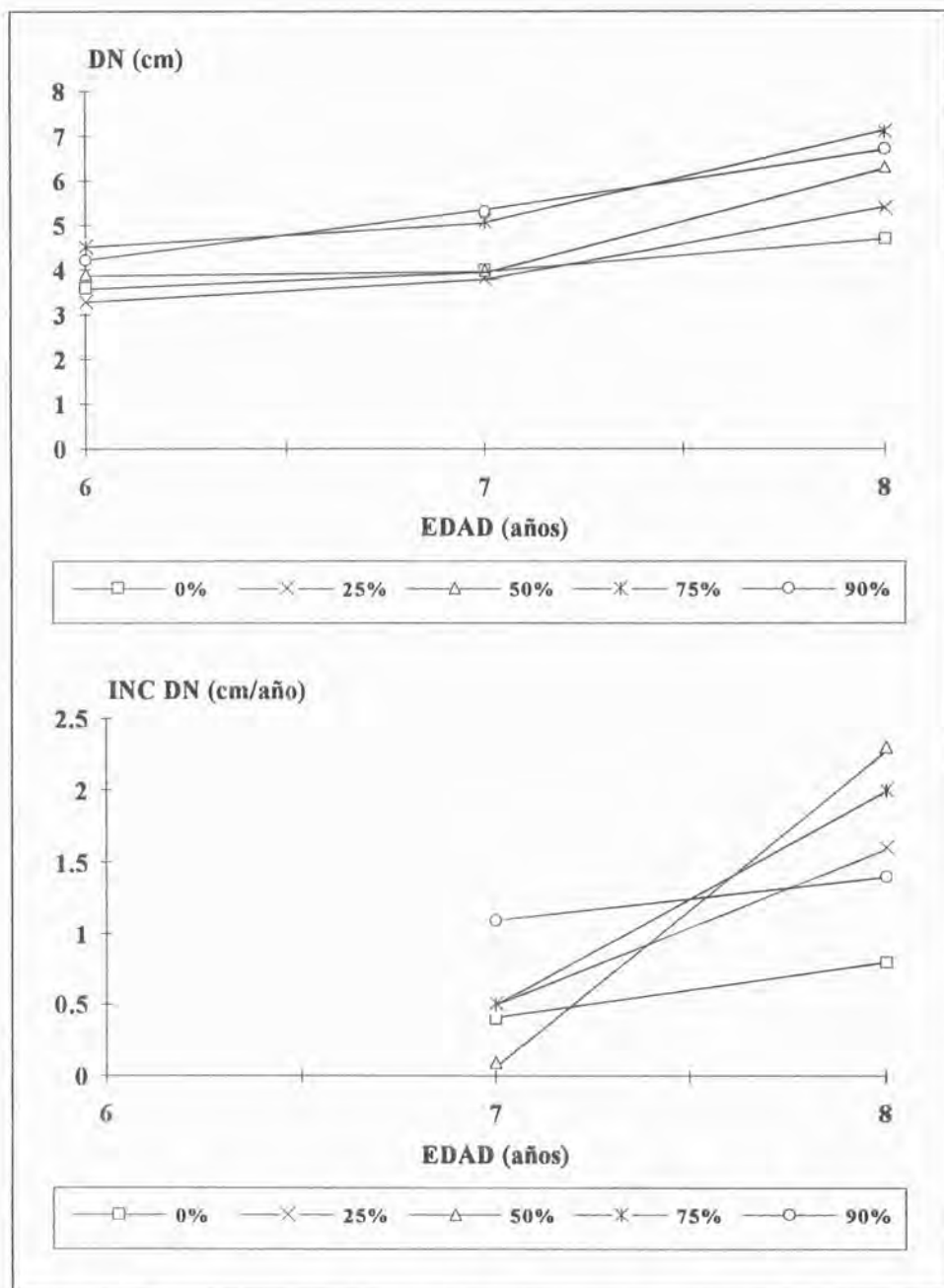


Figura N° 1. Crecimiento e incremento en diámetro normal para *Dendropanax arboreus*.

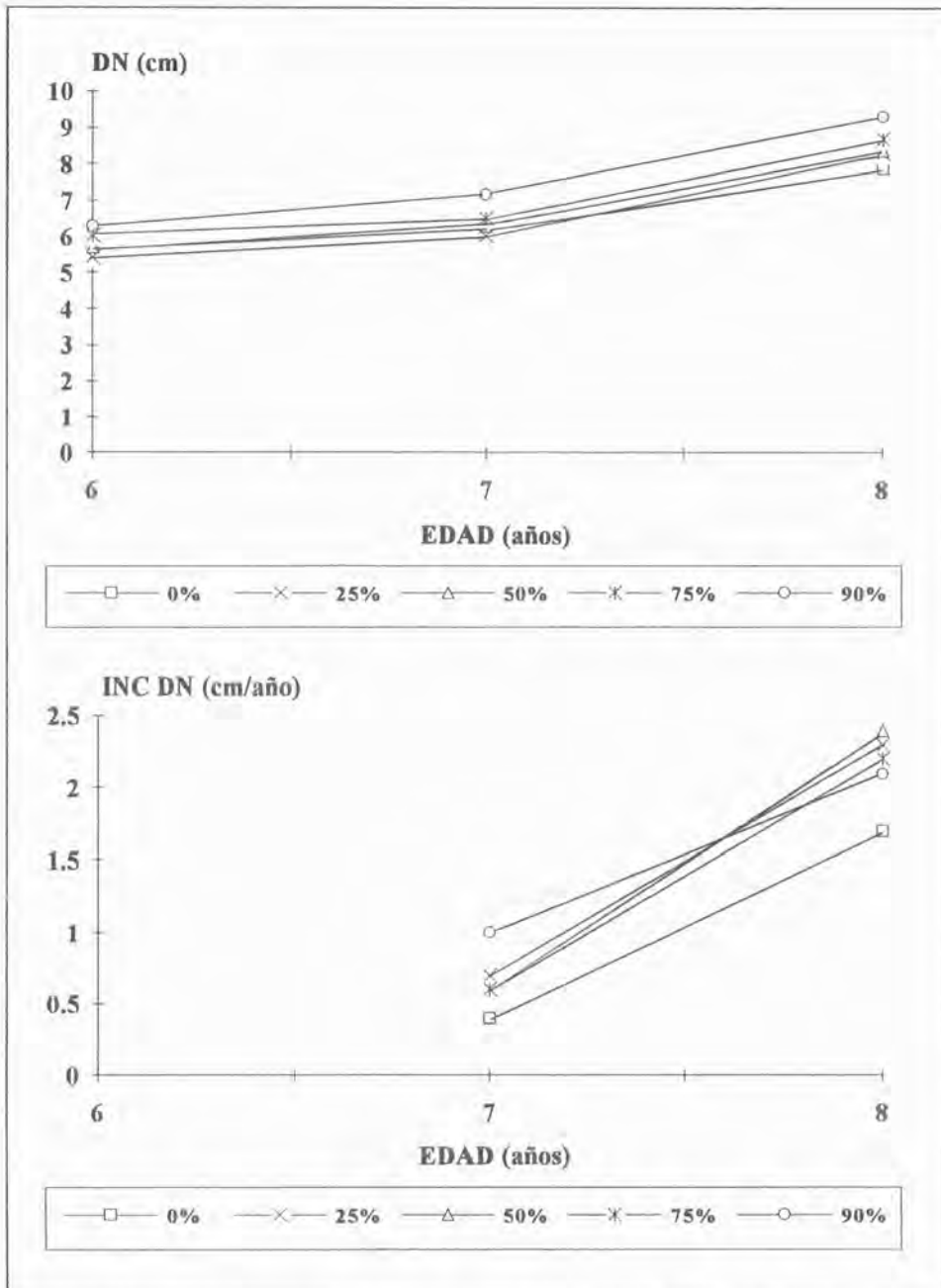


Figura N° 2. Crecimiento e incremento de diámetro normal para *Lysiloma bahamensis*.

| IC | AÑO | <i>D. arboreus</i> | | | <i>L. bahamensis</i> | | |
|----|------|--------------------|------|--------|----------------------|------|--------|
| | | ICAD | ICAA | ICAAB | ICAD | ICAA | ICAAB |
| 0 | 1990 | — | — | — | — | — | — |
| | 1991 | 0.4 | 0.4 | 25.92 | 0.4 | 0.4 | 37.36 |
| | 1992 | 0.8 | 0.8 | 45.52 | 1.8 | 1.1 | 152.56 |
| 25 | 1990 | — | — | — | — | — | — |
| | 1991 | 0.5 | 0.4 | 23.20 | 0.7 | 0.6 | 49.60 |
| | 1992 | 1.6 | 1.5 | 94.48 | 2.3 | 1.0 | 202.64 |
| 50 | 1990 | — | — | — | — | — | — |
| | 1991 | 0.1 | 0.1 | 2.48 | 0.6 | 0.5 | 60.72 |
| | 1992 | 2.3 | 1.4 | 160.16 | 2.3 | 0.8 | 209.60 |
| 75 | 1990 | — | — | — | — | — | — |
| | 1991 | 0.5 | 0.4 | 30.08 | 0.6 | 0.6 | 49.04 |
| | 1992 | 2.0 | 1.7 | 158.00 | 2.1 | 1.0 | 216.08 |
| 90 | 1990 | — | — | — | — | — | — |
| | 1991 | 1.1 | 0.7 | 69.04 | 1.0 | 0.8 | 81.76 |
| | 1992 | 1.4 | 0.4 | 107.20 | 2.1 | 1.0 | 214.88 |

ICAD = Incremento corriente anual en diámetro normal (cm/año)

ICAA = Incremento corriente anual en altura total (m/año)

ICAAB = Incremento corriente anual en área basal (cm²/ha/año)

Cuadro N° 2. Incremento corriente anual de las especies *Dendropanax arboreus* y *Lysiloma bahamensis* para diferentes intensidades de corta de mejoramiento.

De acuerdo con Klepac¹⁷ el factor genético (principalmente), la calidad del sitio, la competencia por factores limitantes y las reservas acumuladas durante el año, afectan el crecimiento en diámetro.

Pero éste, depende en un mayor grado de la variación de los factores del medio, a diferencia de otras variables, debido a que, aún dentro de ciertos límites, el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay más luz y espacio de crecimiento, lo cual parece suceder en el presente caso para *Dendropanax arboreus* y *Lysiloma bahamensis*.

¹⁷ Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales.

Clausen¹⁸ reporta que los factores antes mencionados pueden causar tensión (stress), al ser deficientes o excesivos y provocar tensión interna en las plantas, lo que resulta en una disminución de la producción e inclusive pueden llegar hasta a ocasionar la muerte.

Altura total.

En los cuadros 1 y 2, *vid., supra*, y figuras 3 y 4 *vid., infra*, se observa que, para *Dendropanax arboreus* algunos tratamientos mostraron mejores incrementos, como es el caso de 75% de remoción del número de árboles, pues el incremento en esta especie se mejoró hasta en 4.5 veces en relación al que mostró el menor incremento (90%). Para *Lysiloma bahamensis*, el mejor tratamiento fue el testigo, superando por 1.4 veces al que tuvo la menor respuesta (50%).

Lo anterior está de acuerdo con Ferguson y Adams *op. cit.*, quienes incrementaron el crecimiento en altura hasta 2.25 veces en asociaciones de *Abies grandis* y *Thuja* spp. con *Pachistima myrsinites* después de disminuir el área basal, al aplicar aclareos y cortas de semillación. Esta variable se comportó errática, por lo que no se observa un patrón definido en relación a la respuesta de las especies a los tratamientos.

De acuerdo con Klepac *op. cit.*, árboles de la misma especie y aún de la misma variedad, creciendo bajo condiciones similares de calidad de sitio, muestran aumentos en altura muy diferentes. El factor individual más importante es el genético, pues algunos individuos exhiben crecimientos hasta dos o tres veces mayores que otros.

Área basal.

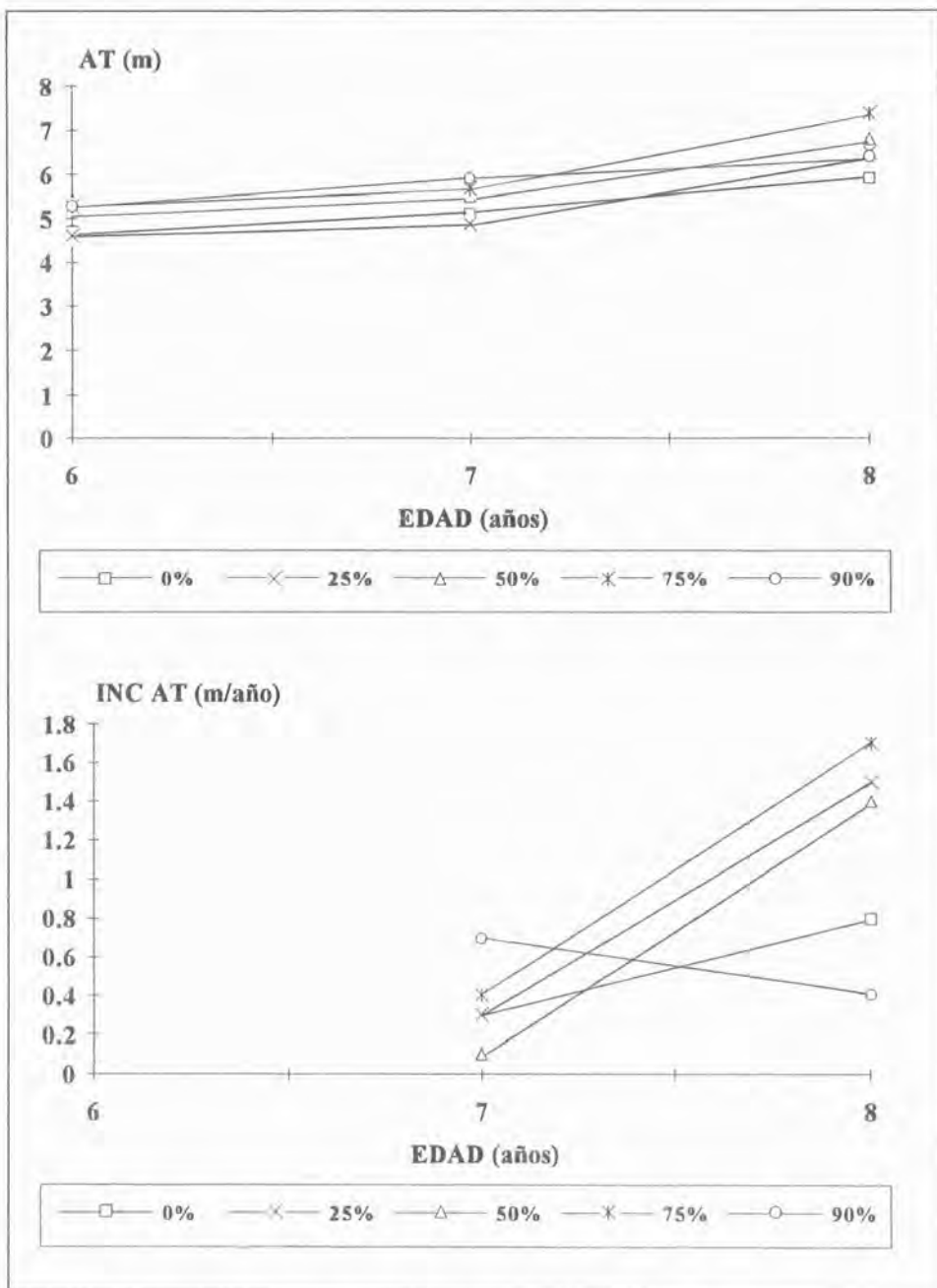
El área basal se considera como la variable más consistente y que refleja mejor el incremento de los árboles y aunque no constituye un indicador preciso, se emplea para probar que la reacción del incremento del área basal se mantiene suficientemente estable como para evitar pérdidas, Vuokila *op. cit.* y suficientemente aceptable para considerar las existencias como satisfactorias, Laacke y Fiddler *op. cit.*, lo cual se puede observar en los cuadros 1 y 2 *vid., supra*, y las figuras 5 y 6 *vid., infra*.

En los incrementos se observan respuestas favorables para los tratamientos, relacionados con las intensidades de corta más fuertes para ambas especies.

En el caso de *Dendropanax arboreus* los mejores tratamientos son 50% y 75% y se reporta que el mejor (50%), supera por 3.5 veces al testigo.

Para *Lysiloma bahamensis*, el mejor es 75% y supera por 1.4 veces al testigo, lo cual está de acuerdo a los resultados obtenidos en 1967, por Mendoza y colaboradores, *cit. pos.*, Mas (*op. cit.*) y los coautores Castro y Mora (*Ibidem*).

¹⁸ Clausen, J. 1990. "Respuestas fisiológicas al stress de los árboles". pp. 172-187.



FiguraN° 3. Crecimiento e incremento en altura total para *Dendropanax arboreus*.

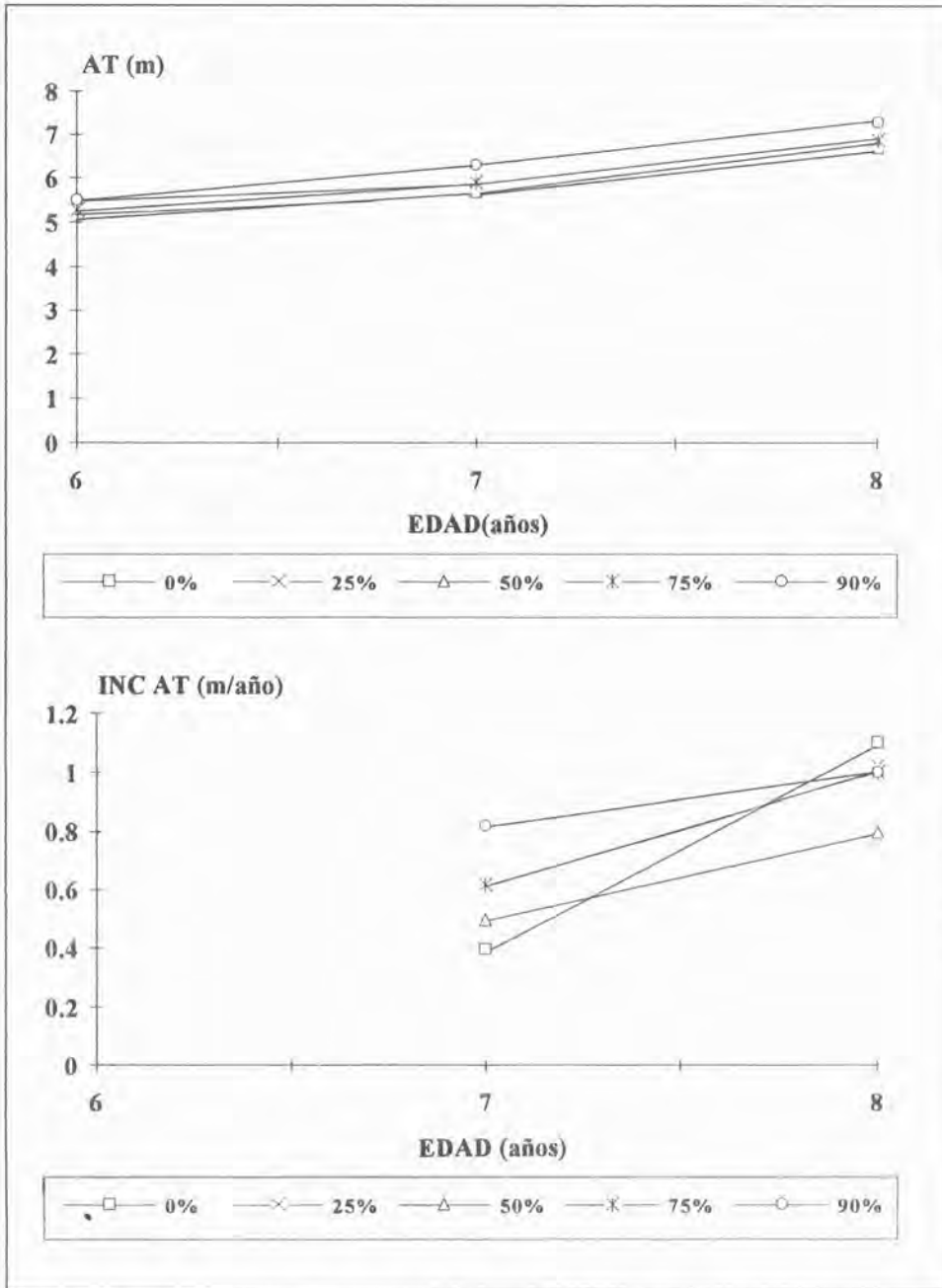


Figura N° 4. Crecimiento e incremento en altura total para *Lysiloma bahamensis*.

