

# CIENCIA FORESTAL

en México

ISSN 0185-2418

REV. CIEN. FOR. EN MEX. VOL. 17 NÚM. 72 178 P. MÉXICO, D. F. JUL-DIC 1992.



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.

**Secretaria 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, M Sc Alicia E. Martínez Bautista, 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. 17

JUL-DIC 1992

NÚM. 72

## CONTENIDO.

Pag.

VELOCIDAD DE GERMINACIÓN DE VEINTIÚN  
ESPECIES FORESTALES TROPICALES.

Conrado Parraguirre Lezama y Francisco Camacho Morfin. .... 3

EVALUACIÓN DEL *Pinus radiata* D. Don EN LA ZONA  
URBANA DEL DISTRITO FEDERAL.

Cecilia Nieto de Pascual Pola. .... 27

EVALUACIÓN DEL CONTROL DE *Dendroctonus  
mexicanus* MEDIANTE LA FUMIGACIÓN CON  
FOSFAMINA.

Jaime Villa Castillo. .... 55

REGENERACIÓN NATURAL EN SITIOS AFECTADOS  
POR EL HURACÁN GILBERTO E INCENDIOS  
FORESTALES EN QUINTANA ROO.

Xavier García Cuevas, Bartolo Rodríguez Santiago y Javier  
Chavelas Polito. .... 75

MÉTODOS DE PLANTACIÓN EN *Cordia alliodora* (Ruiz  
& Pav.) OKEN BOJÓN.

José Angel Contreras G. y Bartolo Rodríguez Santiago. .... 101

BOSQUEJO HISTÓRICO SOBRE DIVERSOS  
ASPECTOS DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN  
MÉXICO.

Dante Arturo Rodríguez Trejo y Antonio Sierra Pineda. .... 115

CUERPO CONSULTIVO. .... 175



# VELOCIDAD DE GERMINACIÓN DE VEINTIÚN ESPECIES FORESTALES TROPICALES.

Parraguirre Lezama Conrado \*  
Camacho Morfin Francisco \*\*

## RESUMEN.

En este trabajo se determina la velocidad de germinación de 21 especies forestales sembradas en el vivero del Campo Experimental Forestal (C E F) "San Felipe-Bacalar", estado de Quintana Roo, México, durante 1983.

Se discute la eficiencia de varias medidas de la velocidad de germinación para diferenciar la rapidez con que ocurre este fenómeno; se concluyó que los días al 75% es el índice que mejor refleja dichas diferencias. Los datos se comparan con los de otros autores.

Se recomienda continuar con este tipo de trabajo para otras especies y estudiar los mecanismos que inhiben la germinación de las especies que se desarrollan lentamente, así como determinar qué tratamientos la estimulan.

Palabras clave: Germinación, semillas, Genética Forestal, especies forestales tropicales, Quintana Roo.

## ABSTRACT.

The sprouting rate of 21 forest species planted in "San Felipe-Bacalar", Campo Experimental Forestal, (C E F) situated in Quintana Roo state, Mexico, in 1983 is determined in this study.

The efficiency of several sprouting rate measures is discussed to differentiate the rate of this phenomenon and it was concluded that 75% of days is the rate best reflecting such differences. Data here are compared to those of other authors.

\* Investigador del Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar. CIR-Sureste. I N I F A P-S A R H.

\*\* Investigador del Campo Experimental Forestal Coyoacán. CIR-Centro. I N I F A P-S A R H.

This type of work is recommended to study other species and the mechanisms inhibiting sprouting in slow development species and to determine treatments to stimulate it.

Key words: Germination, seeds, Forest Genetics, tropical forest species, Quintana Roo.

## **INTRODUCCIÓN.**

Dentro del subproyecto Tecnologías de Semillas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, I N I F A P, México, desde hace tiempo se ha establecido una línea de investigación en caracterización de semillas forestales.

En ella se pretenden estudiar aspectos anatómicos y fisiológicos que puedan aplicarse posteriormente en el establecimiento de plantaciones.

La velocidad de germinación es uno de los aspectos que se estudian en dicha línea, debido a que tiene una gran importancia práctica en la planeación de labores de cultivo en viveros forestales, así como en el establecimiento de plantaciones por el método de siembra directa en el campo.

## **OBJETIVO.**

El presente trabajo pretende:

- Analizar las características de los índices que miden la velocidad de germinación.
- Dar a conocer los resultados en siembras realizadas en el vivero del C E F "San Felipe-Bacalar", en el estado de Quintana Roo.

## **ANTECEDENTES.**

Se dice que al graficar la germinación de una muestra de semillas contra el tiempo (*vid., infra*, figura 1), típicamente se tiene una campana positivamente desviada si se trabaja

con el porcentaje sencillo y una curva sigmoide si se emplea el porcentaje acumulado; en la gran mayoría de las ocasiones, la desviación de los datos de una muestra de estas curvas es considerable<sup>1</sup>.

Así se tiene que, en ocasiones la germinación acumulada se ajusta mejor a:

- Un polinomio de cualquier grado<sup>2</sup>
- Una ecuación monomolecular
- Doble sigmoide<sup>3</sup>
- Modelo asimétrico como el de Gomperts<sup>4</sup>.

Se ha señalado que la velocidad de germinación es el tiempo que transcurre desde la siembra hasta un punto arbitrario sobre las curvas de germinación<sup>5</sup>.

De acuerdo con Morales y Camacho (*op. cit.*), dicho punto puede ser:

- a) El inicio o final de la germinación, que se abreviará con D1 y D100, respectivamente.
- b) El tiempo para alcanzar el 50% de la germinación final (D 50), o algún otro porcentaje.
- c) El momento cuando el cociente del porcentaje acumulado, dividido entre el tiempo transcurrido desde la siembra, alcanza su máximo valor.

A dicho cociente se le conoce como germinación media diaria, por lo que esta medida es el tiempo en días, a máxima germinación media diaria (D M G M D).

- d) El promedio del tiempo que las semillas de una muestra requieran para germinar (D M).

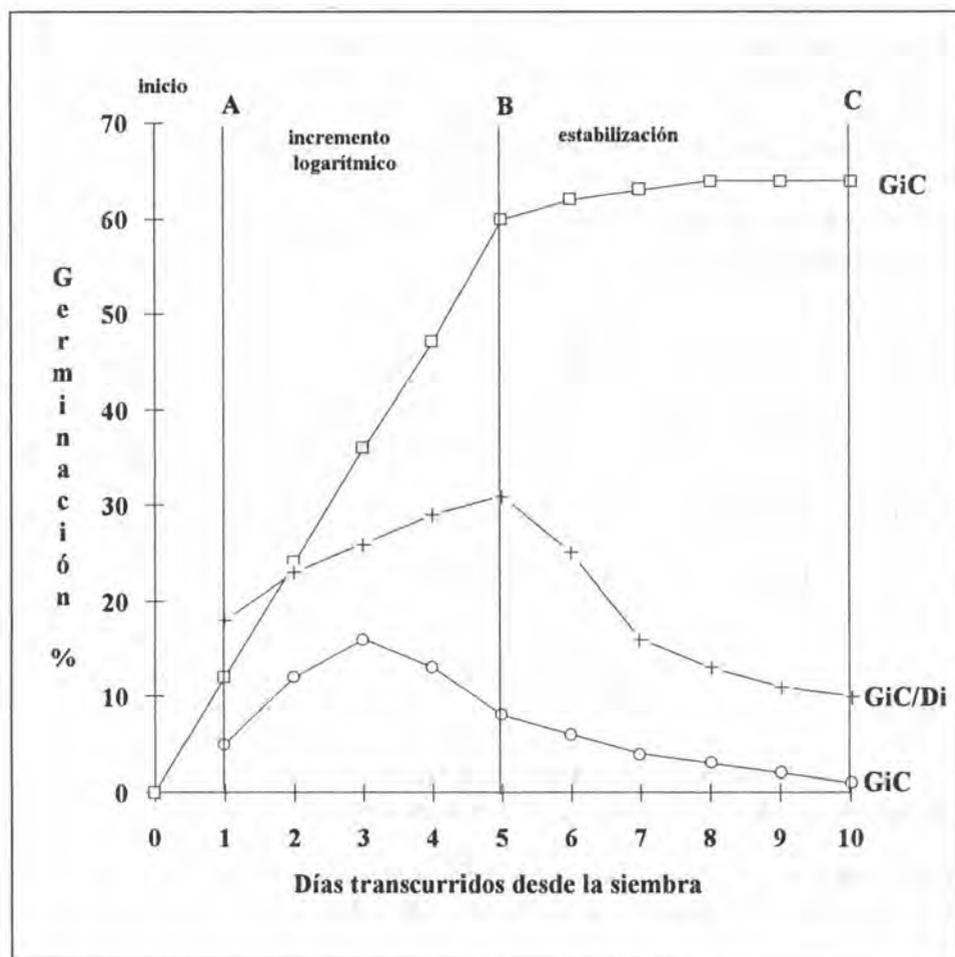
<sup>1</sup> Morales, V. G. y Camacho, M. F. 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación.

<sup>2</sup> Bould, A. and Arbor, B. M. 1981. "A model for seed germination curves". pp. 601-611.

<sup>3</sup> Janssen, J. G. M. 1973. "A method for recording curves". pp. 705-708.

<sup>4</sup> Triptan, J. L. 1984. "Evaluation of three growth curve models for germination data analysis". pp. 451-454.

<sup>5</sup> Koller, O. 1972. "Environmental control of seeds germination". pp. 2-101.



**Figura N° 1.** Curvas típicas de germinación diaria; germinación diaria acumulada y germinación media diaria, según Czabator<sup>6</sup>.

También se ha propuesto medir la velocidad de germinación en porcentaje alcanzado, por unidad de tiempo de las siguientes maneras:

<sup>6</sup> Czabator, F. J. 1962. "Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination". pp. 386-396.

- a) La suma de los cocientes que resultan de dividir el porcentaje sencillo entre el tiempo transcurrido desde la siembra<sup>7</sup>.
- b) El máximo cociente que resulta de dividir el porcentaje acumulado entre tiempo transcurrido desde la siembra<sup>8</sup>, Czabator, *op. cit.*
- c) El cociente anterior, obtenido el último día que hay germinación, Czabator *op. cit.*
- d) El promedio de los cocientes que resulta de dividir el porcentaje acumulado entre tiempo transcurrido desde la siembra, obtenidos durante el período en que hay germinación<sup>9</sup>.

La estimación de la velocidad de germinación mediante cualesquiera de estos enfoques, puede realizarse ajustando los datos de germinación de una muestra a un modelo matemático<sup>10, 11</sup>, Triptan, *op. cit.*

La gran variabilidad en la forma de las curvas de germinación, hace que esta manera de trabajar tenga siempre un componente arbitrario; además el ajuste de los modelos requiere generalmente del uso de computadora y en ocasiones de transformar los datos<sup>12</sup>, Bould, *op. cit.*, Janssen, *Ibidem*, Morales y Camacho, *idem*.

La metodología para el cálculo de la velocidad de germinación, *vid. infra*, al usar directamente los datos de formación de las semillas de una muestra (revisada por Morales y Camacho, *op. cit.*), no supone que las curvas de germinación tengan una forma dada y no requiere de procesamiento electrónico.

Como el conocimiento de la velocidad de germinación se usa para planear labores de cultivo (Orchard *op. cit.*), tales como resiembra, transplante y deshierbes, entre otras, se requiere que los datos sean concretos.

Por ello es preferible medir velocidad en tiempo requerido para alcanzar un punto dado, que en porcentaje por unidad de tiempo, ya que este último resulta abstracto cuando se usan máximos o totales, Bould *op. cit.*, Djavanshir y Pourbeik, *Ibidem*.

<sup>7</sup> Maguire, J. D. 1962. "Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour". pp. 176-177.

<sup>8</sup> Vanesse, R. G. 1974. "Measuring the active germination of *Pseudotsuga menziesii*". pp. 131-138.

<sup>9</sup> Djavanshir, M. and Pourbeik, M. 1976. "Germination value, a new formula". pp. 79-83.

<sup>10</sup> Campbell, R. M. and Sorensen, F. C. 1979. "A new basis for characterizing germination data". pp. 24-34.

<sup>11</sup> Sorensen, F. C. 1983. "Geographic variation in seedling of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) from the western siskiyou mountain of Oregon". pp. 696-702.

<sup>12</sup> Orchard, T. J. 1977. "Estimating the parameters of plant seedling emergence". pp. 61-69.

Como el promedio de los cocientes obtenidos no expresa la variabilidad que éstos tienen a lo largo del período de germinación, resulta poco representativo de la velocidad. La germinación acumulada al final del período germinativo siempre afecta a dichos cocientes, lo que no ocurre al emplear el tiempo transcurrido de la siembra a un punto dado<sup>13, 14</sup>.

Es importante que al medir la velocidad de germinación se considere la uniformidad de la misma, Heydecker *op. cit.*, ya que afecta la inclinación de las curvas, Naylor, *Ibidem*. La uniformidad de germinación se evalúa con medidas de dispersión del tiempo de germinación, Morales y Camacho, *idem*.

Aunque la velocidad de germinación es un carácter heredable, propio de una especie e incluso de una variedad<sup>15</sup>, Sorensen, *op. cit.*, resulta notablemente afectada por la edad de las semillas<sup>16</sup> y el ambiente<sup>17</sup>; por ello, los estudios que se efectúen para determinarla, se deben realizar en las condiciones típicas, tal y como se propagan las especies consideradas.