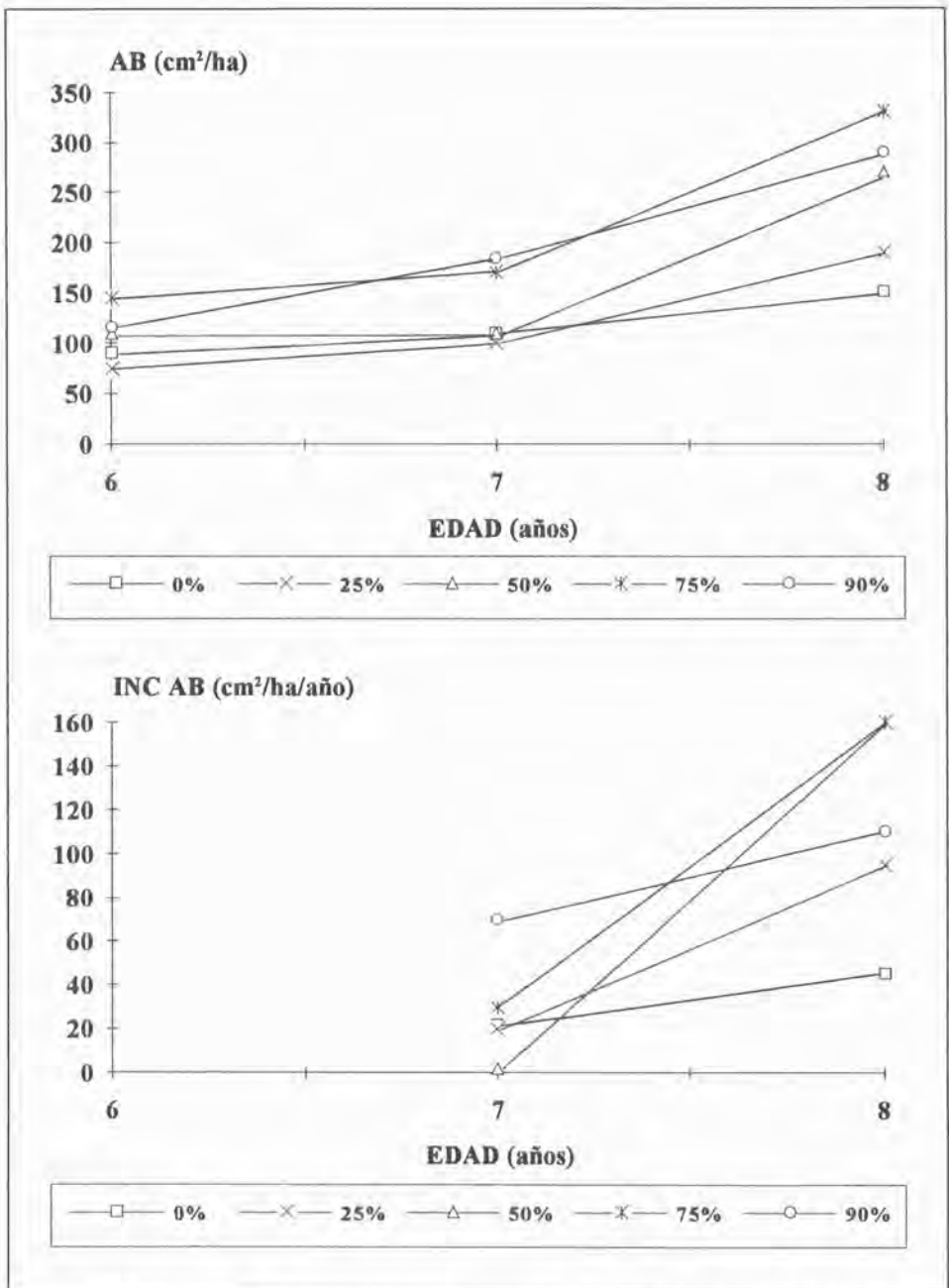


Figura N° 5. Crecimiento e incremento en área basal por hectárea en *Dendropanax arboreus*.

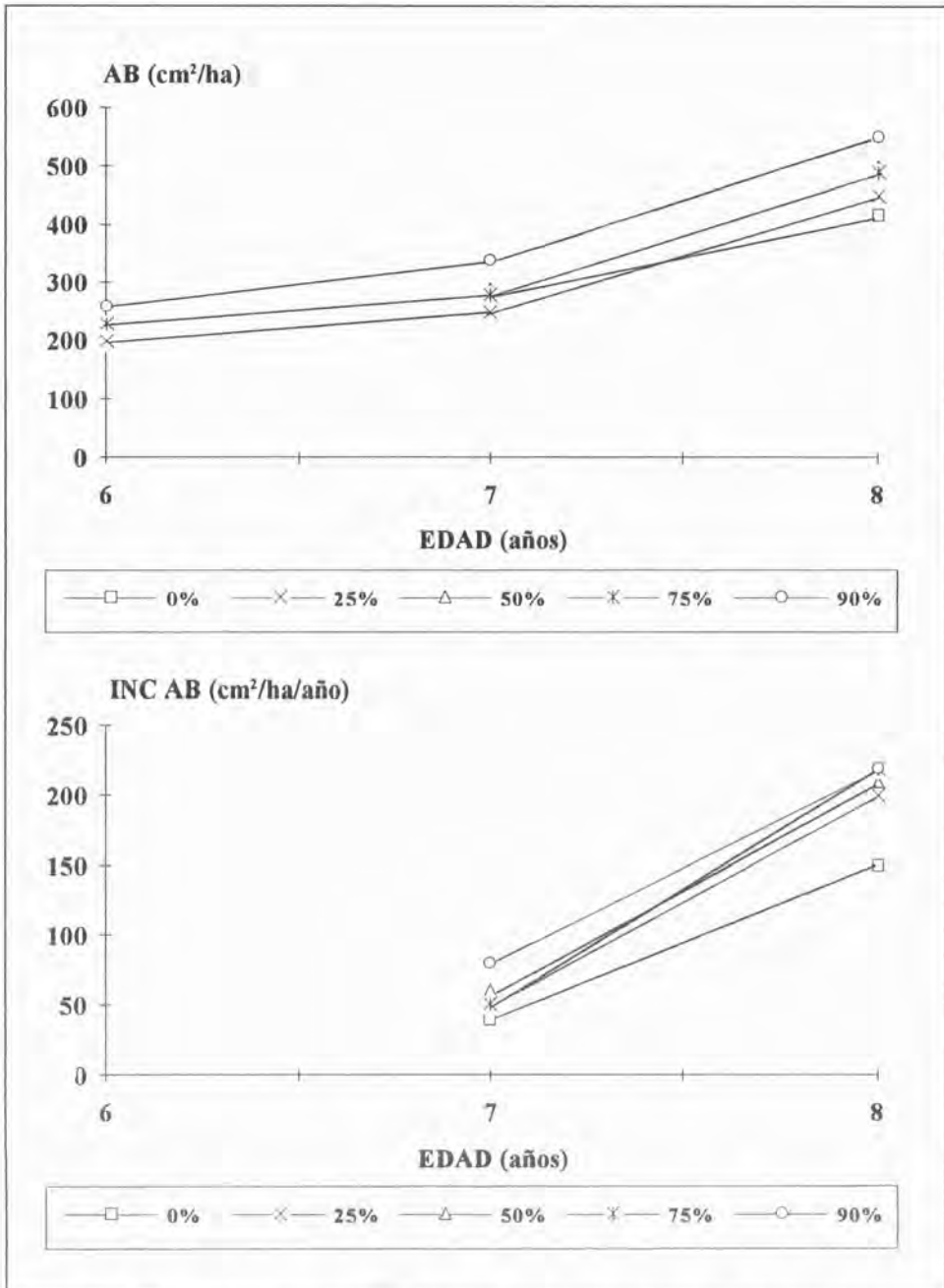


Figura N° 6. Crecimiento e incremento en área basal por hectárea en *Lysiloma bahamensis*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Ante la limitación de manejar los factores bióticos, abióticos y las características genéticas que influyen en el desarrollo de árboles y masas forestales naturales, es factible mejorar la cantidad de luz y el espacio de crecimiento para su buen desarrollo.

- Hasta el momento, las evidencias de la influencia de los tratamientos silvícolas para hacer estadísticamente significativo el incremento de la productividad de los bosques secundarios o de cualquier otro tipo de bosque, es todavía incierta.

- Lo que sí es una realidad, es que los incrementos representan un gran crecimiento en términos de porcentaje y la significancia está dada, en la calidad de la madera que se obtendrá en la corta final.

- A pesar del corto tiempo de evaluación, se observa que las especies estudiadas se adaptan a cambios microambientales; evitan el "stress", la tensión interna y, las cortas ejercen un efecto positivo en los incrementos, lo cual indica que dentro de ciertos límites, el crecimiento es mayor a medida que hay más luz y espacio.

- Para la evaluación del efecto de las cortas, el área basal es la variable más consistente y que refleja mejor el crecimiento de los árboles.

- Es recomendable planear experimentos para determinar el número residual de individuos de especies deseables por unidad de superficie; simplificación de la composición arbórea; edad y tamaños que mejor presentan a los tratamientos silvícolas, para así determinar niveles óptimos del grado de intervención, para especies o grupos de especies, sin causar inestabilidad ecológica del sitio.

- Es necesario determinar mediante curvas de crecimiento, los períodos óptimos para la aplicación de nuevas intervenciones silvícolas, así como cuáles y en qué grado son recomendables económicamente hablando, para aumentar y hacer más atractiva la productividad de los bosques secundarios, al mejorar la calidad de las cosechas futuras.

BIBLIOGRAFÍA.

- Cano, C. J. 1977. "Uso de áreas basimétricas en la aplicación de aclareos en Atenquique".
En: La investigación forestal en las unidades forestales y organismos descentralizados, su coordinación e integración. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación especial. México. pp. 37-38.

- Castro, M, Y. Y. y Mora, P, E. R. 1990. Efecto de aclareo de masas forestales en diversas etapas de desarrollo. En: Tercera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Michoacán. Morelia, Michoacán. México. 152 p.
- Chavelas, P, J. 1981. "Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar, Quintana Roo". En: Los Campos Experimentales Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S F F. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal Vol 1, N° 3, pp 65-82.
- Clausen, J. 1990. "Respuestas fisiológicas al stress de los árboles". En: Mejoramiento genético y plantaciones forestales. Centro de Genética Forestal, A C. Chapingo, México. pp. 172-187.
- Ferguson, E. D. and Adams, L. D. 1980. "Response of advanced grand fir regeneration to overstory removal in northern Idaho". Forest Sci. 26. (4). pp. 537-545.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 252 p.
- I N E G I. 1986. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo. Gobierno del estado de Quintana Roo. México. 728 p.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 365 p.
- Laacke, J, R. and Fiddler, O, G. 1986. Overstory removal: stand factor related to success and failure. U S D A-F S. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
- Mas, P, J. 1983. El sitio experimental "La Nieve" catorce años después de su tratamiento silvícola. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Boletín Técnico. N° 95.
- Mas, P, J. 1985. El manejo de los bosques de pino y encino mediante el sistema silvícola de cortas sucesivas de protección (SICOSUP). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. Uruapan, Michoacán. México. Publicación Especial N° 1. 168 p.
- Miranda, F. y Hernández, X, E. 1963. "Los tipos de vegetación de México y su clasificación". Boletín Sociedad Botánica Mexicana. México. N° 28. pp. 29-179.

- Negreros, C, P. and Mize, C. 1991. Growth of tropical trees after a partial overstory removal. Quintana Roo, México. To be published in Forest Ecology and Management.
- Oliver, W, W. 1986. Growth of california red fir advanced regeneration after overstory removal and thining. U S D A-F S. Pacific southwest Forest and Range Experiment Station.
- Rodríguez, F, C. 1987. La Silvicultura y el manejo de los recursos naturales maderables en México. Documento Interno. Red de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H. México.
- Rodríguez, S, B. y García, C, X. 1989. Evaluación de la estructura y desarrollo de la regeneración natural de *Pinus douglasiana* Mtz., en Concepción de Buenos Aires, Jalisco. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 72 p.
- Vuokila, Y. 1962. El efecto de los aclareos en el incremento de los rodales de pino y abedul. Trad Francisco Becerra Luna. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 24 p.
- Wadsworth, F, H. 1992. "Salvando los bosques". *En: I S I F Noticias.* Sociedad Internacional de Forestales Tropicales. Bethesda, Maryland. U S A. Nº 13, pp. 2-12.

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE DAÑOS POR *Megastigmus albifrons* EN LA SIERRA PURÉPECHA, MICHOACÁN.

Del Río Mora Adolfo *
Mayo Jiménez Pablo **

RESUMEN.

El estudio se efectuó sobre el ciclo biológico general de *Megastigmus albifrons* Walker. (Hymenoptera: Torymidae).

Se realizó una evaluación de daños en la semilla, durante un período de dos años de producción de conos, en sus tres hospederos de la sierra Purépecha en el estado de Michoacán, *Pinus michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*.

El cálculo de los porcentajes de infestación se realizó con base en la semilla llena extraída de los conos próximos a su maduración; los promedios de semilla llena por cono se utilizaron para calcular los daños de la cosecha del año anterior, ya que durante ese año se emplearon conos secos colectados en el suelo, debido a que la producción de conos verdes fue muy escasa.

En el estudio del ciclo biológico de la avispa se pudo verificar que presenta una generación anual, observándose las emergencias desde el mes de enero hasta abril de cada año, manteniéndose una mínima parte de la población en estado de diapausa por 2 años.

Durante la investigación se obtuvo un promedio del 27.4% de la semilla llena, destruida por *Megastigmus albifrons* (W.), en sus hospederos.

Palabras clave: Entomología Forestal, plagas forestales, *Megastigmus albifrons*, Michoacán.

* Biólogo. Doctor. Investigador Titular del Campo Experimental Uruapan. CIR-Pacífico Centro. INIFAP-SARH

** Perito Agrícola. Auxiliar del Campo Experimental Uruapan. CIR-Pacífico Centro. INIFAP-SARH.

ABSTRACT.

The study was made on the general biological cycle of *Megastigmus albifrons* Walker. (Hymenoptera: Torymidae).

As well as an evaluation of damages in the seed during a two-year period of cone production, in the three hosts thereof of the Purepecha sierra, situated in Michoacan state, *Pinus michoacana*, *P. montezumae* and *P. pseudostrobus*.

The estimate of infestation percentages was made based on the full seed extracted from cones close their ripening crop and full seed averages per cone were used to estimate damages on the previous year crop, as during this year dry cones collected from the ground were used, because the production of green cones was very scarce.

It was possible to verify, in the study of the biological cycle of wasps, that it shows an annual generation, with emergences from january through april each year, keeping a minimum part of the population in a diapause state for 2 years.

During the research an average of 27.4% of full seed destructed by *Megastigmus albifrons* (W.), in its hosts was obtained.

Key words: Forest Entomology, forest pests, *Megastigmus albifrons*, Michoacan.

INTRODUCCIÓN.

Los programas de recolección de semilla de pino, así como de otras especies de interés forestal, representan una actividad de vital importancia y constituyen una necesidad imperiosa.

Dicha actividad tiene la finalidad primordial de utilizar la semilla para emprender campañas de reforestación a gran escala, que nos permitan restablecer al menos parcialmente, la gran cantidad de superficie forestal que se pierde anualmente por diversos factores adversos a la protección del bosque, como son: incendios, explotación irracional con diversos fines y plagas.

Actualmente las colectas de semilla se efectúan en los bosques naturales, ya que las áreas semilleras, sitios ideales para coleccionar germoplasma, no son abundantes en la región, razón por la cual, la demanda de semilla se seguirá abasteciendo de la forma tradicional por tiempo indefinido.

Entre las causas importantes que impiden que los programas de colecta de semilla sean eficaces y económicos, están los insectos destructores de conos y semillas y la falta de información sobre el potencial de semilla en las diferentes especies forestales¹.

El presente trabajo aporta algunas observaciones sobre un importante insecto destructor de semillas, la avispa de la semilla (*Megastigmus albifrons* Walker.), su biología y evaluación de daños en la sierra Purépecha, en el estado de Michoacán.

OBJETIVO.

- Estudiar el ciclo biológico general de la avispa de la semilla (*Megastigmus albifrons* W.), en la sierra Purépecha.

- Evaluar sus daños con base en la capacidad de producción de semilla llena en sus tres hospederos.

ANTECEDENTES.

El género *Megastigmus* (Hymenoptera: Torymidae), está representado en norteamérica por 23 especies², de las cuales Hedlin³ y coautores citan y describen 11 especies que se alimentan de semillas de coníferas.

Las semillas afectadas por *Megastigmus* no presentan evidencia externa del daño hasta que el adulto emerge y deja en la testa un pequeño orificio; el estado de larva se detecta por medio de radiografías, según lo reportan Hedlin y colaboradores, *op. cit.*, siendo éste un método de evaluación de daños para esta plaga.

En cuanto a la determinación de la especie de *Megastigmus* presente en la región de estudio, si se revisa la literatura correspondiente, se aprecia cierta confusión en cuanto a la distribución de especies de *Megastigmus*, estrechamente relacionadas taxonómicamente.

¹ Bramlett, D. L. 1974. "Seed potential and seed efficiency". pp. 1-7.

² Milliron, H. E. 1949. "Taxonomic and biological investigations in the genus *Megastigmus*, with particular reference to the taxonomy of the nearctic species (Hymenoptera: Chalcidoidea: Callimionidae)". pp. 257-420.

³ Hedlin, A. F. *et al.* 1980. Cone and seed insects of north american conifers.

Hedlin y coautores (*op. cit.*), reportan que *Megastigmus grandiosus* (Yoshimoto) es la especie dominante en la región central de México, mientras que *Megastigmus albifrons* (Walker) lo es para el norte del país, donde destruye la semilla de *Pinus ponderosa*.

De ejemplares colectados en sus tres hospederos en la sierra Purépecha, como son los conos de *Pinus montezumae*, *P. michoacana* y *P. pseudostrobus*⁴, el doctor Carl M Yoshimoto, especialista en el género del Instituto de Investigaciones Biosistémicas de Ottawa, Canadá, corroboró para la región a *Megastigmus albifrons* (Walker).