Entre los árboles forestales que habitan en los trópicos, es frecuente encontrar que las semillas se mantienen viables por poco tiempo, (algunos meses), y se requiere de condiciones especiales de almacenamiento, ya que no soportan el secado y las bajas temperaturas<sup>18, 19</sup>; por ello, generalmente se siembran tan pronto como se recolectan<sup>20</sup>.

Fors y Reyes *op. cit.*, publicó una lista del tiempo requerido para iniciar la germinación de varias especies forestales usadas en Cuba. Este autor presentó, además, datos de la evaluación de la germinación a lo largo del tiempo, de varias de ellas.

Recientemente Vega y colaboradores *op. cit.*, publicaron una lista del tiempo requerido para iniciar la germinación de 72 especies forestales tropicales que crecen en México. Estos autores realizaron siembras quincenales del mismo lote hasta que se perdió la viabilidad; los datos que presentan de DI (días al inicio de germinación), son el promedio de dichas siembras.

El U S D A<sup>21</sup>, publicó también datos de velocidad de germinación para varias especies,

<sup>13</sup> Heydecker, W. 1966. "Clarity in recording germination data". pp. 753-754.

<sup>14</sup> Naylor, R. E. L. 1981. "An evaluation of various germination indices for predicting differences in seed vigour in italian ryegrass". pp. 593-600.

<sup>15</sup> Dowker, O. Q.; Winarmo, and Fennell, J. F. M. 1981. "Germination studies on onion seeds lots". pp. 41-48.

<sup>16</sup> Aguilar, I. B. 1984. "Avalicao da qualidade fisiologica de sementes florestais". pp. 277-290.

<sup>17</sup> Woodstock, L. W. 1973. "Physiological and biochemical test for seed vigour". pp. 127-157.

<sup>18</sup> Bonner, T. B. 1981. "Storage principles for tropical tree seed". pp. 223-233.

<sup>19</sup> Vega, E. *et al.* 1981. "Viabilidad de semillas de 72 especies forestales tropicales almacenadas al medio ambiente". pp. 245-325.

<sup>20</sup> Fors y Reyes, A. J. 1967. Manual de Silvicultura.

<sup>21</sup> U S D A. 1974. Seeds of woody plants in the United States.

algunas de ellas tropicales, con datos del tiempo requerido para alcanzar el “pico”, el cual según Czabator *op. cit.*, coincide con el punto en que se obtiene el máximo cociente del porcentaje acumulado, entre los días transcurridos desde la siembra.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente trabajo se realizó en el vivero del C E F "San Felipe-Bacalar", el cual está ubicado a la altura del kilómetro 50 de la carretera Chetumal-Felipe Carrillo Puerto, en el municipio Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo.

El clima de este lugar es cálido subhúmedo con lluvias de verano.

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	$\bar{X}$
Temp media (°C)	26.2	22.2	25.7	26.1	26.1	25.6	25.9	26.0	25.5
Temp media máxima (°C)	---	31.9	32.4	32.3	32.1	31.5	32.7	33.0	32.2
Temp media mínima (°C)	---	20.1	19.2	19.8	20.2	19.9	19.4	19.0	19.6
Temp máx extrema (°C)	38.0	37.0	38.0	37.0	37.0	38.5	37.0	37.0	37.4
Temp mín extrema (°C)	9.0	8.0	7.0	12.0	10.0	8.0	8.0	7.0	8.6
Precipitación total (mm)	1 380	1 241	1 209	1 667	1 469	1 453	1 015	865	1 287
Evaporación total (mm)	1 683	1 600	1 240	1 111	1 273	1 034	1 145	1 736	1 353

**Cuadro N° 1.** Resumen de los datos meteorológicos registrados en la estación del C E F “San Felipe-Bacalar”

Las semillas se colectaron de febrero a noviembre de 1983; las especies trabajadas y su fecha de recolección se presentan en el cuadro 2.

Después de cosechar las semillas, éstas se limpiaron y se pusieron a germinar en camas semilleras de 8 metros de largo por un metro de ancho; dichas camas tienen un metro de altura a partir del suelo y están construidas de bloques, con una profundidad de 20 centímetros.

Como sustrato para la siembra se empleó una mezcla de ya'axmon (tierra negra), con kancab (tierra roja) en proporción de 1:1 v/v.

Las semillas se colocaron en líneas con una separación de 10 centímetros entre si y otro tanto entre las semillas; por lo general se sembraron 2 repeticiones de 10 semillas cada una.

El bajo número de repeticiones se debió a que los lotes recolectados eran pequeños y las siembras se hicieron originalmente para determinar el potencial de germinación de dichos lotes.

La profundidad de siembra varió de acuerdo con el tamaño de las semillas, pero se pueden establecer dos grupos con características similares:

a) Semillas grandes como kanisté, ramón, melina, zapote, siricote, negrito, caracolillo y katalox; fueron sembradas a una profundidad de 4 cm, aproximadamente.

b) Semillas pequeñas que comprenden todas las demás especies (excepto caoba); se sembraron a 2 cm de profundidad, aproximadamente.

El caso de la caoba es especial, ya que estas semillas se sembraron siguiendo la práctica común en la zona, que consiste en colocarlas con el lugar donde se encontraba el ala hacia arriba e inclinadas unos 45°, ya que esto facilita la emergencia de las plántulas.

Las semillas de huaxin y tzalam se escarificaron, cortándoles un trozo de la testa a un lado del lugar donde emerge la radícula.

Los riegos se llevaron a cabo cada tercer día en época de secas; cuando se presentaron las de lluvias, se regó únicamente en caso de necesitarse, con intervalos de hasta 5 días.

NOMBRE		FECHA	
Común	Científico	Recolección	Siembra
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	15-V-84	15-V-84
Balché	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	19-IV-83	22-IV-83
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	24-III-83	6-IV-83
Caracolillo	<i>Mastichodendrum capiri</i>	22-IV-83	28-IV-83
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	20-II-84	23-IV-84
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	13-IV-83	19-IV-83
Chechem	<i>Metopium Brownei</i>	7-VIII-83	26-VIII-83
Chit	<i>Trinax radiata</i>	27-X-83	27-X-83
Huaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	20-V-83	9-VIII-83
Jabín	<i>Piscidia communis</i>	8-VI-83	16-VI-83
Kanasín	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	18-IV-83	22-IV-83
Kanisté	<i>Pouteria campechiana</i>	24-VIII-83	2-IX-83
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	19-IV-83	27-IV-83
Machiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	22-XI-83	30-IX-83
Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	19-IV-83	27-IV-83
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	16-VI-83	22-VI-83
Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	20-V-83	25-V-83
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	21-VI-83	26-VII-83
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	30-V-83	22-VI-83
Tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	15-IX-83	27-IX-83
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	13-VI-83	22-VI-83

**Cuadro N° 2.** Fechas de siembra y recolección de las especies estudiadas.

Después de la siembra se hicieron observaciones diarias (excepto los fines de semana),

para contar el número de plántulas emergidas.