En base a lo anterior, se considera que pueden existir poblaciones de la especie citada y de *Megastigmus grandiosus* (Y.) en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico.

En relación al ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* (W.), Del Río, *op. cit.*, menciona que la máxima emergencia de los adultos en la región forestal tarasca, ocurre durante los meses de marzo y abril de cada año.

Es posible apreciar el estado larval desde el mes de junio hasta finales del verano y en el otoño se pueden observar las pupas; pasando el invierno en el interior de las semillas afectadas en estado adulto

En forma general, el ciclo del insecto coincide en la región purépecha con el que presenta en otras regiones como la de Nuevo México⁵.

Las especies de *Megastigmus* insertan su largo ovipositor en los conos verdes de segundo año de desarrollo, a partir de lo cual pueden ovipositar hasta 6 huevecillos en el interior de la semilla en formación, de los cuales sólo uno prospera de acuerdo con lo reportado por Kinzer y coautores, *op. cit.*, así como por Hedlin y colaboradores, *op. cit.*

Diversos autores como Hussey⁶; Kristek⁷; Annila⁸; Kinzer y colaboradores, *op. cit.* y Hedlin y coautores, *op. cit.*, opinan que una pequeña parte de la población de varias especies de *Megastigmus* permanece en diapausa, hasta por varios años después de la maduración de los conos, asegurando con ésto la sobrevivencia del insecto, aún en los años en que la producción de conos resulta escasa

⁴ Río, M. A. del. 1983. Insectos que afectan la producción de semilla en las especies de pino de la meseta tarasca, Michoacán.

⁵ Kinzer, H. G. et al. 1972. Seed and cone insects of Ponderosa pine.

⁶ Hussey, N. W. 1955. "The life histories of *Megastigmus spermotrophus* Wachtl. (Hym: Chalcidoidea) and its principal parasite, with descriptions of the developmental stages". pp 133-151.

⁷ Kristek, J. 1967. "The occurrence of *Megastigmus spermotrophus* Wachtl. (Hym: Torymidae)". pp. 275-286.

⁸ Annila, E. 1982. "Diapausa and population fluctuations in *Megastigmus specularis* (Walley) and *M. spermotrophus* (Wachtl.) (Hym: Torymidae)". pp. 33-36.

En lo que respecta a evaluación de daños por diversas especies de *Megastigmus*; Kinzer y colaboradores (*op. cit.*), durante los años 1965 a 1967, al hacer una evaluación de daños por *Megastigmus albifrons* (W.) sobre conos de *Pinus ponderosa* en la región de Nuevo México, obtuvieron un promedio de 42.6% de semilla viable, dañada por este insecto.

En estudios sobre evaluación de daños de *Megastigmus* en otras especies; Kristek (*op. cit.*) señala que el 49.32% de la semilla viable de *Pseudotsuga menziesii* es destruida por *Megastigmus spermotrophus* (W.), en las regiones de Bohemia y Moravia, en Checoslovaquia.

En dicho estudio no se encontró una relación entre el nivel de producción de conos con las infestaciones del insecto, ni una correlación entre los grados de infestación y la cantidad de semilla viable.

Arceo⁹ en una evaluación de los factores de mortalidad en la producción del área semillera de San Juan Tetla, Puebla, por medio de tablas de vida, reportó que *Megastigmus grandiosus* (Y.) destruyó el 0.58% de 1 000 conos de *Pinus montezumae*, equivalente a la destrucción de toda la semilla formada en 5,8 conos.

El control de daños hechos por las especies de *Megastigmus* es difícil, ya que no se obtienen resultados con la aplicación de insecticidas sistémicos como el carbofuran, de uso eficaz para la protección de conos contra el ataque de otros importantes insectos carpófagos como *Conophthorus* spp. (Coleopt: Scolytidae) y *Leptoglossus* spp. (Hemiptera: Coreidae).

En los Estados Unidos, ha resultado ineficaz para las avispas de la semilla, debido tal vez, a que la cantidad de insecticida que penetra a la semilla del cono es casi nula¹⁰.

Otro tratamiento a la semilla infestada que se recomienda, es mantener la muestra a una temperatura de 45 °C por 40 horas, cuando el contenido de humedad de la semilla no excede al 10%, tal y como lo señaló Ruth en 1980.

Sin embargo, dicho procedimiento se considera poco práctico, debido al inconveniente de que al momento de llevarse a cabo, la mayor parte de los daños a la semilla están ya hechos.

Para el control de perjuicios por *Megastigmus albifrons* (W), el uso de insectos benéficos puede ser un mecanismo promisorio; por ejemplo, la cría de la avispa *Sintomosphyrum* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), ya que su potencial reproductivo puede ser alto, a tal nivel que se ha reportado, que de una semilla atacada han emergido hasta 29 avispas¹¹ (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 27).

⁹ Arceo, R. 1980. Evaluación de los factores de mortalidad en la producción en la producción del área semillera de San Juan Tetla, Puebla.

¹⁰ De Barr, G. L. *et al.* 1982. "Use of carbofuran for control of eastern white pine cone and seed insects"; pp. 1-18.

¹¹ Río, M, A. del. 1980. "Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, Uruapan, Michoacán"; pp. 17-42.

METODOLOGÍA.

Biología de campo.

Se iniciaron los registros del ciclo de *Megastigmus albifrons* (W.); desde el momento en que se detectó a las avispas hembras ovipositando sobre los conos verdes en el inicio de su segundo año de desarrollo, o en su defecto, en aquéllos que presentaban una resinación leve externa, localizada entre las brácteas de los conos, lo cual es indicativo de que en éstos se efectuaron oviposturas del insecto.

Posteriormente se realizaron disecciones mensuales a los conos atacados, con el objeto de observar la continuidad de los estados de desarrollo de la avispa hasta completar su ciclo, con la emergencia de los adultos.

Para las observaciones del ciclo biológico del torymido se aprovecharon también los conos empleados para efectuar las evaluaciones de sus daños.

Las mediciones del estado de huevecillo y larva se hicieron mediante un microscopio de disección dotado de micrómetro ocular.

Evaluación de daños.

Para la cuantificación de los daños ocasionados por la avispa, las colectas de conos se hicieron aleatoriamente, en rodales de sus especies hospederas (*Pinus montezumae*, *P. michoacana*, y *P. pseudostrobus*), situados en la región purépecha (*vid., infra*, figura 1), siguiendo el criterio de la abundancia o producción de conos en la selección de los árboles a muestrear.

Se utilizaron dos procedimientos:

El primero consistió en coleccionar conos verdes previos a su maduración, para posteriormente diseccionarlos en el laboratorio, con la finalidad de cuantificar el promedio de semilla llena, con o sin ataques por el insecto en sus hospederos, según la metodología empleada por Kinzer y coautores, *op. cit.*

La semilla diseccionada que se encontraba afectada resultó fácil de distinguir, ya sea por la presencia en su interior de la larva de la avispa, de color blanquizco en forma de "C", consumiendo parcial o totalmente el contenido de la semilla, o bien, por la prepupa o pupa del insecto.

En el caso de la semilla vacía, ésta se caracteriza por no tener un desarrollo normal de su

Con el cálculo del promedio de semilla llena o la destrucción de la semilla por la avispa, es posible evaluar mejor los daños que si se cuantificaran éstos por medio de los conos dañados, ya que se registran en base a la presencia de una sola semilla dañada que se encuentre en un cono.

El cálculo de los porcentajes de semilla infestada¹³, se obtiene con base en la cantidad de semilla llena, ya que el insecto no se desarrolla en semilla vacía, además es la semilla llena la que interesa, por tener mayor probabilidad de ser viable.

El segundo procedimiento consistió en coleccionar conos secos del suelo, para obtener en forma indirecta la semilla dañada por la avispa, ya que las emergencias del insecto quedan registradas con las perforaciones que se advierten en la cara externa de las brácteas en los conos.

Los promedios de producción de semilla obtenidos en las cuantificaciones hechas en los conos verdes, sirvieron para inferir los grados de infestación en los conos secos.

Esta metodología se llevó a cabo debido a que durante el año en que se hizo la evaluación, la producción de conos en esas especies fue escasa, por lo que se coleccionaron conos secos de la producción del año anterior.

Se recolectaron un total de 4 140 conos, correspondiendo a:

| | |
|---------------------------|-------|
| - <i>Pinus montezumae</i> | 2 680 |
| - <i>P. pseudostrobus</i> | 1 200 |
| - <i>P. michoacana</i> | 260 |

RESULTADOS.

Ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* Walker (Hymenoptera: Torymidae).

Adulto.

Los adultos aparecen al final del invierno y principios de la primavera, al término de la cual, las hembras han efectuado sus oviposuras en los conos verdes que entran en su segundo año de desarrollo.

¹³ Meso, S. W. 1978. Douglas-fir cone and seed insects.

Para realizar esta operación, las hembras usan el oviscapto introduciéndolo a través de las brácteas tiernas de los conos y ovipositando de uno a varios huevecillos en el interior de la semilla en formación, desarrollándose solamente una larva.

Ésto coincide con lo señalado en la literatura por Hedlin y colaboradores (*op. cit.*), quienes mencionan a *Megastigmus grandiosus* (Y.), como emergente en conos cerrados.

El adulto al momento de emerger tiene el hábito de romper la testa de la semilla, formando un pequeño orificio, situado en la parte apical de la semilla que la une al ala.

La emergencia de los adultos coincide con el período de maduración del cono, aunque existe la posibilidad de que suceda cuando el cono aún no abre, o durante el proceso de apertura del mismo.

La mayor parte de las emergencias suceden desde principios de diciembre hasta finales de febrero del siguiente año y un remanente de la población lo hace incluso en abril, observándose por lo general que los machos lo hacen primero que las hembras.

No se tiene conocimiento acerca de la longevidad de los adultos, así como del comportamiento durante la cópula.

Larva, prepupa y pupa.

La larva se alimenta del interior de la semilla tierna, desde principios de abril hasta finales de septiembre (*vid. infra*, figura 2), período durante el cual completa su desarrollo para iniciar un estado aparente de reposo llamado prepupa, el cual se caracteriza por una eliminación de excremento de su tracto digestivo, tras el cual el cuerpo se torna más curvo.

El estado de prepupa se prolonga hasta los primeros días de diciembre, para entonces, el insecto sufre otra metamorfosis en la que se observa un desarrollo gradual de los esbozos alares dentro del protórax; la cabeza del adulto se torna visible, ya que los ojos son rojizos cuando el insecto es adulto.

A este estado se le llama pupa y se observa principalmente durante los primeros días de diciembre, durando hasta fines del mes de febrero del siguiente año.

Un mínimo de la población se mantiene por un período prolongado en estado de pupa; a este fenómeno se le denomina diapausa, ésta asegura la sobrevivencia de la avispa en los años en los cuales la producción de conos en los hospederos es baja.

De acuerdo a las observaciones de conos, el período de diapausa en *Megastigmus albifrons* (W.), se puede prolongar incluso hasta por dos años.

Huevo.

El estado de huevecillo tiene una duración muy corta, ya que a la semana de las posturas se pueden observar las eclosiones.

En la figura 2, se puede apreciar el ciclo biológico general del insecto. En la figura 3 *vid. infra*, la forma de sus estados de desarrollo.

Se debe llevar cuidado de no confundirse con las semillas que presentan dos pequeños orificios opuestos, ya que éste es indicativo del ataque al interior de la semilla por la larva de *Cydia* sp. (Lepidoptera: Olethreutidae).

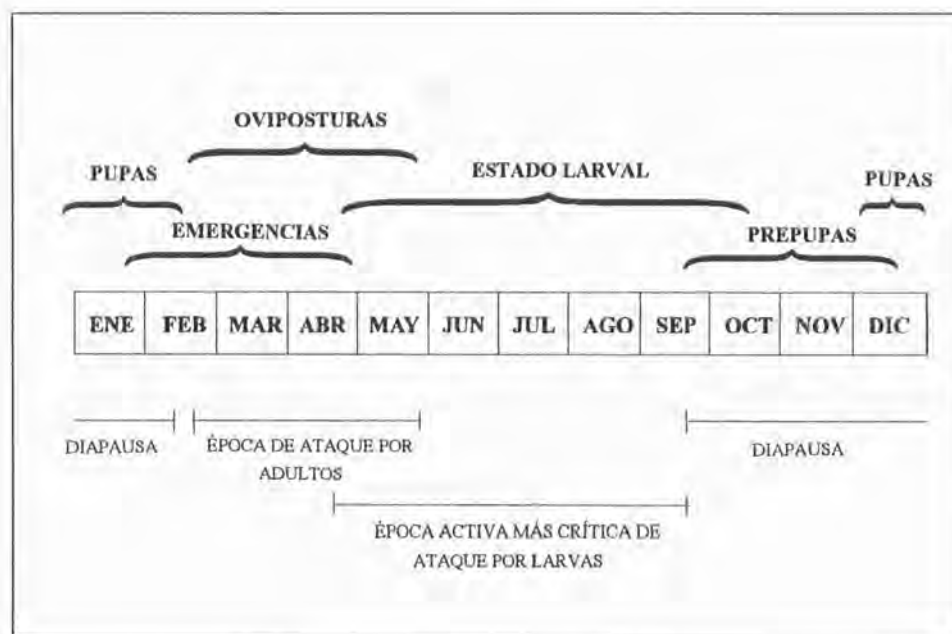


Figura N° 2. Fases biológicas de *Megastigmus albifrons* W. que se presentan anualmente en la sierra purépecha del estado de Michoacán.

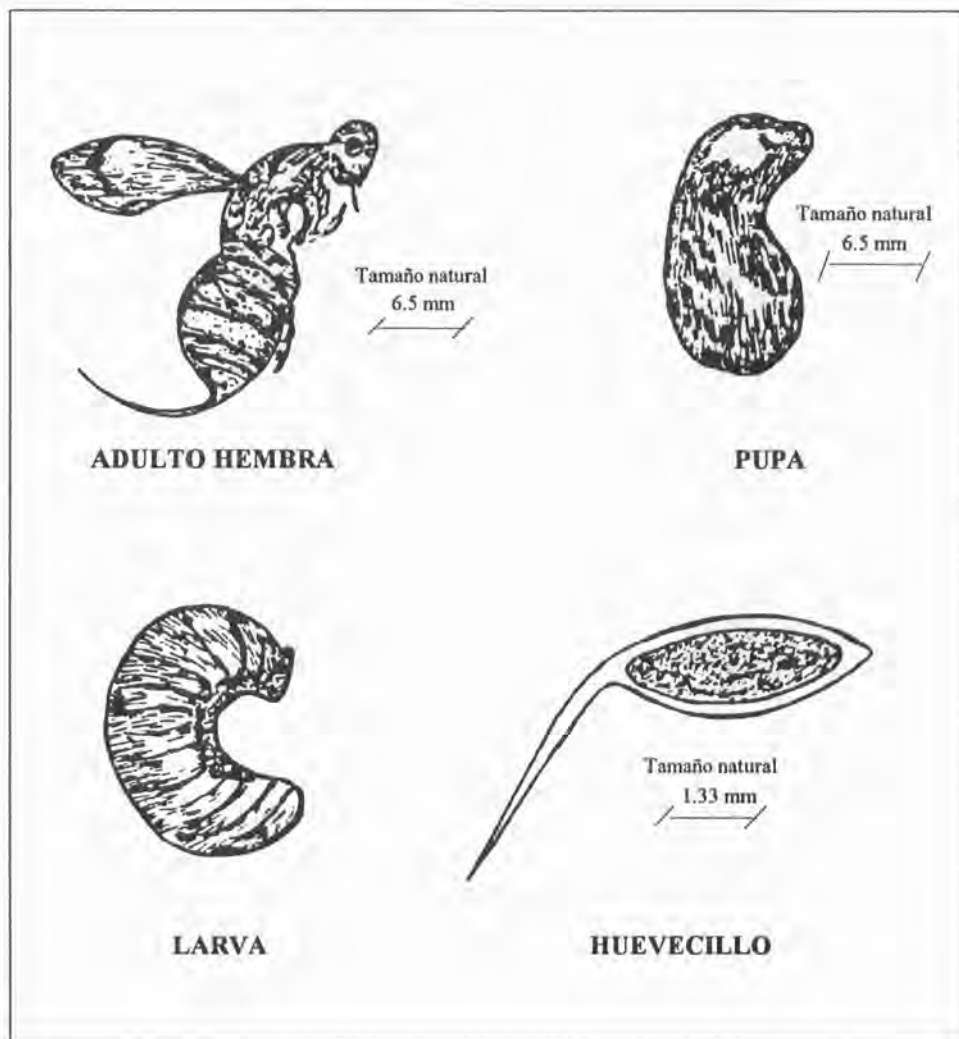


Figura N° 3. Estados de desarrollo de *Megastigmus albifrons* (W.).

Cuando ocurren fallas en la polinización, el endospermo de la semilla no se desarrolla; en estos casos, la larva al eclosionar no puede sobrevivir debido a que carece de alimento.

Evaluación de daños por *Megastigmus albifrons* (W.).

Los muestreos efectuados, tanto de disecciones en conos verdes previos a su maduración, como de conos secos colectados del suelo en las diferentes localidades donde se encuentran las tres especies hospederas del insecto, permitieron obtener los grados promedio de infestación por la avispa de la semilla de los pinos.

Con el primer tipo de muestreo, de un total de 459 conos de las tres especies hospederas de la avispa, se extrajeron 30 979 semillas llenas, de las cuales 31.5% se encontraba destruida por el insecto (*vid., infra*, cuadro I).

Al tomar en cuenta los promedios así obtenidos de semillas llena por cono para los tres hospederos, se calcularon los porcentajes de semilla destruida para 73% de los conos secos atacados que se colectaron del suelo (3 020 infestados de un total de 4 140 muestreados).

Para ello se consideró el promedio de emergencias por cono, habiéndose registrado los siguientes datos:

Para los conos de *Pinus montezumae* se tomó como mínima 2 y como máxima 91, con una media de 18.2 emergencias por cono.

En *Pinus pseudostrobus* se reportaron de 1 hasta 48 emergencias, con una media igual a 9.9.

En *Pinus michoacana* se registraron de 1 hasta 62 emergencias por cono, con una media de 12.4.