Con el promedio de los datos obtenidos en las repeticiones para cada especie, se calcularon los siguientes índices, de acuerdo con las recomendaciones de Morales y Camacho *op. cit.*

1.	Días a inicio de germinación	(D1)
2.	Días al 100% de la germinación alcanzada	(D100)
3.	Días al 50% de dicha germinación	(D50)
4.	Días al 75%	(D75)
5.	Días medios	(DM)
6.	Días a máxima germinación media diaria	(DMGMD)
7.	Desviación típica del tiempo medio de germinación	(DT)
8.	Intervalo intercuartilar	(IC)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La necesidad de disponer de información acerca de la velocidad de germinación para el manejo de semillas forestales, fue reconocida por Fors y Reyes *op. cit.*; posteriormente, Orchard, *op. cit.* ha puntualizado también en este aspecto; Woodstock, *Ibidem*, ha reconocido que no es un problema fácil de solucionar ya que el ambiente ocasiona fuertes variaciones.

No obstante que el análisis de los datos de cualquier conjunto de siembras no puede dar un resultado definitivo, la planificación de las actividades en los viveros requiere conocer, cuando menos en términos generales, cuánto tiempo tardan en germinar las semillas de determinada especie.

Otro problema que se enfrenta al tratar de establecer la velocidad de germinación de un conjunto de especies, es elegir la medida que mejor refleje las diferencias en velocidad y que además resulte práctica y de la mayor utilidad.

Los datos sobre velocidad de germinación publicados por Vega y colaboradores *op. cit.*, además de tener la limitante de promediar los resultados obtenidos con semillas recién cosechadas, con los que se obtuvieron de semillas envejecidas; permiten concluir que el índice empleado no es representativo de la forma como germinó la mayoría de las semillas de las muestras.

Debido seguramente a la primera limitante, los datos de estos autores muestran en general un retraso con respecto a los obtenidos en el presente trabajo (*cf.* cuadro 3).

La falta de representatividad de la velocidad de germinación de las semillas de una muestra, que se tiene con los días a inicio y al 100%, se debe a que su valor depende de lo que tardan en germinar una o unas cuantas semillas.

Esto se pone de manifiesto para los días a inicio, al comparar la velocidad de germinación de kanasin con la de machiche, la cual, según este índice, es más rápida en la primera especie, mientras que el resto de las medidas indican que el kanasin tiene una germinación más lenta que el machiche (*vid.*, figuras 2 y 3 ).

Para los días al 100%, se tiene la misma situación al comparar los resultados obtenidos en esta última especie con los de chacá (*vid.*, *infra*, figura 2).

Los datos de los días a inicio resultan de utilidad únicamente en especies de rápida germinación como el huaxin, que en un lapso de 3 a 5.26 días inicia la germinación al alcanzar el 75% del total.

En esta especie iniciar una labor como el trasplante, 5 o 6 días después de iniciada la germinación resulta conveniente, ya que hay un gran número de plantas emergidas.

En cambio, en especies de germinación lenta como el kaniste, que inició la germinación hasta los 53 días y alcanzó el 50% a los 81 días (*vid.*, cuadro 3 y figura 5), sería absurdo empezar a transplantar unos cuantos días después de iniciada la germinación.

Expresar la velocidad de germinación mediante el promedio del tiempo de emergencia, tiene como ventaja que se toman en cuenta todos los datos disponibles en el cálculo; lo que no ocurre al emplear días al 50% ó 75%, cuya estimación sólo emplea las dos o tres primeras cuartas partes de los datos obtenidos, Orchard, *op. cit.*

Esta última característica de los cuartiles, puede ser más ventajosa que limitante, ya que los resultados son poco afectados por las semillas débiles, que germinan después del "período enérgico de la germinación", el cual según Czabator *op. cit.* termina cuando se alcanza la máxima germinación media diaria.

Esto es evidente al analizar los resultados obtenidos en jabín donde el 75% de germinación se alcanzó entre los 6 y 11 días, mientras que el 25% restante se completó hacia los 32 días; esta última cuarta parte produjo un retraso en los días medios y amplió la desviación típica, de modo que éstos superaron en valor a los días al 75%, y éste superó al intervalo intercuartilar.

Lo anterior prueba el efecto que tiene sobre las primeras medidas, la germinación que ocurre fuera del "período enérgico", la cual produce plántulas con pocas probabilidades de sobrevivir, de acuerdo con Czabator *op. cit.*

Tanto los días al 50% como al 75%, fueron poco afectados por la germinación que ocurrió después del onceavo día.

ESPECIE	D 1	D 100	D M	D T	D 50	I C	D 75	D M G M
Huaxim	3	8	5.86	0.72	4.45	0.81	5.26	6
Tzalam	8+ 9*	20	9.46	3.13	7.69	0.53	8.43	8
Jabín	6+ 9	32	10.86	5.86	7.94	2.34	10.55	11
Amapola	5+ 6	13	10.97	2.56	8.92	2.70	11.01	13
Maculís	7+ 1	27	10.74	3.85	7.90	2.66	12.00	12
Chechem	7 - 1	31	12.90	6.18	9.82	2.74	13.00	14
Melina	8+ 1	26	13.29	4.55	11.22	2.16	13.41	14
Ramón	10+ 18	24	15.09	3.65	13.29	2.74	16.15	17
Balché	10+ 0	39	17.13	7.72	13.62	4.07	19.33	14
Siricote	12+ 3	47	22.24	7.70	18.80	3.81	21.74	22
Chacá	13+ 7	55	17.39	4.79	16.67	4.14	21.77	17
Cedro	11- 1	30	23.77	3.81	16.54	4.66	22.42	24
Machiche	16+ 5	35	22.92	5.82	19.90	2.84	23.15	22
Caoba	15+ 5	40	24.37	4.51	21.62	1.73	25.09	28
Negrilo	16+ 8	48	28.18	6.34	28.60	0.01	28.63	29
Kanasín	14	45	28.60	7.91	25.77	5.71	31.35	39
Katalox	19+ 2	47	32.45	6.80	30.17	3.73	34.68	44
Zapote	28- 9	58	37.97	7.74	34.41	4.98	40.20	47
Caracolillo	33	63	40.90	7.45	37.94	5.04	43.36	46
Kanisté	53+ 15	117	82.71	18.96	81.50	7.98	97.14	108
Chit	93	174	128.90	18.41	125.73	8.63	143.00	154

\* Diferencia con respecto a los datos de Vega, *op. cit.*

D 1 = Días a inicio de germinación

D M = Días medios

D 50 = Días al 50% de la germinación alcanzada

D 75 = Días al 75 % de la germinación alcanzada diaria.