Así se infirió el porcentaje respectivo de semillas llenas afectadas, con los siguientes resultados:

| | |
|---------------------------|-------|
| - <i>Pinus montezumae</i> | 28.0% |
| - <i>P. pseudostrobus</i> | 14.0% |
| - <i>P. michoacana</i> | 16.2% |

El porcentaje promedio de semilla llena infestada por *Megastigmus albifrons* (W.), como resultado de los datos obtenidos mediante los dos métodos de colecta, fue de 27.4%.

| HOSPEDERO | CONOS EXAMINADOS | PROMEDIO DE SEMILLAS LLENAS POR CONO | SEMILLAS LLENAS ATACADAS | SEMILLAS LLENAS NO ATACADAS | TOTAL DE SEMILLAS LLENAS | % SEMILLAS LLENAS ATACADAS |
|-------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <i>Pinus montezumae</i> | 287 | 65.0 | 5521 | 13114 | 18635 | 29.6 |
| <i>P. pseudostrabus</i> | 133 | 70.4 | 3595 | 5769 | 4364 | 38.3 |
| <i>P. michoacana</i> | 39 | 76.4 | 667 | 2313 | 2980 | 22.3 |
| Totales | 459 | 67.0 | 9783 | 21196 | 25979 | 31.5% |

Cuadro N° 1. Porcentaje de infestación de *Megastigmus albifrons* (W.) en la producción de semillas de conos verdes diseccionados.

| HOSPEDERO | CONOS COLECTADOS | CONOS INFESTADOS | PORCENTAJE DE INFESTACIÓN |
|-------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| <i>Pinus montezumae</i> | 2680 | 1930 | 72.0 |
| <i>P. pseudostrabus</i> | 1200 | 880 | 73.3 |
| <i>P. michoacana</i> | 260 | 210 | 80.7 |

Cuadro N° 2. Porcentaje de infestación de *Megastigmus albifrons* (W.) en conos examinados de la colecta del suelo.

| HOSPEDERO | PROMEDIO DE SEMILLA LLENA POR CONOS* | EMERGENCIAS POR CONO (de 3 020 conos infestados) | | | PORCENTAJE DE SEMILLAS LLENAS INFESTADAS |
|-------------------------|--------------------------------------|--|--------|----------|--|
| | | MÍNIMA | MÁXIMA | PROMEDIO | |
| <i>Pinus montezumae</i> | 65.0 | 1 | 91 | 18.2 | 28.0 |
| <i>P. pseudostrabus</i> | 70.4 | 1 | 48 | 9.9 | 14.0 |
| <i>P. michoacana</i> | 76.4 | 1 | 62 | 12.4 | 16.2 |

* *vid.* cuadro 2

Cuadro N° 3. Porcentaje de infestación inferido en la producción de semillas llenas, en los conos colectados del suelo.

| HOSPEDERO | CONOS ATACADOS | SEMILLAS* (total) | SEMILLAS ATACADAS | PORCENTAJE DE SEMILLAS ATACADAS |
|-------------------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| <i>Pinus montezumae</i> | 1930 | 125830 | 35126 | 28.0 |
| <i>P. pseudostrabus</i> | 880 | 61952 | 8712 | 14.0 |
| <i>P. michoacana</i> | 210 | 16044 | 2604 | 16.2 |
| Total | 3020 | 203826 | 46442 | |

*Las cantidades de semilla llena para cada especie se obtuvieron en base a los promedios de semillas llenas por cono verde diseccionado (*vid.*, *supra* cuadro 1).

Cuadro N° 4. Inferencia de la infestación de *Megastigmus albifrons* (W.) en los 3 020 conos atacados, según muestreo en suelo.

| HOSPEDERO | CONOS | SEMILLA LLENA | SEMILLA LLENA ATACADA | PORCENTAJE DE SEMILLA ATACADA |
|-------------------------|-------|---------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>Pinus montezumae</i> | 2967 | 193448 | 55483 | 28.6 |
| <i>P. pseudostrobus</i> | 1333 | 93843 | 25327 | 26.9 |
| <i>P. michoacana</i> | 299 | 22843 | 4395 | 19.2 |
| Total | 4599 | 310134 | 85205 | 27.4 |

Cuadro N° 5. Efecto de *Megastigmus albifrons* (W.) en la producción total de semillas, en los dos tipos de muestreo.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En el estudio del ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* (Walker), no se determinó el número de estadios larvales, ya que fue imposible observar el momento exacto cuando la larva cambia de uno a otro.

Tampoco fue posible diferenciar en el microscopio las exuvias, debido a que se confunden con el excremento o con el contenido del endospermo de la semilla; aunque existen antecedentes al respecto con Hussey *op. cit.*, quien observó cinco estadios de *Megastigmus spermatrophus* (Wachtl), que es posiblemente la cantidad a presentarse también en la primera especie citada.

Con respecto al periodo de emergencia de los adultos, Hedlin *op. cit.*, menciona que, *Megastigmus grandiosus* (Y.) emerge cuando el cono de sus hospederos se mantiene aún cerrado.

La misma condición se presenta ocasionalmente en *Megastigmus albifrons*, cuya avispa aparte de perforar la testa de la semilla, tiene que hacerlo también en las brácteas del cono, las cuales le impiden el libre paso hacia el exterior.

Es importante resaltar que el daño ocasionado por *Megastigmus albifrons*, en lo referente a la pérdida de semilla buena producida en nuestros bosques naturales, en las tres especies hospederas se agudiza, ya que en muchas ocasiones, en los conos que tienen evidencia externa de semilla destruída por esta avispa, se presentan ataques por otro insecto carpófago de suma importancia en la región, el *Conophthorus conicolens* (Wood) (Coleopt: Scolytidae), originando que la cantidad de semilla llena destruída, pueda ser superior al promedio de 27.4%, obtenido en este trabajo.

A pesar de que los estudios de Kristek *op. cit.*, y Annila¹⁴ (*op. cit.*) sobre fluctuaciones en las poblaciones de *Megastigmus spermotrophus* (W.) y *M. strobilobius*, no revelan una relación directa entre las poblaciones de estas especies con la producción de conos de los árboles hospederos.

En el caso de *Megastigmus albifrons* en la región de estudio se presume una situación similar, ya que después de dos años de aparente baja producción de conos en sus hospederos (cosechas 82/83 y 83/84), los porcentajes de infestación se mantuvieron muy similares al 27.4% obtenido.

Posterior a este estudio, se observó desde fines de 1985 hasta principios de 1986, una gran producción de conos de las tres especies hospederas; de un lote de 6 000 semillas de *Pinus montezumae*, 20% presentó emergencias por el insecto, lo anterior se asentó sin haber eliminado de dicho muestreo la semilla vana, que alcanza ocasionalmente porcentajes muy altos.

Bello¹⁵ estimó 33.1% de semilla vana en *Pinus michoacana*, var. *cornuta*; si se tomara en cuenta el porcentaje anterior para la muestra de 6 000 semillas, se tendría un porcentaje de daño hipotético de 29.8%, muy aproximado al obtenido en este trabajo.

Las medias de semilla llena por cono en las tres especies de pino fueron:

| | |
|---------------------------|------|
| - <i>Pinus montezumae</i> | 65.0 |
| - <i>P. pseudostrobus</i> | 70.4 |
| - <i>P. michoacana</i> | 76.4 |

Consideradas válidas únicamente en los sitios de colecta (*vid. supra*, figura 1), por lo que la cantidad total de conos verdes muestreados (459), se considera representativa.

Bramlett y coautores (*op. cit.*) mencionan de 25 a 100 conos como suficientes por

¹⁴ Annila, E. 1984. "Population fluctuation of some cone and seed insects in Norway spruce" pp. 57-64.

¹⁵ Bello, M. A. 1983. Estudio fenológico de 5 especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Michoacán.

huerto semillero o rodal para obtener la eficiencia de semilla. De acuerdo a lo anterior, la estimación que se hizo de esas medias de semilla llena por hospedero, se considera válida para los otros 4 140 conos secos colectados del suelo.

Por lo que el 27.4% global de infestación es aceptado, cantidad de pérdida en la viabilidad que se puede presentar en los viveros donde se produce planta de las especies hospederas de *Megastigmus albifrons*, sobre todo cuando la siembra se efectúa antes de que emerjan los adultos, ya que antes no hay evidencia externa del daño.

Este porcentaje de daño es conservador. Si consideramos éste en función de la semilla viable, seguramente los daños resultarán mayores.

Por lo tanto, se concluye que el insecto es importante como agente destructor de la semilla en sus tres hospederos, en la región purépecha.

Puesto que el promedio de semilla llena por cono en las tres especies hospederas de la avispa es 67, y considerando que el rango de emergencias observado en éstas (mínima 1, máxima 91), da como resultado un porcentaje general de ataque de 27.4% en semilla llena.

Se tiene que en aquellas áreas donde de 20 conos (tamaño de muestra válido para un árbol, según Kinser *op. cit.*) colectados del suelo, se aprecia un número mayor a 335 orificios de emergencias (25% del daño), se deben llevar a cabo medidas de control químico, para atenuar los daños y disminuir los efectos en la regeneración natural de dichos lugares, así como para hacer más efectivos los programas de recolección de semilla.

Los sitios donde se presentan altos índices de ataque del insecto (localidad Sebina *vid. supra*, figura 1, con un máximo de 91 emergencias en un cono), pudieran ser indicadores de rodales con buenos potenciales de semillación, si tomamos en cuenta que el promedio de semilla llena por cono en *Pinus montezumae* es de 65, y en las tres especies hospederas de 67.

CONCLUSIONES.

1. El ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* Walker (Hymenóptera: Torymidae) presenta una generación anual bien definida en la meseta tarasca, en el estado de Michoacán, observándose las emergencias durante los meses de enero y abril de cada año; el estado de huevecillo dura aproximadamente una semana y el estado larval se encuentra prácticamente en el interior de las semillas de sus hospederos desde principios

de abril hasta fines de septiembre. El estado de prepupa aparece y termina en diciembre, época cuando el estado de pupa es notorio.

2. De los resultados del estudio biológico del insecto se concluye que el período conocido como diapausa, se prolonga en esta especie hasta por dos años, sobre todo en los años donde se presenta baja producción de conos en sus hospederos.

3. Debido a que 27.4% de la semilla llena de las tres especies de pinos hospederos del insecto es destruída, los programas de recolección de semillas efectuados en áreas naturales con fines diversos, resultan ineficaces en aquéllos lugares donde se advierten los ataques de este insecto, por lo que se requiere la puesta en marcha de estudios que tengan como objetivo el establecimiento de huertos semilleros, donde además de obtener semilla de pino de mejor calidad, se puedan llevar a cabo con mayor facilidad programas de control de insectos carpófagos.

4. Se sugiere probar algunos métodos de control de daños para la avispa de la semilla, como pueden ser, por ejemplo, al tomar como base estudios de ciclo biológico, cría y liberación de la avispa *Syntomosphyrum* sp (Hymenoptera: Eulophidae), de la que se tienen algunos antecedentes sobre su actividad como agente de control natural de *Megastigmus albifrons* (W.).

BIBLIOGRAFÍA.

- Annala, E. 1981. "Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce". *Commun Inst For Fenn.* N° 101 pp. 1-32.
- Annala, E. 1982. "Diapausa and population fluctuations in *Megastigmus specularis* (Walley) and *M. spermatrophus* (Wacht) (Hym: Torymidae)". *Ann Ent Fenn.* pp. 33-36.
- Annala, E. 1984. "Population fluctuation of some cone and seed insects in Norway spruce". *In: Proceedings of the cone and seed insects. Working party conference.* S2.07-01. pp. 57-64.
- Arceo, R. 1980. Evaluación de los factores de mortalidad en la producción del área semillera de San Juan Tetla, Puebla. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México.

- Bello, M. A. 1983. Estudio fenológico de 5 especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Michoacán, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U N A M. 67 p.
- Bramlett, D. L. 1974. "Seed potential and seed efficiency". *In*: Proceedings of a colloquium seed yield from southern pine seed orchards. Held at Georgia Forestry Center. Macon, Georgia. U S A. pp. 1-7.
- Bramlett, D. L.; Belcher, E. W. Jr; Debarr, G. L; Hertel, G. D; Karrfalt, R. P; Lantz, C. W; Miller, T; Ware, K. D. and Yates, H. O. III. 1977. Cone analysis of southern pines. A guidebook. General Tech. Rep S E-13. U S D A. Forest Service. 28 p.
- Debarr, G. L; Barber, L. R. and Maxwell, A. B. 1982. "Use of carbofuran for control of eastern white pine cone and seed insect". *Forest Ecol Manage.* N° 4. pp. 1-18.
- Fogal, W. H. Bionomic sketches of insects and fungal pests of cones and seeds of forestry trees in Canada east of the Rockies. Inf Rep. P S-X-72 Petawawa For Exp St Can For Serv. Chalk River, Ontario. 17 p.
- Hedlin, A. F; Yates, H. O. III; Cibrian-Tovar, D; Ebel, B. H; Koerber, T. W. and Merkel, E. 1980. Cone and seed insects of north american conifers. Canadian Forestry Services. U S D A Forest Service. S A R H. México. 122 p.
- Hussey, N. W; B. Sc, F. R. E. S. 1955. "The life histories of *Megastigmus spermotrophus* Wachtl. (Hym: Chalcidoidea) and its principal parasite, with descriptions of the developmental stage". *Trans R. Ent Soc. London* Vol. 106. Part 2. pp. 133-151.
- Kinzer, H. G; Ridgill, B. J. and Watts, J. G. 1972. Seed and cone insects of *Ponderosa pine*. New Mexico State University. Bulletin N° 595. 36 p.
- Kristerk, J. 1967. "The occurrence of *Megastigmus spermotrophus* Wacht (Hym: Torymidae)". *Facultas Silviculturae. Checoslovaquia.* pp. 275-286.
- Meso, S. W. 1978. Douglas-Fir cone and seed insects. *In*: Tree seed training packet handbook N° 4. For Insect and Dis Manag. Portland, Oregon. U S A. 18 p.
- Milliron, H. E. 1949. "Taxonomic and biological investigations in the genus *Megastigmus*, with particular reference to the taxonomy of the nearctic species (Hymenoptera: Chalcidoidea: Callimoidae)". *Am Midl Nat.* 41(2) pp. 257-420.
- Niembro, E. A. 1986. Mecanismo de reproducción sexual en pinos Ed Limusa, México. 130 p.

Río, M, A. del. 1980. "Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp, del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio Uruapan, Michoacán". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal. Vol 5. N° 27. pp. 17-42.

Río, M, A. del. 1983. Insectos que afectan la producción de semilla en las especies de pinos de la meseta tarasca, Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. Boletín Técnico. N° 97. 37 p.

ESTIMACIÓN DE LA "CALIDAD DE SITIO" MEDIANTE "ÍNDICES DE SITIO" DE *Pinus michoacana cornuta* Martínez Y *Pinus oocarpa* Schiede, PARA EL A D F TAPALPA, ESTADO DE JALISCO.*

Benavides Solorio Juan de Dios **
Manzanilla Bolio Hugo ***

RESUMEN.

En el Área Demostrativa Forestal Tapalpa, del estado de Jalisco, se realizó la estimación de la "calidad de sitio" con base en "índices de sitio", de las especies *Pinus michoacana cornuta* Martínez y *Pinus oocarpa* Schiede, a través de análisis troncales de 25 árboles para la primera especie y de 6 para la segunda.

Se ajustaron las curvas de índice de sitio, desarrollando la metodología descrita por Bailey y Clutter.

Se empleó el modelo de Schumacher [$\ln H = a + b (1/E)^k$], con el cual se obtuvieron curvas polimórficas de edad base invariable. Se utilizó la edad a la altura de 1.30 m en lugar de la edad total; la edad base elegida fue de 45 años.

Para ubicar la calidad en un plano, se levantaron 202 sitios de muestreo temporales, distribuidos de manera sistemática y en cada uno de ellos se tomó la edad y altura de 3 o 4 árboles dominantes.

Fueron definidas tres calidades: excelente, buena y regular.

Palabras clave: Manejo forestal, calidad de sitio, índice de sitio, *Pinus michoacana*, *Pinus oocarpa*, Jalisco.

* Parte de la tesis del primer autor.

** Ingeniero Agrónomo Forestal. Investigador Titular del Campo Experimental Zapopan. CIR- Pacífico Centro. I N I F A P - S A R H.

*** Director de tesis. Doctor, Vocal de la División Forestal. I N I F A P - S A R H.

ABSTRACT.

At Area Demostrativa Forestal Tapalpa, in Jalisco state, with site index of *Pinus michoacana cornuta* Martinez and *Pinus oocarpa* Schiede, the site quality valuation was made, trough 25 stem analysis data for first species and 6 stem analysis data for second.

Fitted the site index curves, development the Bailey and Clutter methodology.

Was obtain base-age invariant polymorphic site curves using Schumacher model $[\ln H = a + b (1/E)^k]$. It was use the age at breast height instead the total age, and index age was 45 year.

To located the quality in a map, were using 202 temporary plots of a sistematic sample, in each one choosed 3 or 4 dominant trees, taking them the age and height.

Three qualities were defined: excellent, good an regular.

Key words: Forest management, site quality, site indek, *Pinus michoacana*, *Pinus oocarpa*, Jalisco.

INTRODUCCIÓN.

En el manejo forestal de un área, entran en juego muchas ramas del saber y numerosas técnicas que se derivan de éstas, que al interrelacionarse en un conjunto, permiten tomar decisiones válidas para aprovechar de la mejor manera las condiciones en el rodal.

Este aprovechamiento del recurso con base en el conocimiento, permite asegurar la permanencia del mismo y obtener beneficios lucrativos no sólo a corto, sino a largo plazo.

Lo anterior favorece a los dueños o poseedores, así como a la población que vive del recurso, directa o indirectamente.

Lamentablemente en algunas zonas boscosas, la aplicación de técnicas básicas para el manejo forestal se encuentra bastante reducida, ya sea por falta de recursos económicos o por desconocimiento de su aplicación.

La calidad de sitio es una herramienta básica que permite tomar en cuenta la capacidad productiva del bosque, debido a los siguientes factores:

- Determina el tipo y la magnitud de los problemas y oportunidades que se presentan al silvicultor.

- Representa una cuestión esencial en el manejo de rodales encaminados a la producción de combinaciones de productos forestales como, madera, agua, forraje y recreación.

Por lo tanto, no es posible tomar decisiones realmente eficaces de tipo silvícola si no se conoce la calidad¹.

Para el conocimiento de la calidad de sitio intervienen factores como suelo y vegetación, siendo la calidad el resultado de la interacción entre dichos factores².

Un método realmente práctico, que ha resultado ser de bastante aceptación para estimar la calidad, es el método del índice de sitio, que utiliza a la vegetación mediante la relación edad-altura del arbolado dominante. Se elige al arbolado dominante de rodales coetáneos, porque son afectados en forma mínima por las variaciones en densidad.

En este trabajo y con la finalidad de contribuir a superar el desconocimiento en la aplicación de técnicas para predecir la calidad de sitio, se hace uso del método del índice de sitio, para lo cual se desarrolla la metodología descrita por Bailey y Clutter³ para originar curvas polimórficas de edad base invariable.

ANTECEDENTES.

Para estimar la calidad de sitio hay métodos directos e indirectos; la elección para utilizar cualesquiera de ellos estará en función del bosque, los recursos y equipo disponible para proceso de datos, la precisión requerida, así como la facilidad con que pueda inferirse el método.

Una de las opciones descrita en cualquier texto, que aborda el tema de la calidad de sitio y que tiene un uso más generalizado, está representada por el índice de sitio (I S).

Es un método antiguo, que en la actualidad es bastante conocido para estimar la productividad, donde intervienen la edad y la altura dominante de un rodal⁴.

El índice de sitio se define como la altura que alcanzará un árbol bajo las condiciones

¹ Daniel, T. W. *et al.* 1982. Principios de Silvicultura.

² Spurr, R. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal.

³ Bailey, R. L. and Clutter, J. L. 1974. "Base-age invariant polymorphic site curves". pp. 155-159.

⁴ Hägglund, B. 1981. "Evaluation of forest site productivity". pp. 515-527.

del bosque en un determinado número de años, como lo señalan Spurr y Barnes *op. cit.*

Las curvas de I S describen el ritmo de crecimiento en altura de árboles hipotéticos, o de un I S específico.

Dentro de las ventajas que tiene el I S, diversos autores como Spurr y Barnes, *op. cit.*, Curtis⁵ y Hägglund, (*op. cit.*), mencionaron las siguientes:

- Es cuantificable porque se expresa mediante números
- Es fácilmente medible
- Está libre de la influencia de las densidades del rodal .

Frecuentemente, el I S también sirve como un criterio básico en el desarrollo y prueba de métodos alternativos para la calidad⁶.

De acuerdo con los datos edad-altura recabados, provenientes de análisis troncales o parcelas temporales y permanentes, pueden derivarse curvas anamórficas (proporcionales) o polimórficas (no proporcionales)⁷.

Para construir las curvas de crecimiento edad-altura, anamórficas y polimórficas, se emplean procedimientos gráficos o analíticos.

Los procedimientos gráficos representan la tendencia de una curva promedio y las que se derivan de ella, mediante el trazo manual⁸.

Aguirre⁹ menciona que los procedimientos analíticos se basan en ecuaciones, con la ventaja de que el ajuste se realiza por medio de métodos matemáticos.

Un modelo recomendado en la literatura para representar fielmente la tendencia de la relación edad-altura, es el desarrollado por Bailey y Clutter *op. cit.*, el cual para obtener un sistema de curvas polimórficas se presenta así:

⁵ Curtis, R. O. 1964. "A stem-analysis approach to site-index curves". pp. 241-256.

⁶ Jones, R. J. 1969. Review and comparison of site evaluation methods.

⁷ Clutter, J. L. *et al.* 1983. Timber management: a quantitative approach.

⁸ Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos.

⁹ Aguirre, C, O. A. 1984. Estimaciones de índice de sitio para *Pinus pseudostrobus* Lindl., en la región de Iturbide, Nuevo León.

$$\ln H = a + b \ln (1/A)^k$$

donde:

H = altura

A = edad (años)

a, b, k = parámetros a ser ajustados por regresión

El intercepto o término independiente es el mismo para todas las curvas, pero la pendiente (b) es la que difiere y este parámetro indica que la velocidad de crecimiento está en función de la edad y el sitio.

Cuando "k" es un valor conocido entonces "a" y "b" pueden ajustarse por regresión lineal; cuando dicho valor es desconocido, los parámetros se estiman por regresión no lineal.

Para la mayoría de las especies, el valor de "k" está entre 0.2 y 2.0 (Alder *op. cit.*), y se estima por aproximaciones.

Alder, *Ibidem*, utiliza y recomienda el método, mencionándolo como muy apropiado para construir curvas de I.S.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización y superficie.

El área bajo estudio se encuentra situada entre los paralelos 19° 56' y 19° 58' de latitud norte y los meridianos 103° 47' y 103° 51' de longitud oeste, correspondientes a la sierra de Tapalpa.

Cuenta con una superficie aproximada de 825 hectáreas (ha).

Según la clasificación de Köppen, modificada por García¹⁰ es un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano.

La temperatura media anual es de 16.8 °C, la del mes más cálido de 19.3 °C y del mes más frío de 13.3 °C, aunque se han alcanzado extremos máximos de 42.3 °C y mínimos de -5 °C.

¹⁰ García, E, 1981. Modificaciones al sistema climático de Köppen.

El régimen pluviométrico se presenta con una precipitación de 849 mm; el mes más húmedo (junio), con 169.7 mm y el mes más seco (febrero), con 6.5 mm.

Vegetación.

La vegetación del área de estudio está formada por bosques de pino, pino-encino y pino-hojosas. El 84.8% corresponde al bosque de pino y el resto a latifoliadas.

El género *Pinus* está representado en orden de importancia por las siguientes especies:

- *Pinus michoacana* var. *cornuta* Martínez con un 67%
- *Pinus oocarpa* Schiede, con un 13%
- *Pinus leiophylla* Schl. et Cham; *P. pseudostrobus* Lindl. y *P. douglasiana* Martínez con un 4.8%.

Las especies estudiadas fueron el *Pinus michoacana* var. *cornuta* Martínez y el *P. oocarpa* Schiede.

METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Con la finalidad de estimar la calidad de sitio para toda el área a través de índices de sitio, se construyeron curvas de I S, con datos generados por análisis troncales, mediante relaciones edad-altura de árboles dominantes, recabados en sitios de muestreo temporales.

Trabajo de campo.

En parcelas temporales, se tomaron los datos edad-altura de 3 o 4 árboles dominantes, mediante un muestreo sistemático, con una distancia entre sitios e hileras de 200 m, lo que proporciona una intensidad de muestreo del 2.5%.

Se eligió el muestreo sistemático por su facilidad de puesta en marcha y porque permite tener cuadrículada el área, tanto en el mapa como en el terreno.

Los árboles elegidos debieron tener buena conformación, fustes rectos, sin problemas de plagas y sin huellas de supresión. Los datos recabados fueron:

- Especie
- Altura total
- Edad a 1.30 m
- Clasificación de los árboles por su vigor:
 - Exuberante (1)
 - Normal (2).

Como información general del sitio se registraron:

- Altitud
- Exposición
- Pendiente
- Posición en la pendiente
- Erosión
- Espesor de la materia orgánica.

La realización del muestreo sistemático durante el cual se recabó la información de las parcelas temporales, tuvo la ventaja adicional de que, al recorrer el bosque en su totalidad, permitió diferenciar en forma preliminar las calidades de sitio entre mejor, pobre e intermedia.

Se identificaron cinco calidades preliminares y se dirigió la selección de árboles para análisis troncales, lo cual permitió a su vez, tener en las curvas los crecimientos por especie, máximo, intermedio y mínimo.

Sobre todo, resultó muy importante el poder identificar los puntos máximos y mínimos de las curvas de crecimiento en altura, que indican los valores extremos del potencial del área.

Por cada calidad de sitio definida *a priori*, se empleó una muestra mínima de cinco árboles, debido a condicionantes económicas y de tiempo.

Lo anterior permitió que en un tiempo relativamente corto se obtuvieran los análisis troncales. La especie trabajada fue *Pinus michoacana cornuta* Martínez y donde no fue posible localizar éste, se usó *Pinus oocarpa* Schiede.

Se tomaron 27 árboles de la primera especie y 6 para la segunda, por ser más restringida su ubicación en las áreas de baja calidad.

Trabajo de gabinete.

Para el ajuste de curvas, se tomó un modelo matemático de regresión lineal simple, como la ecuación de Schumacher, con la metodología descrita por Bailey y Clutter *op. cit.*; que, por su confiabilidad y sencillez puede trabajarse con una calculadora de bolsillo.

La ecuación es la siguiente:

$$\ln H = a + b (1/E^k)$$

donde:

$\ln H$ = logaritmo natural de la altura

E = edad del sitio

a, b, k = parámetros del modelo para ser ajustados por regresión.

Para su empleo como modelo lineal, el valor de "k" se incluyó como constante, determinándose por aproximaciones. La construcción del sistema de curvas fue del tipo polimórfico con uso del método de la edad invariable con datos de análisis troncales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Curvas de índice de sitio.

Para el *Pinus michoacana cornuta* Martínez se definieron cinco calidades *a priori*, de las cuales se eligieron 27 árboles para análisis troncales; en gabinete se procedió a seleccionar los que presentaron un desarrollo regular y uniforme, quedando eliminados dos árboles.

Con los 25 árboles seleccionados se construyó la familia de curvas, sin utilizar la edad total, porque se estimó conveniente el uso de la edad a 1.30 m, ya que presenta la ventaja de utilizar directamente las edades tomadas con el taladro de Pressler.

El mejor valor de "k" obtenido por aproximaciones, fue seleccionado cuando se obtuvo la suma de cuadrado medio del error, más pequeña y ese valor fue de 0.33.

| VALORES DE K | CUADRADO MEDIO DEL ERROR (cme) | ÍNDICE DE FURNIVAL | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r) | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (r ²) | F CALCULADA |
|--------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|--|-------------|
| 1 | 0.052666 | 3.6652 | 0.912398 | 0.832417 | 1212.46 |
| 2 | 0.092380 | 4.8543 | 0.840323 | 0.706142 | 586.33 |
| 3 | 0.120523 | 5.5446 | 0.785253 | 0.616623 | 392.44 |
| 0.6 | 0.041442 | 3.2513 | 0.931759 | 0.868175 | 1605.95 |
| 0.5 | 0.039926 | 3.1913 | 0.934342 | 0.872995 | 1677.19 |
| 0.4 | 0.039062 | 3.1648 | 0.935812 | 0.875745 | 1719.07 |
| 0.3 | 0.038896 | 3.1498 | 0.936094 | 0.876272 | 1728.07 |
| 0.33* | 0.038870 | 3.14882 | 0.936138 | 0.876355 | 1729.38 |

* Valor de K que proporcionó los mejores ajustes para la tendencia de la curva promedio.

Cuadro N° 1. Resultados de la regresión para obtener la curva promedio con distintos valores de k, del *Pinus michoacana cornuta* Martínez.

La ecuación generada presenta un r² de 0.876, el cual es tomado como un buen nivel de aceptación.

La ecuación de mejor ajuste y el análisis de varianza se presentan en el siguiente cuadro; con el análisis de residuales se comprobó el buen ajuste del modelo a los datos.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F CALCULADA |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|
| Regresión | 1 | 67.2225 | 67.2225 | 1729.38** |
| Error | 252 | 9.4844 | 0.038870 | |
| Total | 253 | 76.7069 | | |

* Altamente significativa

$a = 4.83894$

$b = 5.56584$

F de Fisher con $\alpha = 0.01$

$n = 1$

$m = 252$

$F_{tab} = 6.76$

Cuadro N° 2. Análisis de varianza de la ecuación $\ln H = 4.83894 - 5.56584 (1/E^{0.33})$ para el *Pinus michoacana cornuta* Martínez.

Para definir la familia de curvas, o sea crear curvas hacia arriba y hacia abajo de la promedio; se determinó antes la edad base elegida cerca del turno técnico, que resultó de 45 años y la edad a la altura de 1.30 m.

Los intervalos entre curvas fueron de 6 m, para definir tres índices de sitio de 31.89 m, 25.89 m y 19.89 m, como se muestra en la figura 1.

Del *Pinus oocarpa* Schiede, se tomaron 6 árboles para análisis troncales encontrados en una sola calidad preliminar.

El mejor valor de "k" fue de 0.19; la suma del cuadrado medio del error tuvo un resultado de 0.025106 (vid., *infra*, cuadro 3).

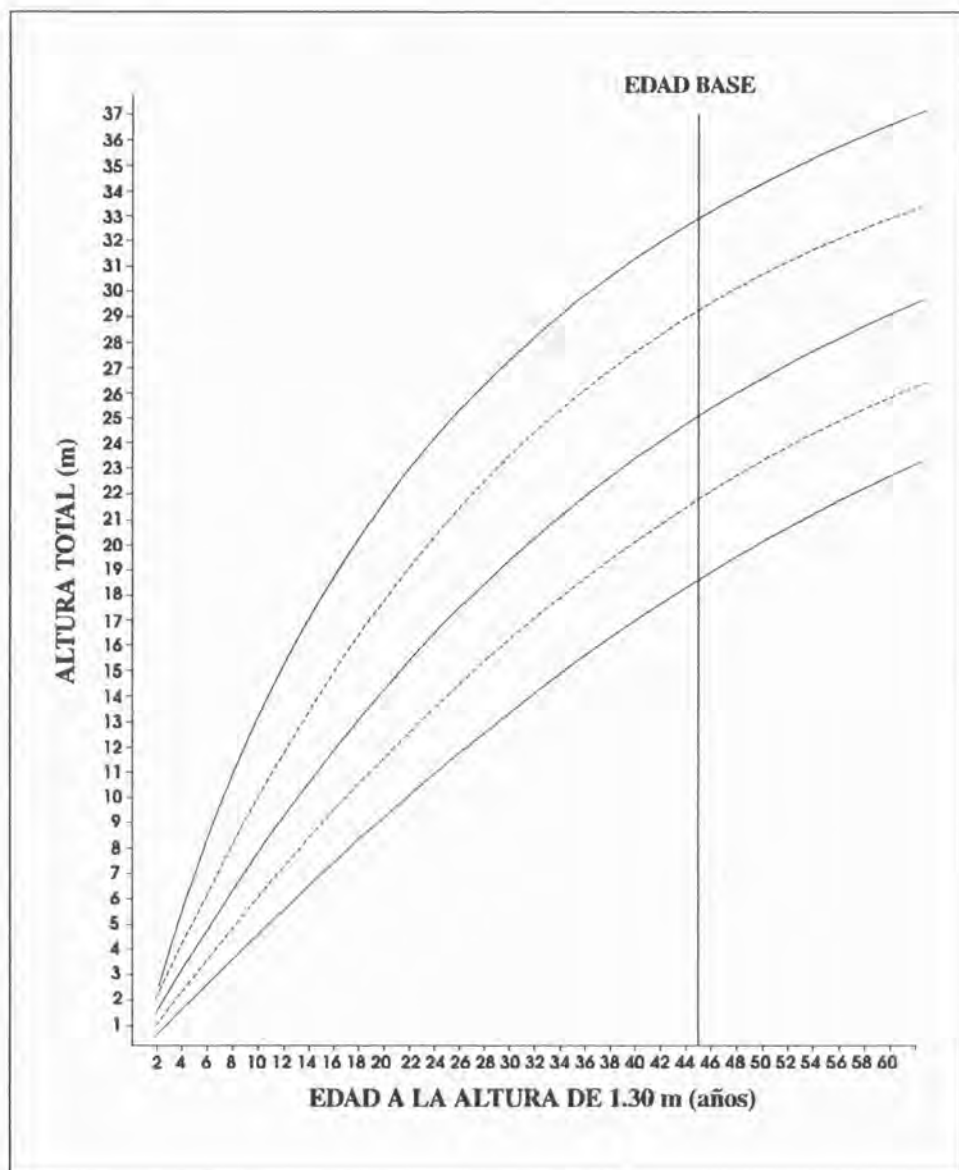


Figura N° 1. Curvas de índice de sitio para *Pinus michoacana cornuta* Martínez.

| VALORES DE K | CUADRADO MEDIO DEL ERROR (cme) | ÍNDICE DE FURNIVAL | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r) | COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (r ²) | F CALCULADA |
|--------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|--|-------------|
| 1 | 0.04700 | 2.6129 | 0.91360 | 0.83466 | 338.241 |
| 2 | 0.09288 | 3.6728 | 0.82056 | 0.67333 | 138.100 |
| 0.4 | 0.02682 | 1.9740 | 0.95164 | 0.90563 | 643.022 |
| 0.3 | 0.02558 | 1.9276 | 0.95394 | 0.91001 | 677.570 |
| 0.2 | 0.02511 | 1.9097 | 0.95482 | 0.91168 | 691.650 |
| 0.1 | 0.02542 | 1.9217 | 0.95423 | 0.91057 | 682.190 |
| 0.19* | 0.025106 | 1.90957 | 0.95483 | 0.9117 | 691.774 |

* Valor de K que proporcionó los mejores ajustes para la tendencia de la curva promedio.

Cuadro N° 3. Resultados de la regresión para obtener la curva promedio con distintos valores k, del *Pinus oocarpa* Schiede.

El coeficiente de determinación (r²) logrado fue de 0.9117, con un buen nivel de aceptación, la ecuación originada y el análisis de varianza se observan en el cuadro 4.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F CALCULADA |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|
| Regresión | 1 | 17.3676 | 17.3676 | 691.774** |
| Error | 67 | 1.6821 | 0.025106 | |
| Total | 68 | 19.0497 | | |

* Altamente significativa

a = 5.91294

b = 6.28096

F de Fisher con a = 0.01

n = 1

m = 67

F tab = 7.01

Cuadro N° 4. Análisis de varianza de la ecuación $\ln H = 5.91294 - 6.28096 (1/E^{0.19})$, para el *Pinus oocarpa* Schiede.

En lo referente al análisis de residuales para el modelo, es notorio que podría haberse mejorado al aumentar el tamaño de muestra.

Para definir los índices de sitio, resultó un intervalo entre curvas de 3.5 m, tomando los valores extremos máximos y mínimos.

La edad base fue de 45 años también.

Los valores de los índices fueron:

- Superior 21.06 m
- Promedio 17.56 m
- Inferior 14.06 m.

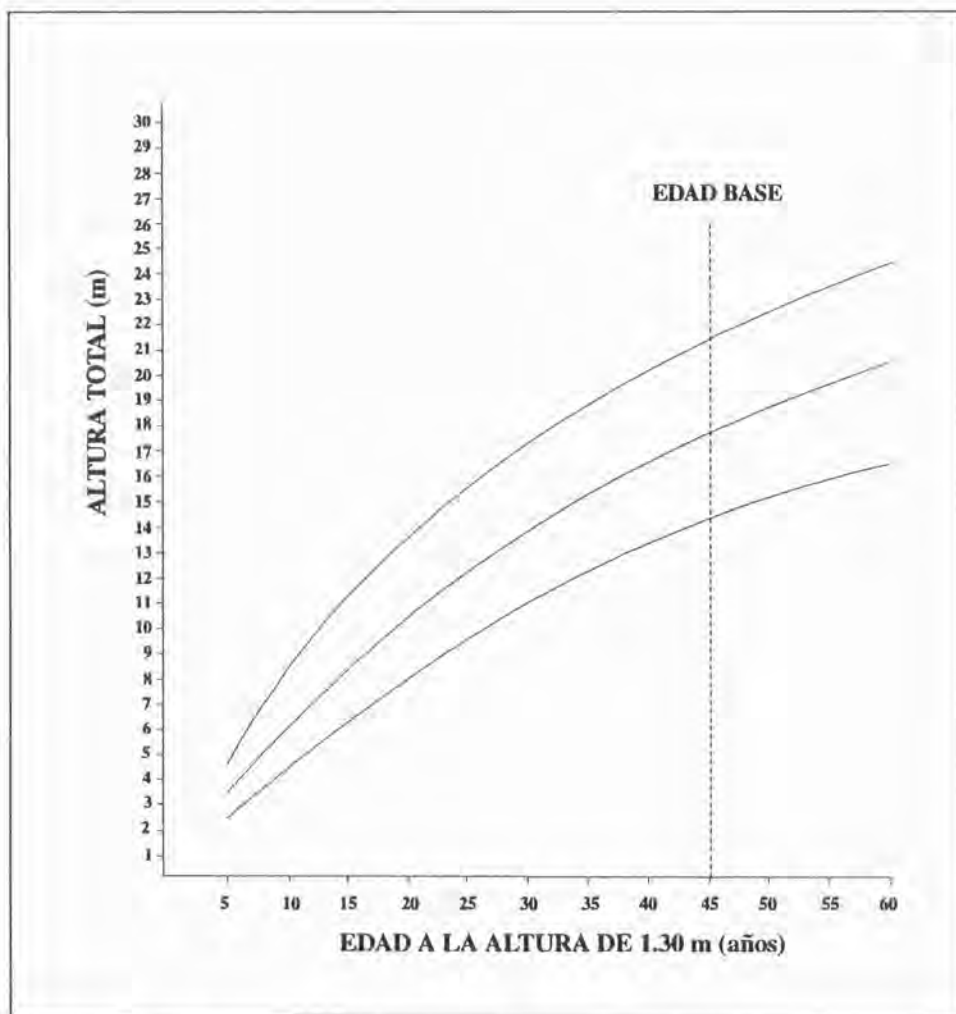


Figura N° 2. Curvas de índice de sitio para *Pinus oocarpa* Schiede.

Calidad de sitio.

Para este trabajo, se utilizan en la determinación de la calidad, las curvas de índices de sitio de la especie *Pinus michoacana cornuta* Martínez, por ser la especie de mayor

distribución en el área, tener un tamaño de muestra más aceptable, y porque las tres curvas de índices de sitio del *Pinus oocarpa* Schiede pueden comprenderse dentro de la curva inferior del I S 19.89, del *Pinus michoacana cornuta* Martínez.