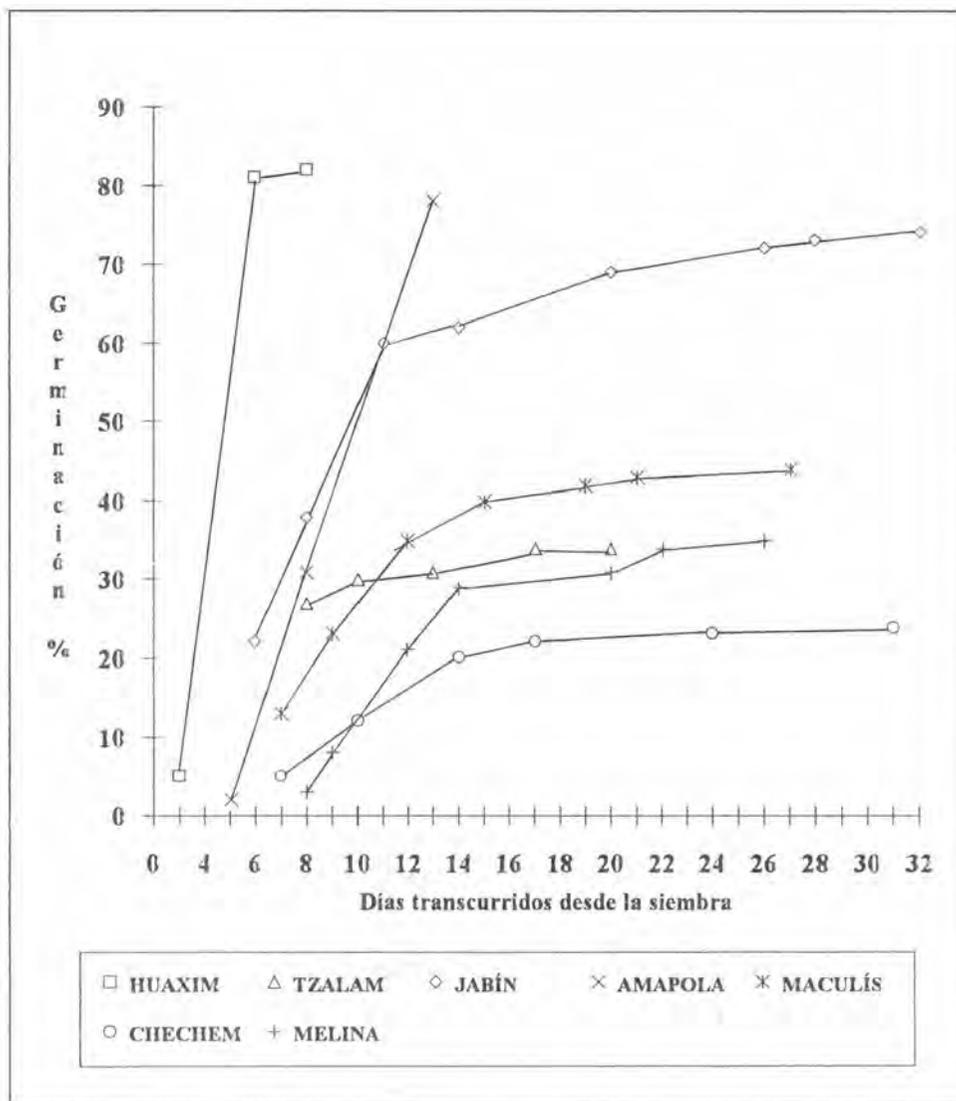
D 100 = Días al 100% de la germinación alcanzada

D T = Desviación típica.

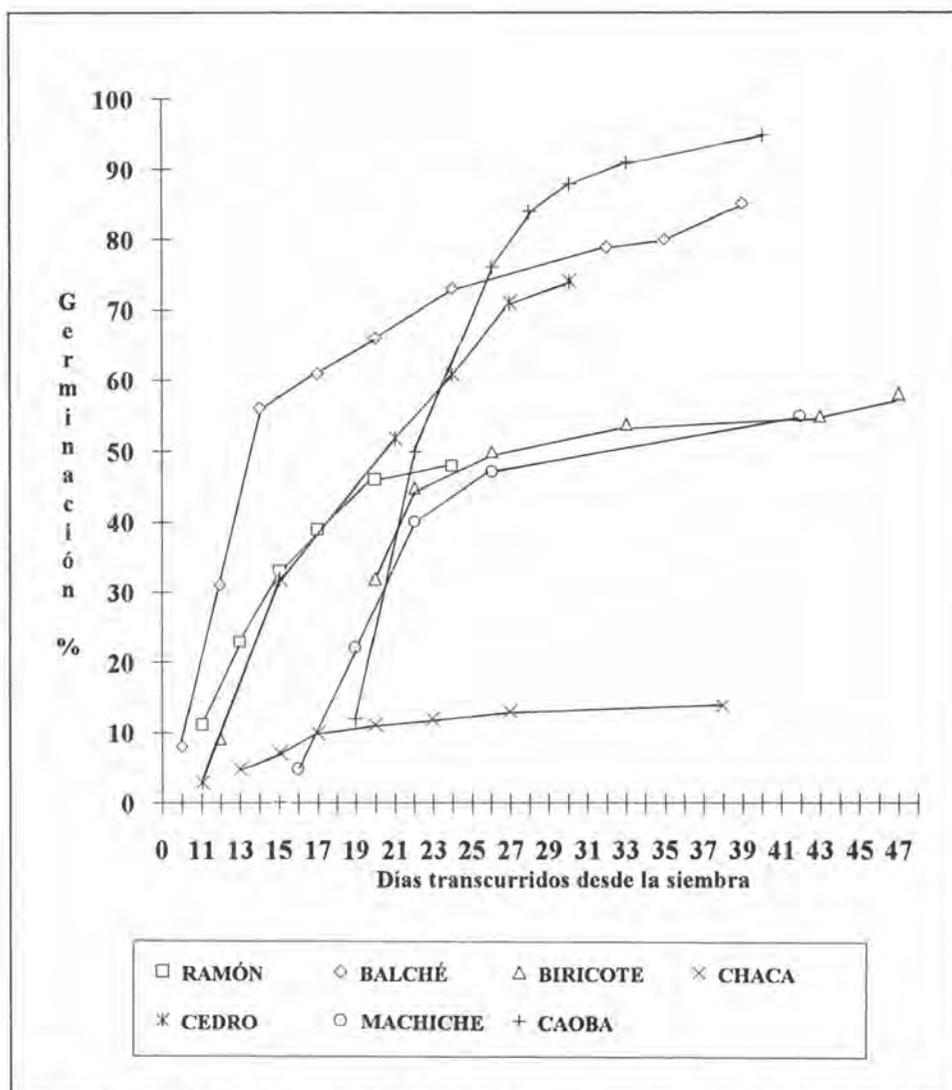
I C = Intervalo intercuartilar.