Además, es preferible manejar una sola familia de curvas; se definieron tres calidades, denominadas; excelente, buena y regular, y el I S al cual corresponden es como sigue:

| | | | | |
|----------------|------------|------------------|------------|--------------|
| Calidad | I | Excelente | I S | 31.89 |
| Calidad | II | Buena | I S | 25.89 |
| Calidad | III | Regular | I S | 19.89 |

En la definición de la calidad de sitio del área, se emplearon los árboles tomados de las parcelas temporales, mismos que habían reportado datos de edad y altura.

A cada observación de la parcela le fue señalada la calidad; en el caso de haber discrepancia se tomaron los árboles dominantes (vigor I) y de mayor edad.

El índice de sitio de cada observación para estimar la calidad, se obtuvo con la siguiente expresión matemática:

$$S = \exp [a + (\ln H - a) (E/EB)^k]$$

donde:

- S = índice de sitio
- a, k = parámetros de la ecuación del cuadro 2 (vid., supra)
- ln = logaritmo natural base e
- H = altura de la observación
- E = edad de la observación
- EB = edad base (45 años).

Al conocer los rangos entre las calidades a la edad base de 45 años, se precisa en qué calidad ubicar la observación.

De los 202 sitios de muestreo, en 13 se tuvieron problemas para fijar su calidad, debido a que estaban desprovistos de vegetación, o a que no se encontraron las especies estudiadas.

En los casos en que no se tenía vegetación, se analizaron los datos de pedregosidad, pendiente, erosión y exposición. Para lo cual fue fijado un criterio de clasificación; cuando los sitios eran pedregosos, erosionados y con pendientes fuertes, se consideraron de calidad regular.

8 de los 13 sitios se ubicaron en la clasificación regular; un sitio adicional se clasificó como excelente, al presentar exposición zenital, sin pendientes, suelo no pedregoso y sin erosión, además contiguo a él, había sitios excelentes.

Los otros 4 sitios presentaban vegetación de pino pero de otras especies. Se optó por tomarles la calidad en base a los datos edad-altura, 2 sitios correspondieron a la clasificación de excelente y otros 2 a la calidad buena.

Las calidades definidas por sitio fueron agrupadas en un mapa por rodales (*vid.*, figura 3), conforme a su homogeneidad.



Figura N° 3. Plano de las tres calidades de sitio del Área Demostrativa Forestal Tapalpa.

Cada sitio de muestreo abarca 4 hectáreas, por lo que para fines de manejo es factible utilizar las calidades, tal y como se presentan.

CONCLUSIONES.

1. El modelo de Schumacher [$\ln H = a + b 1/E^k$], es recomendable por ser simple y confiable en la predicción del crecimiento en altura, con la ventaja de ser factible su desarrollo por medio de calculadoras de bolsillo.

2. El mejor valor de "K" de índice de sitio para el *Pinus michoacana cornuta* Martínez, fue de 0.33 y de 0.19, para el *P. oocarpa* Schiede.

3. Se determinaron 3 calidades con base en el índice de sitio a una altura base de 45 años, utilizando la edad a la altura de 1.30 m, con un intervalo de 6 m que fueron clasificadas de la siguiente manera:

Calidad I. Denominada como excelente; corresponden a ella, aquellos árboles mayores de 28.89 m de altura.

Calidad II. Denominda como buena; corresponden a ella todos los árboles localizados en el rango de 22.89 m a 28.89 m.

Calidad III. Denominada como regular y corresponden a ella todos los árboles con altura inferior de 22.89 m.

4. La definición de las calidades preliminares fue congruente con las calidades logradas en gabinete.

5. Asimismo, es posible utilizar el plano que presenta las calidades de sitio para fines de manejo del bosque.

BIBLIOGRAFÍA.

Aguirre, C. O. A. 1984. Estimación de índice de sitio para *Pinus pseudostrobus* Lindl., en la región de Iturbide, Nuevo León. Tesis Profesional. Especialista en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 p.

- Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. Estudios F A O. Roma, Italia. Vol N° 2. 197 p.
- Bailey, R. L. and Clutter, J. L. 1974. "Base-age invariant polymorphic site curves". Forest Science. 20 (2). pp. 15 - 159.
- Clutter, J. L; Fortson, J. C; Pienaar, L. V; Brister, G. H. and Bailey, R. L. 1983. Timber management; a quantitative approach. Ed John Wiley. New York. U S A. 333 p.
- Curtis, R. O. 1964. "A stem-analysis approach to site-index curves". Forest Science. 10 (2). pp. 241-256.
- Daniel, T. W; Helms, J. A. and Baker, F. S. 1982. Principios de Silvicultura. Ed McGraw-Hill. México. 492 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema climático de Köppen. Ed Larrios. México.
- Hägglund, B. 1981. "Evaluation of forest site productivity". Commonwealth Forestry Bureau. Forestry Abstracts. 42 (11). pp. 515-527.
- Jones, R. J. 1969. Review and comparison of site evaluation methods. U S D A. Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Research Paper Rm-51. 27 p.
- Spurr, R. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal. Ed A G T, México. 690 p.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE CALENTAMIENTO DE TROCERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE CHAPA

Zavala Zavala David *
Trujillo Arriaga Gabriel **

RESUMEN.

El proceso de ablandamiento de la trocería, previo al torneado o rebanado, se considera esencial para optimizar la calidad de la chapa generada, por la facilidad de corte que se obtiene al plastificar la madera mediante calor.

La optimización del proceso de acondicionamiento de la madera está relacionada con las características de las especies procesadas, las temperaturas del medio termoconductor y los períodos de calentamiento empleados.

Este trabajo se realizó con la finalidad de definir la interrelación más adecuada de los parámetros señalados, en la madera de guapinol (*Hymenea courbaril*); encino americano (*Quercus* spp.); granadillo (*Platymiscium yucatanum*); pino (*Pinus* spp.); cedrillo (*Guarea* spp.) y guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*).

Los ensayos de calentamiento se realizaron en un contenedor metálico, utilizando agua como medio termoconductor; las temperaturas en el interior de los cuadrados se midieron con un termómetro eléctrico con termopares. El tiempo óptimo de calentamiento varió directamente con la densidad, e inversamente con el contenido de humedad de la madera.

Las temperaturas en las que se generó chapa de buena calidad, determinadas al momento de efectuar el corte de los cuadrados, fueron: para guapinol de 46 °C a 53 °C; encino de 45 °C a 49 °C; granadillo de 43 °C a 46 °C; pino de 40 °C a 47 °C; cedrillo de 43 °C a 44 °C y, para guanacastle de 23 °C a 31 °C.

Palabras clave: Industria maderera, Chapa.

* Ingeniero Agrónomo Forestal. Doctor. Investigador Titular CENID-COMEF. INIFAPSARH.

** Ex-alumno de la Universidad Autónoma Chapingo.

ABSTRACT.

The softening of wood prior to peeling or slicing, is considered essential for the optimization of veneer quality, due to the cutting facility that is achieved when the wood is plastized through the application of heat.

The optimization of the wood conditioning process is associated with the characteristics of the species, with the temperature and with the heating periods.

The present study was carried out in order to define the most appropriate interrelationship of these parameters, through the utilization of wood of the following species: guapinol (*Hymenea courbaril*); encino americano (*Quercus* spp.); granadillo (*Platymiscium yucatanum*); pino (*Pinus* spp.); cedrillo (*Guarea* spp.) and guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*).

The heating tests were performed in a metallic container, using water as the thermoconducting medium; the temperatures inside the flitches were determined with an electrical thermometer with thermocouples. The optimum heating period varied directly with the density and inversely with the moisture content of wood.

The temperatures for the production of high quality veneer, measured at the moment of cutting the wood were: for guapinol from 46 °C to 53 °C, for oak from 45 °C to 49 °C, for granadillo from 43 °C to 46 °C, for pine from 40 °C to 47 °C, for cedrillo from 43 °C to 44 °C and for guanacastle from 23 °C to 31 °C.

Key words: Wood industry, veneer.

INTRODUCCIÓN.

Para la producción de chapa, la madera generalmente se somete a un proceso de corte periférico en un torno, haciendo girar la troza en sentido tangencial a su perímetro contra una cuchilla que permanece fija, obteniéndose una lámina continua de chapa.

Otro procedimiento consiste en someter la troza previamente escuadrada a cortes ortogonales paralelos, con una cuchilla que se desplaza horizontalmente sobre el cuadro (flitch) que permanece fijo; o bien, moviendo el cuadrado verticalmente hacia la cuchilla fija, obteniendo en ambos casos, láminas independientes de chapa rebanada.

Para facilitar el corte y optimizar la calidad de la chapa, normalmente se somete la madera a un proceso de ablandamiento mediante calor, utilizando agua caliente en fosas de acondicionamiento o vapor en cámaras cerradas.

El proceso de calentamiento además de mejorar las características de la chapa por su mayor facilidad de corte, reflejado en la textura de la superficie de la chapa, también se manifiesta en un mayor coeficiente de aprovechamiento.

No obstante estas ventajas, algunas empresas que procesan coníferas consideran que no requieren calentar la trocería antes del torneado. Otras, aún cuando calientan la madera previamente a su corte, regularmente no lo hacen en forma óptima, con relación a las temperaturas aplicadas en función de las características de las trozas procesadas.

Con frecuencia estos procesos varían de una fábrica a otra, aún cuando se utilicen equipos similares y procesen las mismas especies, lo que refleja un desconocimiento del manejo de los factores que determinan el calentamiento de las trozas¹ (*cf.* Revista Ciencia Forestal en México, N° 68).

El tiempo de calentamiento requerido para lograr la temperatura óptima de corte de la madera, depende de los siguientes factores.

1. La interacción del sistema de calentamiento empleado:
 - Cámara de vapor
 - Pila de agua caliente.
2. Las características de las trozas procesadas:
 - Densidad de la madera
 - Diámetro de las trozas
 - Dimensiones de los cuadrados
 - Contenido de humedad de la madera.

OBJETIVO.

El trabajo se realizó con la finalidad de:

- Generar información que contribuya a la definición de las temperaturas de corte

¹Zavala, Z. D. 1990. "Diagnóstico de la industria de tableros contrachapados en el área metropolitana del D F". pp. 61-83.

de la madera para chapa de algunas especies utilizadas en la industria del triplay, considerando los diferentes factores que intervienen en el proceso de transferencia de calor, sobre todo la temperatura del medio termoconductor y las características de las trozas o cuadrados procesados.

ANTECEDENTES.

En el proceso de corte de las trozas o cuadrados influyen varios factores determinantes de la calidad de la chapa, destacando la temperatura y el contenido de humedad de la madera al momento del torncado o rebanado.

La temperatura de corte de la madera generalmente se logra al someterla a un proceso de calentamiento, cuya eficiencia depende del medio termoconductor empleado y de las características de las especies procesadas, destacando el diámetro o dimensiones de las trozas, la densidad y el contenido de humedad de la madera^{2,3,4}.

Ventajas del calentamiento.

El proceso de ablandamiento o calentamiento de la madera previo a su corte para la producción de chapa, se considera necesario para especies duras o de alta densidad, de grano irregular o con veteado pronunciado, en maderas resinosas donde puede interferir la resina con otras fases de preparación de la chapa y producción del tablero, y cuando se desea producir chapa con espesores mayores de 1/8", ya que de no estar calentadas se generarían grietas pronunciadas y pérdida excesiva de material^{5,6}.

Diversos autores como Lutz^{7,8} *op. cit*; Palka⁹; Kollmann y Kuenzi¹⁰ han señalado que, con el acondicionamiento de la madera mediante calor, antes del corte para la producción

² Lutz, J. F. *et al.* 1967. Effect of moisture content and speed of cut on quality of rotary-cut veneer.

³ Lutz, J. F. and Patzer, R. A. 1976. Spin-out of veneer blocks during rotary cutting of veneer.

⁴ Walser, D. C. 1974. "Steam-injection knife improves veneer quality". pp. 70-79.

⁵ Fleischer, H. O. 1959. Heating rates for logs, bolts and flitches to be cut into veneer.

⁶ Lutz, J. F. 1974. Techniques for peeling, slicing and drying veneer.

⁷ Lutz, J. F. 1960. Heating veneer bolts to improve quality of Douglas-fir plywood.

⁸ Lutz, J. F. 1978. Wood veneer: log selection, cutting and drying.

⁹ Palka, L. C. 1974. Veneer cutting review. Factors affecting and models describing the process.

¹⁰ Kollmann, F. F. and Kuenzi, E. W. 1975. Principles of wood science and technology II.

de chapa, se logran plastificar las fibras y los componentes que las unen, obteniéndose varias ventajas, entre las que destacan:

- a) La producción de chapa compacta, con mayor resistencia a la tensión perpendicular al grano; lo que facilita su manejo y reduce las pérdidas por rajaduras, sobretodo por las maniobras en la "mesa verde".
- b) La reducción de la profundidad de las grietas durante el torneado de chapa gruesa y una mayor posibilidad de producción de chapa delgada.
- c) El ablandamiento de los nudos y de la madera de verano de coníferas, que se manifiesta en un menor desgaste del filo de la cuchilla; mayor facilidad de corte y como consecuencia se obtiene chapa más tersa.
- d) La reducción del consumo de energía motriz del torno o la rebanadora por la mayor facilidad de corte de la madera.
- e) La reducción de la cantidad de pegamento en la elaboración de tableros contrachapados por una mayor tersura de la chapa o grietas menos profundas, sobre todo en chapa torneada y gruesa.
- f) Un menor desperdicio de madera en chapa tersa por efecto del lijado.

Otras ventajas del proceso de calentamiento de las trozas o cuadrados para la producción de chapa, se manifiestan en su impacto en la producción. Palka *op. cit.*, Mortesen¹¹ y Baldwin¹², reportan que con el calentamiento de la madera se obtiene un mayor coeficiente de aprovechamiento de chapa, mismo que varía de 3% a 5%.

Este incremento se debe en parte a la mayor facilidad de manejo de la chapa, con lo cual se reduce la pérdida de material por el desarrollo de rajaduras. En la chapa que se produce de trozas sin calentar se desarrollan grietas de torno más profundas, lo que ocasiona que se rompa más fácilmente por tensión, con efecto directo en los volúmenes recuperables.

Debido a que el calentamiento mejora la tersura de la chapa y reduce las grietas alrededor de los nudos u otros defectos naturales de la madera, se obtiene un porcentaje mayor de chapa de calidad. Baldwin (*op. cit.*) indica que una troza N° 2 para triplay, produce 25% más de hojas completas de calidad A, que una troza de la misma calidad que no se calienta.

¹¹ Mortesen, A. W. 1974. "Block conditioning methods for improve panel yield. Modern plywood techniques". pp. 27-46.

¹² Baldwin, F. R. 1975. Plywood manufacturing practices.

Las fábricas que aplican el calentamiento de la madera aumentan en promedio de 4% a 7% el volumen de chapa de calidad B y aún mejor.

Al incrementar el porcentaje de chapa de hojas completas que se genera de madera calentada, se reduce el costo de mano de obra, por la facilidad de manejo del material y la rapidez del proceso de piezas completas. Baldwin (*op. cit.*) señala un aumento de hojas completas de 55% a 70%, que implica una reducción de personal en las secadoras, un menor requerimiento de canteado y ensamblado, así como una mayor producción en la engomadora.

En resumen, con el calentamiento se logra obtener más chapa de cada troza, con aumento de calidad, reducción de costos de producción por ahorro de mano de obra y una chapa más tersa.

Temperatura de la madera durante el corte o rebanado de la chapa.

La temperatura de la madera al momento del corte determina la calidad de la chapa con respecto a su tersura, rajaduras, grietas y vellosidades, además de la facilidad o dificultad del corte. Estos factores reflejan la importancia de precisar el rango óptimo de temperatura de la madera, previo a su procesamiento.

Diferentes autores como Palka *op. cit.*; Peters¹³; Feihl y Godin¹⁴ y Lutz *op. cit.*, consideran que, en general las maderas suaves con un peso específico menor de 0.40 g/cm³, no requieren de calentamiento para obtener chapa de buena calidad.

Fleischer *op. cit.*, señala que en el caso de hojosas, la temperatura de corte está muy ligada con la densidad de la madera y, establece que para especies de 0.46 a 0.55 g/cm³, la temperatura de corte es de 140 °F (59 °C), para las de 0.55 a 0.59 g/cm³ de 160 °F (70 °C) y para las de 0.60 a 0.64 g/cm³ de 200 °F (92 °C).

Asimismo, indica que estas temperaturas se aplican en maderas de hilo recto y en corte rotatorio y que, para chapa rebanada, las temperaturas requeridas son de 10 °F a 20 °F (6 °C a 11 °C), más altas.

Adicionalmente, establece que las temperaturas de calentamiento requeridas para coníferas son más altas que para las hojosas de densidades similares. Esta diferencia se debe a la presencia de madera de verano en los anillos de crecimiento que es más densa que la madera de primavera.

¹³ Peters, C. W. 1974. Peeler block preconditioning.

¹⁴ Feihl, O. and Godin, V. 1975. Heating veneer logs. A practical guide.

Al analizar la información generada por Lutz¹⁵ sobre especies similares a las del presente trabajo, dicho autor indica que la mayoría de los encinos se tornean a una temperatura de 140 °F a 160 °F y se rebanan de 180 °F a 200 °F. El nogal se calienta hasta 180 °F y se deja enfriar a 150 °F para poder procesarlo; *Pinus ponderosa* se tornean de 60 °F a 140 °F y se rebana de 140 °F a 180 °F; *P. strobus* se calienta de 70 °F a 120 °F para chapa torneada, y de 120 °F a 140 °F para chapa rebanada.

Entre otros estudios que proporcionan información sobre las temperaturas de corte de la madera, se tiene el de Palka *op. cit.*, que señala que para la mayoría de las especies, las temperaturas requeridas en la madera al momento del corte de la chapa, varían de 38 °C a 71 °C.

Moreno y Espejel¹⁶ indican que el rango de temperaturas observado en las trozas al momento del corte en torno, ha sido de 43 °C a 52 °C en el centro y de 65 °C a 70 °C en la periferia.

Zavala *op. cit.*, señala que en la industria del triplay de la zona metropolitana de la ciudad de México, las temperaturas en las trozas al momento del corte varían entre industrias, aún cuando se trate de la misma especie, presentándose un rango de 25 °C a 65 °C.

No obstante que el objetivo principal del calentamiento de la madera es mejorar las características de corte de la chapa, cuando el proceso no está bien aplicado se pueden presentar ciertas desventajas en el mismo.

Lutz *op. cit.*, establece que la mayoría de los inconvenientes en el calentamiento de las trozas se debe al uso de temperaturas muy altas o a tiempos de calentamiento muy prolongados. Señala que en el caso de las trozas de encino, el sobrecalentamiento puede provocar rajaduras en la cabeza de la troza, por su parte, en las coníferas se pueden presentar superficies vellosas en la madera de primavera.

También se pueden presentar acebolladuras o separación de la madera de primavera y de verano durante el corte, oscurecimiento no deseado de la chapa, así como un aumento en el desgarramiento de las cabezas de las trozas por las mordazas del torno.

Efecto de la densidad de la madera en el tiempo de acondicionamiento.

La densidad de la madera es uno de los factores determinantes en cuanto al tiempo de calentamiento para su acondicionamiento y posterior rebanado o desenrollado. Distintos

¹⁵ Lutz, J. F. 1972. Veneer species that grow in the United States.