D M G M D = Días a máxima germinación media

**Cuadro 3.** Resultados de las pruebas de germinación en vivero de veintiún especies forestales tropicales.



**Figura N° 2.** Especies de rápida velocidad de germinación; D 75, menos de 14 días.



**Figura N° 3.** Especies de velocidad de germinación intermedia; D 75, entre 14 y 28 días.

Se sabe que la inclinación de las curvas de germinación es influida por la uniformidad de ésta (Naylor *op. cit.*); por ello cuando se estima la velocidad con medidas de tendencia

central, como días medios o al 50%, se debe indicar la dispersión en el tiempo requerido para germinar, a fin de tener una mejor idea de dicha velocidad, Orchard *op. cit.*

Esta forma de estudiar la velocidad de germinación no resulta adecuada en ocasiones, ya que no es fácil determinar subjetivamente hasta dónde la uniformidad de germinación afecta la rapidez con que germinan las semillas; por ejemplo, en tzalam y maculís, los días medios y al 50%, (*vid.*, cuadro 3), tienen valores cercanos.

Lo mismo es para la desviación típica, por lo cual, estas medidas indican velocidades de germinación similares; sin embargo, hay una mayor diferencia en los intervalos intercuartilares, por ello, es difícil determinar con estas medidas hasta dónde es similar la germinación de estas especies.

Las diferencias en velocidad de germinación entre el tzalam y el maculís se aprecian con más claridad al usar los datos de días al 75% y a máxima germinación media diaria.

Quizá el cálculo de esta última medida sea más fácil que el de la primera, pero se tiene el problema de que su estimación supone que la curva de germinación es sigmoide, por lo tanto alcanza un punto donde la germinación media diaria tiene un máximo, lo cual no siempre ocurre, Bould, *op. cit.*

Por ello, resulta más recomendable emplear los días al 75%, los cuales no requieren suponer que la curva de germinación tiene una forma dada, en razón de lo cual, en este trabajo obtuvieron valores cercanos a los días a máxima germinación media diaria.

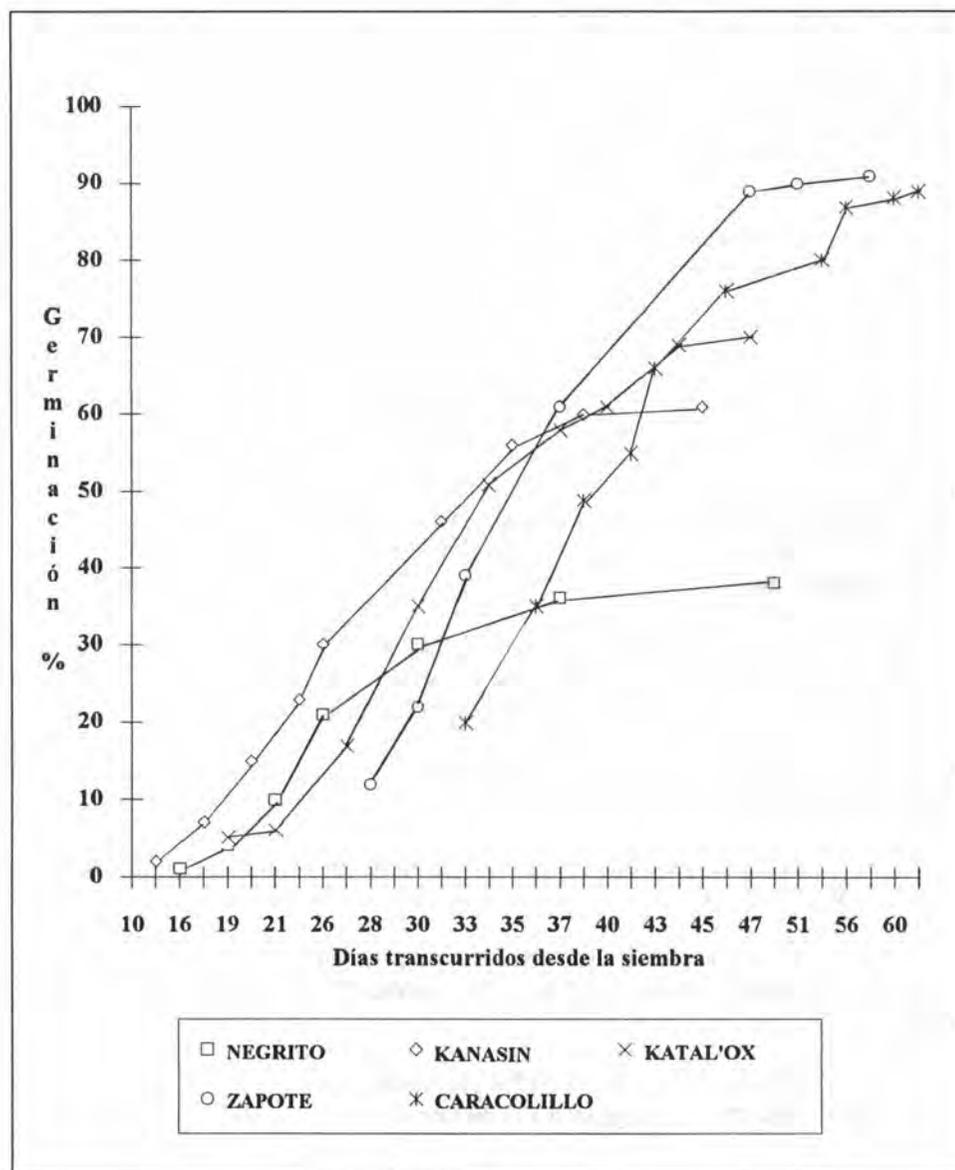
Con fundamento en lo anterior, se pueden dividir las especies trabajadas en los siguientes grupos de velocidad:

a) Semillas que tardan en germinar menos de dos semanas; con valores de 5.25 días al 75% en huaxin, a 13.41 días en melina, *vid supra*, figura 2.