¹⁶ Moreno, Z. C. y Espejel, E. A. L. 1983. Rendimiento y proceso de fabricación de tableros contrachapados.

autores como Feihl¹⁷ y Feihl y Godin *op. cit.*, indican que se requiere más tiempo para calentar una troza de alta densidad que una de baja densidad, estableciendo que entre la madera de diferentes especies con densidad anhidra similar, pero con densidad verde diferente, las de mayor densidad verde requieren de mayores tiempos de calentamiento.

En sus experimentos encontraron que las trozas de alta densidad requieren 25% más tiempo de calentamiento que las de densidad media, en tanto que las de densidad baja requieren 25% menos tiempo de calentamiento, en relación a las de densidad media.

Fleischer *op. cit.*, establece que la velocidad de calentamiento varía inversamente con el peso específico y que la diferencia de especies, indistintamente del peso específico, es insignificante.

Adicionalmente presenta gráficas para determinar la temperatura de corte en función de la densidad de la madera, y establece la relación entre estos dos factores con base en la difusibilidad térmica que cambia con la densidad.

Zavala *op. cit.*, presenta los tiempos de calentamiento de especies con diferentes densidades, utilizados en las industrias de triplay de la zona metropolitana de la ciudad de México, los cuales no tienen relación aparente con las densidades de las especies.

También señala que dicha discrepancia se debe en parte, al desconocimiento por parte de los industriales acerca de los procesos óptimos de calentamiento, acordes a las características de las maderas y a la calidad de la chapas.

Efecto del diámetro de las trozas en el tiempo de acondicionamiento.

En el proceso de calentamiento de la madera mediante inmersión en agua, las temperaturas y los tiempos requeridos varían en función de las dimensiones de las trozas o de los cuadrados.

Feihl *op. cit.*, indica que el tiempo de calentamiento aumenta aproximadamente con el cuadrado del diámetro, y establece que si una troza de diámetro D1 requiere T1 horas para calentarse, el tiempo de calentamiento T2 de una troza de diámetro D2 será de:

$$T1 \times (D2/D1)^2$$

Posteriormente, Feihl y Godin *op. cit.*, establecen como regla general que el tiempo de

¹⁷ Feihl, O. 1971. Heating frozen and nonfrozen veneer logs.

calentamiento aumenta 4 veces, cuando el diámetro de las trozas se duplica ($2 \times 2 = 4$) y nueve veces cuando el diámetro se triplica ($3 \times 3 = 9$), y así sucesivamente; *i e*, si una troza de 12" requiere 10 hs, una de 18" requerirá $22\frac{1}{2}$ hs.; una de 24" necesitará de 40 hs y una de 30" de 62 hs.

Debido a esta diferencia en los requerimientos de tiempo de calentamiento, los autores sugieren que las trozas se segregen en dos o tres grupos, en función de su diámetro.

En general Baldwin *op. cit.*, Peters *Ibidem*, Lutz *idem*, y los coautores Moreno y Devlieger¹⁸, establecen una relación directa de los diámetros de las trozas con los tiempos de calentamiento, basados en experimentos con diferentes especies, sin llegar a establecer una regla tan específica como en los dos casos anteriores (Feihl *op. cit.* Feihl y Godin *Ibidem*).

MATERIALES.

Este trabajo se realizó con el apoyo y colaboración de la fábrica de chapas Los Reyes, S A, que proporcionó prácticamente todo el equipo y materiales utilizados, los cuales se describen a continuación.

Tanque de acondicionamiento.

El proceso de calentamiento de la madera de las especies seleccionadas se realizó en un tanque metálico, construido con láminas de hierro de 0.7 cm de espesor, con dimensiones de 3.05 m x 1.85 m y una altura de 1.40 m; como cubierta del tanque se utilizaron tablones de madera y una lona.

Para el sistema de calentamiento del agua, se instaló en el fondo del tanque un serpentín radiador de calor, constituido por tubo metálico de 4.0 cm de diámetro, colocado en líneas paralelas a lo largo y ancho del fondo del tanque. Como medio termoconductor del serpentín se utilizó aceite térmico, calentado por la caldera general de la fábrica (*vid. infra*, figura 1). Para proteger el serpentín se instaló una parrilla metálica, sobre la cual se colocaron tres cuadrados de madera, que sirvieron de apoyo a los flices de ensayo.

¹⁸ Moreno, M, R. y Devlieger, S, F. S/F. Influencia de los factores de la madera y de las condiciones del macerado en el tiempo de calentamiento de las trozas.

Especies estudiadas.

La selección de las especies estudiadas estuvo relacionada con las especies maderables que normalmente procesa la empresa donde se realizó el estudio, considerando el objetivo establecido de incluir especies con densidades alta, media y baja. Se estudiaron las maderas de seis especies, utilizando tres trozas por especie.

| E S P E C I E | | DENSIDAD* | CATEGORÍA** |
|------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Nombre común | Nombre científico | g/cm ³ | |
| Guapinol | <i>Hymenea courbaril</i> | 0.89 | Extremadamente pesada |
| Encino americano | <i>Quercus</i> | 0.86 | Excesivamente pesada |
| Granadillo | <i>Platymiscium yucatanum</i> | 0.67 | Muy pesada |
| Pino | <i>Pinus</i> | 0.59 | Pesada |
| Cedrillo | <i>Guarea</i> | 0.48 | Moderadamente pesada |
| Guanacastle | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 0.46 | Moderadamente pesada |

* Densidades base peso y volumen anhidro, determinada en el presente estudio.

**Clasificación de densidad con base en Robles¹⁹ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 16).

Cuadro 1. Especies maderables utilizadas.

Termómetro eléctrico.

Para el registro de las temperaturas del agua y de la madera durante el desarrollo del

¹⁹ Robles, G. F. 1978. Propiedades y uso de 14 especies de maderas tropicales de rápido crecimiento del Campo Experimental Forestal El Tormento.

calentamiento de los fitches, se utilizó un termómetro eléctrico con siete canales para la instalación de termopares.

Un termopar (sensor térmico), consta de dos alambres flexibles de diferentes metales (cobre y hierro), que se unen en sus extremos (polos + y -), formando el punto sensor térmico, por el que se capta una corriente eléctrica generada por el calor que activa el sensor térmico.

La corriente eléctrica se convierte (de analógica a digital) para interpretarse en forma numérica, en unidades de temperatura a través del termómetro.

Taladro eléctrico, pasta impermeabilizadora y agua de acondicionamiento.

Se utilizó un taladro eléctrico y un barreno o broca de 1.0 cm de diámetro para perforar los cuadrados e insertar los sensores térmicos de los termopares en dichas perforaciones; con la finalidad de medir los cambios de temperatura de la madera, precisamente en el interior de los cuadrados.

Para impermeabilizar los sensores térmicos de los termopares del posible contacto con el agua, se selló con plastilina epóxica la periferia de los orificios en los que se insertaron dichos sensores.

Con esta impermeabilización se evitó la interferencia del agua de calentamiento en la determinación correcta de la temperatura de la madera.

Como elemento termoconductor de calor a la madera de las especies seleccionadas, se utilizó agua captada de la red general de distribución, con un pH de 7.75 (neutro).

METODOLOGÍA.

El proceso de calentamiento de la madera fue similar al que se sigue en la fábrica donde se realizó el estudio, pero con variantes en cuanto a tiempos de acondicionamiento y temperaturas del agua utilizada, con base en los objetivos del trabajo.

Preparación de los cuadrados e instalación de termopares.

Para cada prueba de acondicionamiento se seleccionaron tres trozas por especie, con longitud promedio de 2.65 m, las cuales se prepararon en el aserradero para generar

prismas cuadrangulares, denominados flitches o cuadrados.

Para la instalación de los termopares en los cuadrados, se realizaron dos perforaciones perpendiculares a la longitud de las trozas, a dos diferentes profundidades en la sección central para ubicar un termopar en el centro del cuadrado y el otro en el punto medio entre dicho centro y la superficie del cuadrado, con separación de 15.0 cm. entre las dos perforaciones.

En cada orificio se insertó un termopar, colocando el extremo sensor en contacto directo con la madera en el fondo del orificio, y posteriormente se cubrió la periferia de cada orificio con plastilina epóxica para impermeabilizar al termopar y evitar que el posible contacto con el agua alterara la temperatura real de la madera.

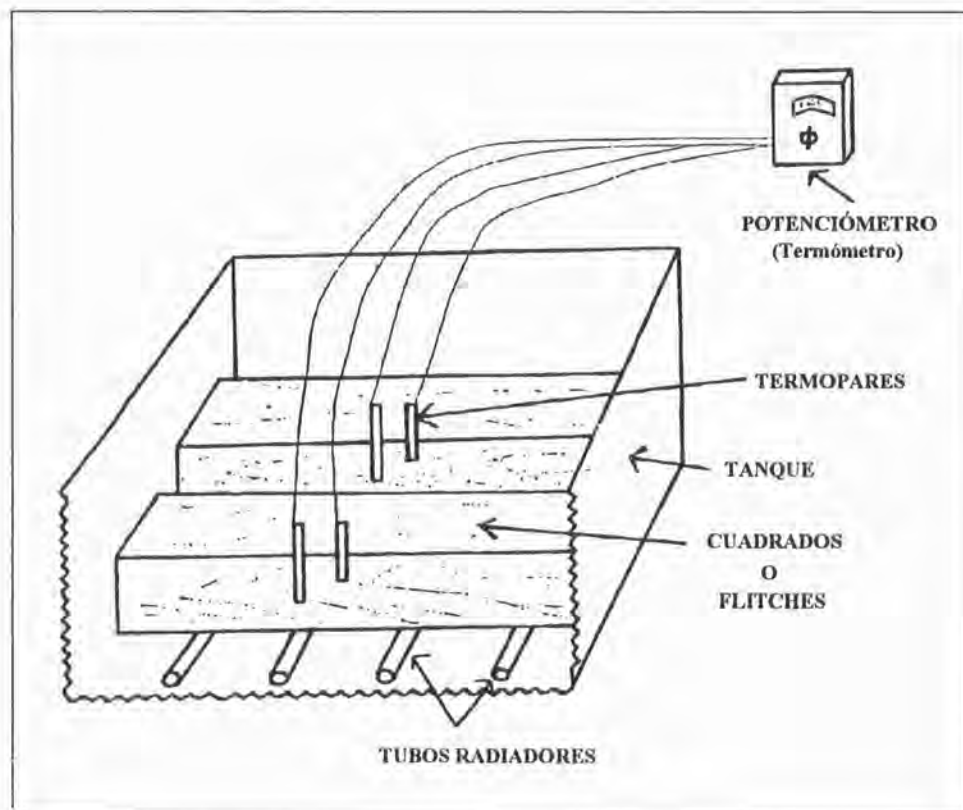


Figura N° 1. Proceso de acondicionamiento de los cuadrados.

Determinación de la transferencia de calor en los cuadrados.

Los tres cuadrados en estudio, correspondientes a una determinada especie, se colocaron sobre bloques de madera para evitar el calor directo, emanado del serpentín de calentamiento instalado en el fondo del tanque y para ubicarlos en la región media de la masa de agua.

El termopar destinado a medir la temperatura del agua se colocó en la región central de la masa de agua.

El tiempo de calentamiento de cada cuadrado se determinó por la temperatura del interior de la madera, previamente definida con base en la densidad de la especie, considerando un rango de 25 °C a 45 °C para las maderas de densidad baja; de 45 °C a 60 °C para las de densidad media y de 60 °C a 75 °C para las maderas de densidad alta.

Se registraron las temperaturas del agua y del interior de la madera a intervalos regulares de tiempo, excepto en los períodos nocturnos (10 pm-6 am), mediante el termómetro eléctrico antes descrito.

El registro de las temperaturas indicadas por el termómetro, se realizó en forma manual a intervalos de 30, 60, 90 minutos o más, dependiendo de la fase de las secuelas, realizándose con mayor frecuencia al inicio del acondicionamiento.

Determinación de la temperatura y calidad de la chapa.

Los cuadrados acondicionados se rebanaron para generar las chapas correspondientes, a las cuales se les determinó inmediatamente su temperatura con un termómetro de mercurio que se colocó entre las chapas que se iban acumulando de cada cuadrado, en la sección central y en tres niveles del paquete de chapas, por un tiempo aproximado de 30 segundos; posteriormente se determinó su contenido de humedad.

Se evaluó en forma visual la chapa generada de cada una de las trozas procesadas, con base en su textura, rajaduras y vellosidades. Las calidades de las chapas se clasificaron en tres categorías:

- A Buena - B Regular - C Mala.

Con aplicación exclusiva al presente estudio, correspondiendo la categoría "A", a la chapa libre de defectos; la categoría "B" a la chapa con asperezas, vellosidades y rajaduras hasta en 20% de la superficie y la categoría "C", a la chapa con los defectos ya mencionados en una superficie mayor de 20%.

Determinación del contenido de humedad y densidad de la madera.

El contenido de humedad de los cuadrados se determinó previo a su calentamiento a través del aserrín resultante de las perforaciones practicadas en cada troza para la instalación de los termopares, por medio de la siguiente relación²⁰:

$$\% \text{ C H} = \frac{\text{P H} - \text{P S}}{\text{P S}} \times 100$$

donde:

- C H = Contenido de humedad
- P H = Peso húmedo de la muestra
- P S = Peso seco de la muestra

La densidad anhidra de la madera se determinó utilizando muestras secadas en un horno a peso constante, verificado con una balanza de precisión.

El volumen de cada muestra se determinó por desplazamiento de agua, utilizando una probeta graduada de 1 000 ml de capacidad. Las muestras se impermeabilizaron previamente con vaselina sólida en sus caras transversales.

Para la determinación de la densidad de la madera, se aplicó la siguiente fórmula²¹:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{\text{peso seco muestra (g.)}}{\text{volumen de agua desplazada (cm}^3\text{)}}$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

La información recopilada de los flitches procesados de cada una de las especies

²⁰ A S T M. 1977^a. "Standard test methods for moisture content of wood". pp. 596-611.

²¹ A S T M. 1977^b. "Standard test methods for specific gravity of wood". pp. 696-706.

estudiadas se graficó, relacionando el desarrollo de las temperaturas del agua y de las dos partes internas de los cuadrados, con el tiempo de calentamiento.

Las temperaturas representan los promedios de lecturas internas y externas de los tres cuadrados por especie en cada ensayo y la temperatura del agua durante el proceso de calentamiento. En forma similar se procedió con la información del calentamiento de los flices de las demás especies.

La fluctuación de las temperaturas en la figura 2, se debe a la forma como se desarrolló el proceso de calentamiento de los cuadrados. El funcionamiento de la caldera general de la fábrica se suspende al término de la jornada laboral (10 pm-6 am), presentándose períodos de tiempo prolongados con descenso continuo en la temperatura del agua.

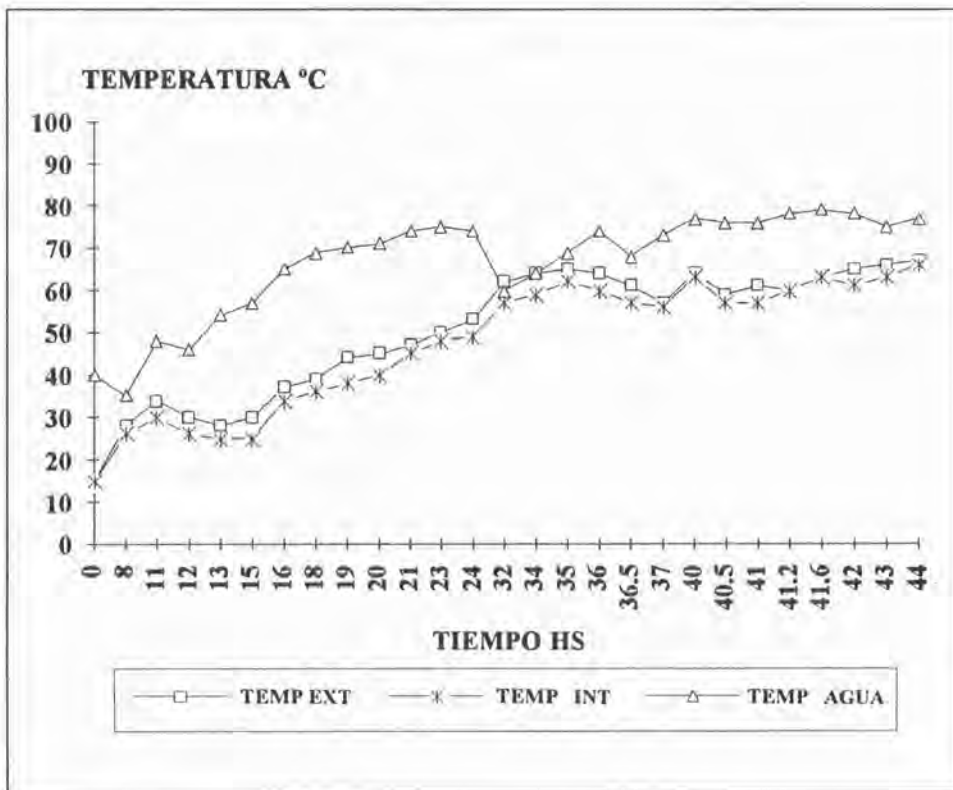


Figura N° 2. Distribución de temperaturas de acondicionamiento del granadillo.

Integración de la información del proceso de calentamiento.

Para analizar la información de las especies estudiadas, los datos de calentamiento de la madera se resumieron e integraron en el cuadro 2, *vid., infra*.

En este cuadro el **tiempo de calentamiento** del agua se refiere a la suma de los periodos de tiempo en los que el aceite térmico circuló por el serpentín del tanque para calentar el agua; el **tiempo de acondicionamiento** es el tiempo total de permanencia del cuadrado en el agua del tanque; la **temperatura de corte** se refiere a la temperatura de la madera al momento de rebanar el cuadrado.

| ESPECIE | FLITCH O CUADR | DIMENS | HUMED | TIEMPO | TIEMPO | TEMP | TEMP | TEMP | CALIDAD DE LA CHAPA |
|----------|----------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------------------|-------------|---------------------------|
| | | TRANSV CUADR | INIC MADERA | CALENT AGUA | DE ACOND | MÁXIMA INTER MADERA | FINAL PROM MADERA | DE CORTE | |
| | | cm | % | hs | hs | °C | °C | °C | categoria |
| Grand | 1.2 a | 45 x 25 | 57.00 | 24.84 | 41.80 | 64.00 | 64.00 | 45.00 | buena |
| Grand | 4.5 b | 45 x 23 | 57.86 | 24.84 | 43.85 | 66.00 | 69.00 | 46.00 | buena |
| Grand | 6.7 c | 43 x 20 | 57.00 | 19.84 | 36.66 | 66.00 | 57.50 | 43.50 | buena |
| Encino | 1.2 a | 44 x 24 | 47.51 | 32.02 | 56.14 | 83.00 | 67.50 | 45.00 | buena |
| Encino | 4.5 b | 43 x 22 | 55.04 | 25.08 | 50.20 | 81.00 | 68.50 | 49.00 | buena |
| Encino | 6.7 c | 62 x 31 | 57.44 | 19.88 | 32.43 | 68.00 | 64.50 | 49.00 | buena |
| Guapinol | 1.2 a | 58 x 54 | 19.00 | 26.12 | 69.00 | 87.00 | 78.50 | --- | mala |
| Guapinol | 1.2 aa | 58 x 44 | 19.00 | 64.07 | 212.90 | 91.00 | 78.00 | 49.50 | buena |
| Guapinol | 4.5 b | 60 x 45 | 19.00 | 68.17 | 236.90 | 89.00 | 68.50 | 46.00 | buena |
| Guapinol | 6.7 c | 61 x 45 | 19.00 | 92.97 | 264.10 | 82.00 | 76.50 | 53.00 | buena |
| Pino 1 | 1.2 a | 39 x 37 | --- | 15.01 | 46.09 | 63.00 | 62.00 | 47.30 | --- |
| Pino 1 | 4.5 b | 42 x 37 | 54.27 | 13.16 | 42.19 | 54.00 | 52.50 | 44.60 | buena |
| Pino 1 | 6.7 c | 37 x 36 | --- | 15.01 | 46.00 | 63.00 | 60.50 | 47.00 | resinosa |
| Pino 2 | 1.2 a | 54 x 28 | 69.28 | 11.95 | 21.10 | 37.00 | 37.50 | 41.30 | buena |
| Pino 2 | 4.5 b | 54 x 31 | 43.89 | 11.95 | 22.81 | 41.00 | 45.50 | 40.50 | buena |
| Pino 2 | 6.7 c | 54 x 27 | 49.65 | 11.95 | 21.90 | 46.00 | 45.00 | 41.50 | buena |
| Guanae 1 | 1.2 a | 34 x 28 | 95 | 17.80 | 116.15 | 64.35 | 28.50 | 28.00 | buena |
| Guanae 1 | 4.5 b | 34 x 29 | 95 | 17.80 | 94.20 | 63.25 | 46.45 | 43.00 | mala |
| Guanae 1 | 6.7 c | 36 x 30 | 95 | 17.80 | 163.30 | 61.60 | 24.00 | 23.00 | buena |
| Guanae 2 | 1.2 a | 35 x 26 | 95 | 6.21 | 22.26 | 35.20 | 33.50 | 31.00 | buena |
| Guanae 2 | 4.7 b | 36 x 27 | 95 | 8.81 | 30.26 | 39.60 | 36.50 | 34.80 | regular |
| Guanae 2 | 5.6 c | 37 x 29 | 95 | 14.69 | 53.76 | 47.30 | 42.50 | 39.00 | mala |
| Guanae 2 | 5.6 cc | 37 x 29 | 95 | 14.69 | 53.76 | 47.30 | 42.50 | 29.00 | regular |
| Cedrillo | 1.2 a | 54 x 32 | 87 | 18.10 | 26.15 | 47.00 | 50.00 | 44.00 | buena |
| Cedrillo | 4.5 b | 53 x 24 | 85 | 15.53 | 23.90 | 48.00 | 47.35 | 43.00 | buena |
| Cedrillo | 6.7 c | 53 x 26 | 88 | 17.60 | 25.65 | 47.00 | 44.50 | 44.60 | buena |

Cuadro N° 2. Integración de la información de especies estudiadas.

En el cuadro 2 se incluye una repetición del proceso de calentamiento para pino y para guanacastle. Para el caso del pino, la primera prueba (pino 1) se realizó con periodos de calentamiento y temperaturas de corte mayores a los de pino 2, obteniéndose chapa de buena calidad en ambos casos, pero con mayor dificultad de corte en este último.

En el guanacastle la primera prueba se realizó en forma similar a como procesa esta especie la fábrica donde se efectuó el trabajo, obteniéndose chapa de mala calidad en la troza que se procesó a una mayor temperatura. La segunda prueba se realizó con menores tiempos de procesamiento y temperaturas más bajas, obteniéndose chapa de mejor calidad.

En el caso del guapinol, es conveniente resaltar el efecto del bajo contenido de humedad (C H), de 19%, además de la densidad de la madera, en el tiempo de acondicionamiento de los flitches. Se intentó obtener chapa a las 69 horas de procesamiento, siendo bastante difícil cortar la madera, por lo que se continuó con el calentamiento de los tres flitches por periodos mayores a 200 hs.

Tiempo de acondicionamiento de la madera en función de su densidad y contenido de humedad.

Los tiempos óptimos de calentamiento de la madera para su ablandamiento previo a la etapa de rebanado, se analizan considerando la relación de la densidad y del contenido de humedad de la madera para obtener chapa de alta calidad.

En el cuadro 3, se observa que los mayores tiempos de acondicionamiento se aplicaron a las maderas de densidad alta (guapinol, encino y granadillo), los cuales fueron de 224 hs, 53 hs y 40 hs, respectivamente.

El tiempo indicado para guapinol corresponde a trozas de contenido de humedad muy bajo (19.0%). En la madera de densidad media (pino), el tiempo óptimo que se determinó fue de 32 horas y en las especies de densidad baja los requerimientos de tiempo de acondicionamiento fueron de 22 hs para guanacastle y de 25 hs para cedrillo.

Estos tiempos de calentamiento presentan semejanza con lo reportado por Fleischer *op. cit.*, Feihl *Ibidem*, Feihl y Godin *idem* y por Moreno y Devlieger *id.*, en el sentido de que las especies de mayor densidad requieren más tiempo de calentamiento.

Se aprecia también el tiempo de acondicionamiento en función del contenido de humedad inicial de la madera, se observa que a menor humedad se requiere de mayores tiempos de acondicionamiento, como se reportó en encino, guapinol y granadillo con un C H de 53%, 19% y 57% con tiempos de 53 hs, 224 hs y 40 hs, respectivamente.

| ESPECIE | DENSIDAD g/cm ³ BS | HUMEDAD INICIAL % | TIEMPO DE CALENTAMIENTO (hs) | TIEMPO ÓPTIMO DE CALENTAMIENTO (hs) |
|-------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|---|
| Guapinol | 0.89 | 19 | 212 a 264 | 224 |
| Encino | 0.86 | 53 | 33 a 56 | 53 |
| Granadillo | 0.67 | 58 | 37 a 44 | 40 |
| Pino | 0.59 | 54 | 23 a 42 | 33 |
| Cedrillo | 0.48 | 87 | 24 a 26 | 25 |
| Guanacastle | 0.46 | 95 | 22 a 163 | 22 |

BS = Base peso seco.

Cuadro 3. Relación entre la densidad y la humedad de la madera con el tiempo de acondicionamiento.

En contraste, las especies de mayor C H del grupo (guanacastle, y cedrillo), con 95% y 87%, requieren de menores tiempos de acondicionamiento: 22 hs y 25 hrs. En el mismo cuadro, se observa que para la madera de pino, con un C H de 54%, se determinó un tiempo óptimo de acondicionamiento de 32 hs.

Estos períodos de calentamiento relacionados con el contenido de humedad inicial en la madera presentan semejanzas con lo reportado por Fleischer *op. cit.*, y por Lutz *Ibidem*, quienes señalan menores tiempos de acondicionamiento conforme aumenta el C H de la madera y diferencias con lo reportado por Feihl *op. cit.*, quien señala mayores tiempos de calentamiento conforme se incrementa el contenido de humedad de la madera.

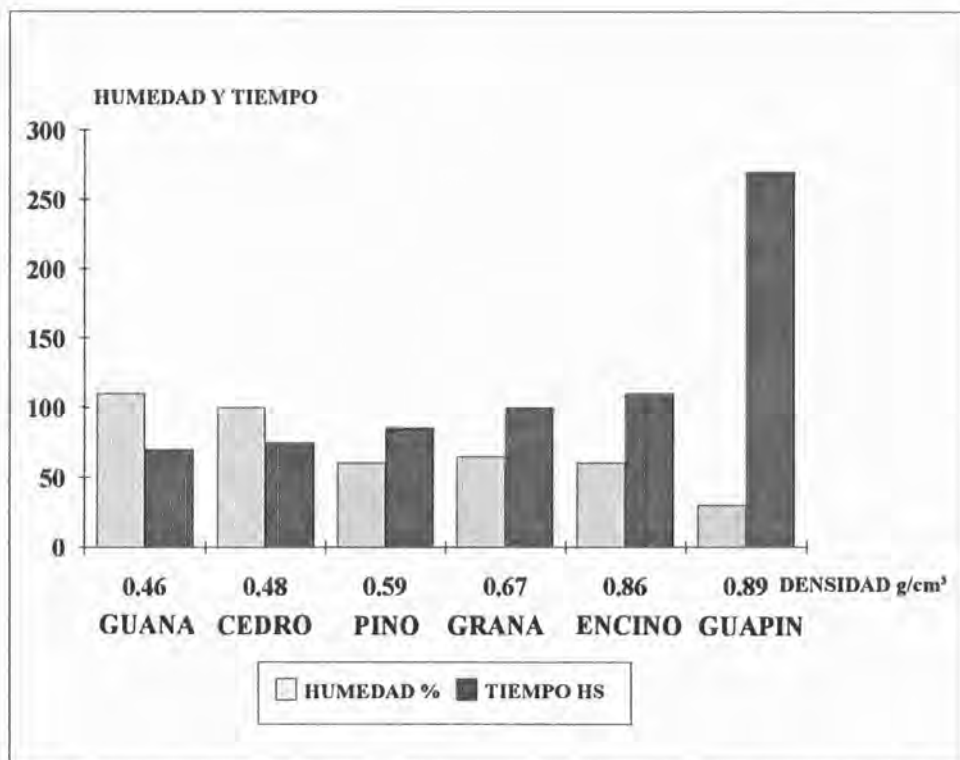


Figura N° 3. Tiempo de acondicionamiento en función de la densidad y contenido de humedad de la madera.

En la figura 3 se ilustra la interrelación del tiempo de acondicionamiento en función de la densidad y contenido de humedad de la madera de las especies estudiadas. Se observa que los mayores tiempos correspondieron a la madera de mayor densidad y a su vez a las maderas con menor contenido de humedad.

Temperatura de la madera al momento del corte.

En lo que respecta a las temperaturas requeridas en la madera para obtener chapa de buena calidad, se determinó un rango de 43 °C a 46 °C para la especie de granadillo; de 45 °C a 49 °C para el encino; para el guapinol un rango de 46 °C a 53 °C; para el pino de

40 °C a 47 °C; para el guanacastle de 23 °C a 31 °C; y para el cedrillo de 43 °C a 44 °C (vid., figura 4).

Estas temperaturas de corte se obtuvieron mediante la determinación de la temperatura de la chapa al momento del rebanado.

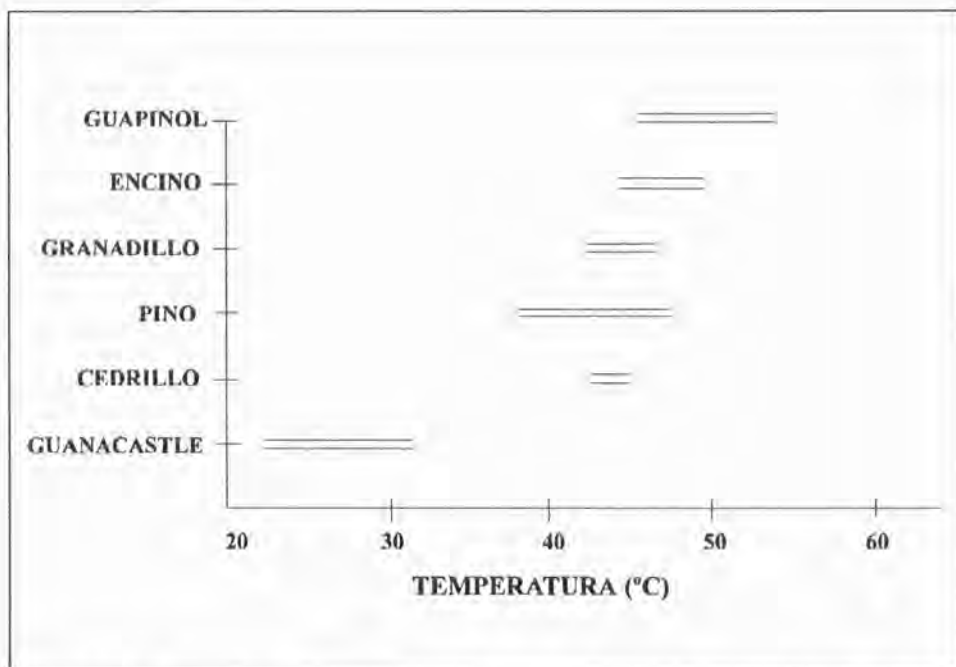


Figura N° 4. Rangos de temperatura de la madera en los que se obtuvo chapa de buena calidad.

Las temperaturas de corte indicadas se encuentran dentro de los rangos reportados por Fleischer *op. cit.*, Palka *Ibidem*, por los coautores Feihl y Godin *idem*, Lutz *ibid*, Moreno y Espejel *id*, y por Zavala *ib*.

Es conveniente enfatizar que los tiempos de acondicionamiento señalados en el cuadro 3 y en la figura 3, se determinaron para la forma de trabajo de la fábrica donde se desarrolló el estudio, operando la caldera para abastecer de calor a los tanques de calentamiento únicamente de las 6 hs a las 22 hs, y con las temperaturas del agua indicadas en la figura 2.

Cualquier variación, tanto en tiempo efectivo de calentamiento del agua, como en su temperatura, seguramente modificará los tiempos de acondicionamiento requeridos para lograr la temperatura de corte deseada.

Bajo esta consideración se sugiere tomar como referencia las temperaturas óptimas de corte de las especies analizadas para obtener chapa de buena calidad (*vid.* figura 4), y el efecto de la temperatura y del tiempo de calentamiento utilizarlos como recomendación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Del análisis de los resultados obtenidos en el acondicionamiento de los 24 cuadrados de las 6 especies estudiadas, se derivan las siguientes conclusiones:

1 La velocidad de transferencia de calor (V T C) en maderas de densidad semejante, es mayor en las de contenido de humedad más alto, requiriendo de menores tiempos de acondicionamiento.

2 Las maderas de alta densidad requirieron de mayores tiempos de acondicionamiento (40.25 hs a 53.17 hs) respecto a las maderas de menor densidad (22.26 hs a 25.02 hs).

3 Los tiempos óptimos de acondicionamiento determinados, fueron:

| | |
|---------------|---|
| - Guanacastle | 22.26 hs |
| - Cedrillo | 25.02 hs |
| - Pino | 32.50 hs |
| - Granadillo | 40.25 hs |
| - Encino | 53.17 hs |
| - Guapinol | 224.54 hs (esta última con CH = 19.0%). |

4 Las temperaturas óptimas de corte para obtener chapa de buena calidad fueron las siguientes:

| | |
|---------------|-----------|
| - Guanacastle | 27.00 °C |
| - Cedrillo | 43.86 °C |
| - Pino | 43.04 °C |
| - Granadillo | 44.83 °C |
| - Encino | 47.66 °C |
| - Guapinol | 47.75 °C. |

5 Se recomienda que para procesos de ablandamiento de trocería donde cambien las condiciones de trabajo de las fábricas en cuanto a horas efectivas de trabajo de la caldera y temperaturas de calentamiento del agua, se utilicen como referencia las temperaturas de corte señaladas en el inciso anterior, para obtener chapa de buena calidad.

Para futuros trabajos experimentales complementarios del presente estudio se sugiere:

1 Instalar un sistema automático de control de la temperatura del agua de acondicionamiento, mediante válvulas reguladoras del flujo de aceite térmico o de vapor a los tanques de calentamiento, conectadas a un termostato electrónico digital programable.

2 Implementar el registro continuo de las temperaturas de la madera y del agua, mediante la automatización del equipo, utilizando sistemas de cómputo o un graficador de tinta

3 Utilizar un termómetro eléctrico con termopares de tipo aguja para la determinación de la temperatura de corte, tomando la lectura directamente de la troza o cuadrado durante el torneado o rebanado.

BIBLIOGRAFÍA.

American Society for Testing and Materials. 1977^a. "Standard test methods for moisture content of wood". D. 2016-74. (Annual Book of A S T M Standars). Madison U S A. pp. 596 - 611,

American Society for Testing and Materials. 1977^b. "Standard test methods for specific gravity of wood-base materiales", D. 2395-69. (Annual Book of A S T M Standars). Madison U S A. pp. 696-706.

Baldwin, F. R. 1975. Plywood manufacturing practices. Miller Freeman Publications, Inc. U S A. 260 p.

Feihl, O. 1971. Heating frozen and nonfrozen veneer logs. Dep Env. Can For Serv. East. For Prod Lab. Canada. 50 p.

Feihl, O. and Godin, V. 1975. Heating veneer logs. A practical guide. Can For Serv. Technical Report N° 9. Ottawa, Ontario. Canada. 20 p.

- Fleischer, H. O. 1959. Heating rates for logs, bolts and flitches to be cut into veneer. U S D A. For Prod Lab. For Serv. Div Tim Proc. Report. N° 2149, Wisconsin. U S A. 18 p.
- Kollmann, F. F. and Kuenzi, E. W. 1975. Principles of wood science and technology II. Springer Verlag. New York. 703 p.
- Lutz, J. F. 1960. Heating veneer bolts to improve quality of Douglas-fir plywood. U S D A. Forest Service. Forest Products Lab. Madison, Wisconsin. U S A. Report N° 2182. 20 p.
- Lutz, J. F; Mergen, A. and Pazner, H. 1967. Effect of moisture content and speed of cut on quality of rotary-cut veneer. U S D A. Forest Service. Forest Products Lab. Madison Wisconsin. Research Paper FPL-0176. 13 p.
- Lutz, J. F. 1971. Wood and log characteristics affecting veneer production. U S D A. Forest Service. Forest Products Lab. Madison Wisconsin. Research Paper FPL 255. 31 p.
- Lutz, J. F. 1972. Veneer species that grow in the United States. U S D A. Forest Service. FPL 167. 127 p.
- Lutz, J. F. 1974. Techniques for peeling, slicing, and drying veneer. U S D A. Forest Service. Forest Products Lab. Madison Wisconsin. Research Paper FPL 228. 64 p.
- Lutz, J. F. and Patzer, R. A. 1976. Spin-out of veneer blocks during rotary cutting of veneer. U S D A. Forest Service. Forest Products Lab. Madison Wisconsin. Research Paper FPL 276. 23 p.
- Lutz, J. F. 1978. Wood veneer: log selection, cutting, and drying. U S D A. Forest Service. Technical Bulletin. N° 1 577. 137 p.
- Moreno, M. R. y Devlieger, S. F. S/F Influencia de los factores de la madera y de las condiciones del macerado en el tiempo de calentamiento de las trozas. Universidad Austral de Chile. Facultad Ciencias Forestales y Facultad de Ciencias Ingenieriles. Valdivia, Chile.
- Moreno, Z. C. y Espejel, E. A. L. 1983. Rendimiento y proceso de fabricación de tableros contrachapados. Compañía Forestal de Chiapas S A. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 97 p.

- Mortensen, A. W. 1974. "Block conditioning methods for improve panel yield. Modern plywood techniques". *In*: Proceedings of the Second Plywood Clinic. Vol 2. New Orleans, Louisiana. U S A. pp. 27-46.
- Palka, L. C. 1974. Veneer cutting review-factors affecting and models describing the process. Report. VP-X-135 Dep Env Can. For Serv. West For Prod Lab, Canada. 54 p.
- Peters, C. W. 1974. Peeler block preconditioning. *In*: Proceeding of the modern plywood techniques. Vol I. Ed Humbert G Lambert. Portland, U S A. 160 p.
- Robles, G. F. 1978. Propiedades y uso de 14 especies de maderas tropicales de rápido crecimiento del Campo Experimental Forestal El Tormento. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal. Vol 3. N° 16.
- Walser, D. F. 1974. "Steam-injection knife improves veneer quality". For Prod Journal. Vol 24. N° 9. pp. 70-79.
- Zavala, Z. D. 1991. "Diagnóstico de la industria de tableros contrachapados en el área metropolitana del D F". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal en México. Vol 15 N° 68. pp. 61-83.