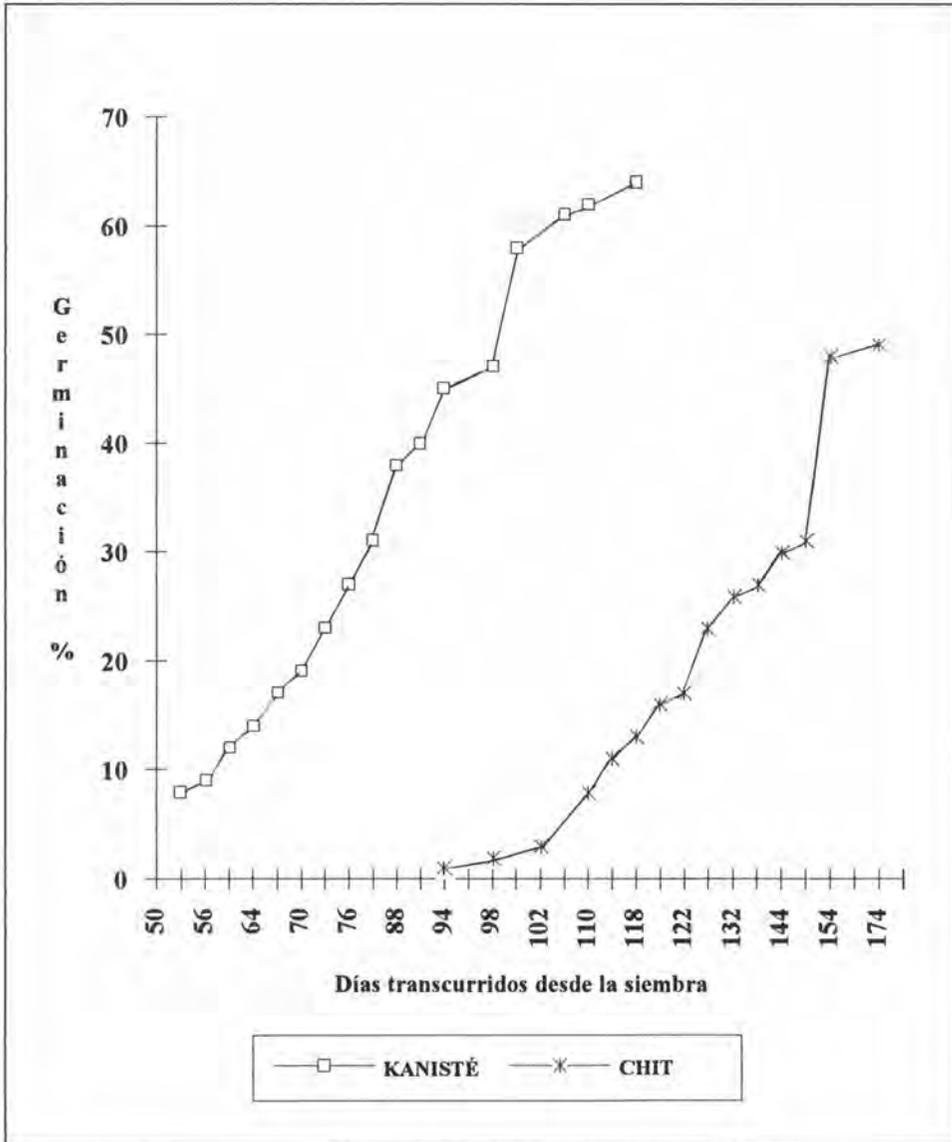
b) Semillas que alcanzan el 75% de germinación entre las dos y cuatro semanas, con valores extremos de 16.15 días en ramón, a 25.09 días en caoba, *vid., supra*, figura 3.

c) Semillas que logran el 75% de germinación en más de cuatro semanas con un mínimo de 28.63 en negrito, a 133 días en Chit, *vid., infra*, figuras 4 y 5.

Es interesante señalar que en el último grupo se pueden encontrar especies que presenten dormición y hay que resaltar la importancia de conocer la velocidad de germinación, ya que puede servir para establecer qué especies requieren de un tratamiento para estimular este proceso.



**Figura N° 4.** Especies de lenta velocidad de germinación; D 75, entre 28 y 48 días.



**Figura N° 5.** Especies de muy lenta velocidad de germinación; D 75, más de 90 días.

## RECOMENDACIONES.

- Es conveniente que se continúe con trabajos que permitan conocer el tiempo de germinación de especies forestales.

- Una posibilidad de lograr este conocimiento, es trabajar en siembras de vivero, de distintos lotes de diversas especies, durante varios años, para establecer en diferentes localidades los valores máximo, mínimo y más frecuentes, del tiempo de germinación de cada especie.

- Se podría también hacer un trabajo más preciso al someter a germinación, semillas en gradientes ambientales para ajustar modelos que permitan pronosticar la velocidad de germinación.

- Como variable para medir el tiempo de germinación se sugiere usar los días al 75%, cuyo cálculo se detalla en la metodología *vid., infra*, tomada de Morales y Camacho, *op. cit.*

- Se recomienda detectar los mecanismos inhibidores en las especies con lenta germinación, para poder establecer los tratamientos que puedan estimularla.

## AGRADECIMIENTOS.

El presente estudio fue posible gracias al apoyo de las autoridades del I N I F A P, especialmente a las facilidades proporcionadas por el ingeniero Antonio Sánchez Martínez para la realización del análisis y discusión de los resultados, así como para la elaboración del escrito.

A la ingeniero agrícola María Luisa Orozco, quien colaboró en el procesamiento de los datos.

Al personal del vivero del C E F "San Felipe-Bacalar", quienes ayudaron a la realización de las siembras y en la toma de datos del trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar, I. B. 1984. "Avaliação de qualidade fisiologica de sementes florestais". *En: Simposio Internacional. Métodos de produção e controle de qualidade de sementes a mudas florestais.* marzo 19-23. Curitiba, Brasil. pp. 277-290.
- Bonner, T. B. 1981. "Storage principles for tropical tree seed". *En: Memoria de la reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales. Tomo I. Publicación Especial N° 35.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. pp. 223-233.
- Bould, A. and Arbor, B. M. 1981. "A model for seed germination curves". *Seed Sci. & Technol.* N° 9. pp. 601-611.
- Campbell, R. M. and Sorensen, F. C. 1979. "A new basis for characterizing germination data". *Journal of seed technology* N° 4. pp. 24-34.
- Czabator, F. J. 1962. "Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination". *Forest Science* Vol 4, N° 8. pp. 386-396.
- Djavanshir, M. and Pourbeik, M. 1976. "Germination value, a new formula". *Silvae Genetica.* Vol 2. N° 25. pp. 79-83.
- Dowker, O. Q; Winarmo, and Fennell, L, J. F. M. 1981. "Germination studies on onion seeds lots". *Horticultural Research.* Vol 1, N° 21. pp. 41-48.
- Fors y Reyes, A. J. 1967. Manual de Silvicultura. Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. IV edición. La Habana, Cuba. 251 p.
- Heydecker, W. 1966. "Clarity in recording germination data". *Nature London.* N° 210. pp. 753-754.
- Janssen, J. G. M. 1973. "A method of recording curves". *Ann Bot.* N° 37. pp. 705-708.
- Koller, O. 1972. "Environmental control of seed germinating". *In: Seed Biology.* Ed. Kozlowsky, T T. Academic Press. New York. pp. 2-101.
- Maguirre, J. D. 1962. "Speed of germination. - Aid in selection an evaluation for seedling emergence and vigour". *Crop Science* N° 2. pp.176-177.
- Morales, V. G. y Camacho, M. F. 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación. *En: Memorias de la III Reunión Nacional de Plantaciones Forestales.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México.

- Naylor, R. E. L. 1981. "An evaluation of varios germination indices for predicting differences in seed vigour in italian ryagrass". *Seed Science & Technology*. N° 9, pp. 593-600.
- Orchard, T. J. 1977. "Estimating the parameters of plant seedling emergence". *Seed Science & Technology*. Vol 1. N° 5. pp. 61-69.
- Sorensen, N, F. C. 1983. "Geografic variation in seedling of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) from the western siskiyou mountain of Oregon". *Ecology*. Vol 4. N° 4. pp. 696-702.
- Triptan, J. L. 1984. "Evaluation of three growth curve models for germination data analysis". *Jour Amer Soc Hort Sci* Vol 4. N° 109. pp. 451-454.
- United States Departament of Agriculture. Forest Service. 1974. Seeds of woody plants in United States. U S D A. Agric. Handbook. N° 405. 833 p.
- Vanesse, R. G. 1974. "Measuring the active germination of *Pseudotsuga menziesii*". *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*. Vol 2. N° 9. pp. 131-138.
- Vega, E, C; Patiño, V, F. y Rodríguez, P, A. A. 1981. "Viabilidad de semillas de 72 especies forestales tropicales almacenadas al medio ambiente". *En: Memoria de la Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales. Tomo I. Publicación Especial N° 35. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México D F.* pp. 325-245.
- Woodstock, L. W. 1973. "Physiological and biochemical test for seed vigour". *Seed Science & Technology* N° 1. pp. 127-157.

## APÉNDICE.

### Metodología para estimar la velocidad y uniformidad de germinación<sup>22</sup>.

La velocidad de germinación es el tiempo transcurrido desde la siembra hasta un punto arbitrario sobre las curvas de germinación, según la definición dada por Koller, *op. cit.*

Diversos autores como, Manjarrez en 1980; Nikolaeva en 1969 y los coautores Vega, Patiño y Rodríguez, *op. cit.*, han señalado que una manera de estimar la velocidad de germinación es por medio de los días requeridos para iniciar la germinación, o para que germinen todas las semillas viables de una muestra.

Se llaman días a inicio (D 1), y días al 100% de la capacidad germinativa (D 100), respectivamente; su estimación es sencilla: D1 es el primer dato de la columna Di y la segunda (D 100), el último de ésta cuando hubo germinación. (*cf.* en el cuadro 1 a. D 1 = 2 y D 100 = 9).

Esta forma de estimar la velocidad de germinación, no permite saber cuánto tiempo requiere para germinar la mayoría de las semillas, ya que su cálculo se fundamenta en valores extremos.

Se puede tener una estimación más representativa, al calcular el tiempo requerido para alcanzar un porcentaje dado o la media, Orchard *op. cit.*

Los días a un porcentaje dado (*vid., infra*, cuadro 1 a), se obtienen al buscar en la columna Ai el porcentaje equivalente (E), que es la capacidad germinativa + 1, multiplicada por el porcentaje dado, expresado en decimales.

Si el valor de E se localiza en dicha columna, se anotan los correspondientes Di; si no, se usará la siguiente fórmula adaptada de los coautores Snedecor y Cochran en 1967:

$$\text{Días a un \% dado} = D + \frac{I(E - Ae)^*}{Ge}$$

\* Cuando la capacidad germinativa es menor del 50%, es conveniente multiplicarse

<sup>22</sup> Tomado de Morales y Camacho, *op. cit.*

tanto  $G_i$  como  $A_i$  en las columnas por una corrección  $c = 100/\text{capacidad germinativa}$ , para disponer del porcentaje total alcanzado.

donde:

- $A_e =$  el valor de  $A_i$  menor, más cercano al valor de  $E$ .
- $D =$  a los días transcurridos para alcanzar  $A_e$  en el conteo inmediato anterior al que tiene la  $A_i$  mayor, más cercana a  $E$  (*vid.*, ejemplo IV).
- $I =$  al tiempo transcurrido desde  $D$  hasta el siguiente conteo.
- $G_e =$  al valor presente en la columna  $G_iC$  en el primer conteo posterior a  $D$ .

Para aclarar el uso de esta fórmula, se presentan los siguientes ejemplos, desarrollados con datos del cuadro 1 a:

**I. Días al vigésimo quinto porcentaje o D 25:**

$$E = (64 + 1) (0.25) = 16.25$$

$$D = 1$$

ya que se hicieron conteos diarios, se sabe que ese día no hubo germinación;

con lo que  $A = 0$  y  $G_e = 26$ , sustituyendo:

$$D_{25} = 1 + \frac{1(16.25 - 0.60)}{25} = 1.62$$

**II. Días al 50%, a la mediana o D 50:**

$$E = 32.50$$

$$D_{50} = 3 + \frac{1(32.50 - 30.00)}{18} = 3.14$$

**III. Días al 75% o D 75:**

$$E = 48.75$$

$$D_{75} = 4 + \frac{1(48.75 - 40.00)}{12} = 4.06$$

**IV. Días al 95% o D 95:**

$$E = 61,75$$

$$D95 = 6 + \frac{1(61,75 - 60,00)}{2} = 6,87$$

Nombre de la especie _____		Fecha de siembra _____								
Tratamiento _____		Tamaño de muestra <b>50</b>								
FECHA	DI	GI	GIC	GiCDi	$\Sigma GiC=AI$	$GMDi=AI/Di$	$\Sigma GMDi$	Ni	$\Sigma GMDi/Ni$	$\Sigma GMDi/Ni \times Ai/10$
	2	13	26	52	26	13.000	13.000	1		
	3	2	4	12	30	10.000	23.000	2	11.500	34.500
	4	9	18	72	48	12.000	37.000	3	12.333	59.198
	5	6	12	60	60	12.000	49.000	4	12.250	73.500
	6	0	0	0	60	10.000	59.000	5	11.800	70.800
	7	1	2	2	62	8.857	67.857	6	11.309	70.116
	8	0	0	0	62	7.750	75.607	7	10.801	66.966
	9	1	2	2	64	7.111	82.718	8	10.339	66.169
	10	0	0	0	64	6.400	89.118	9	9.902	63.373
	<b><math>\Sigma = 32</math></b>									

C = 100/tamaño de la muestra , es decir 100/50 = 2

**Cuadro N° 1 a.** Forma propuesta para toma de datos de germinación<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Tomado de Morales y Camacho, *op. cit.*, La forma empleada en este trabajo es la que originalmente presentaron los autores en la III Reunión Nacional de Plantaciones Forestales, ya que la que aparece en las memorias de dicha reunión, presenta algunas modificaciones.

Orchard *op. cit.* define a la uniformidad de germinación como la magnitud de las diferencias en tiempo de germinación de semillas individuales de una muestra que se evalúa usando medidas de dispersión.

Los mencionados autores Manjarrez y Nikolaeva señalaron que la uniformidad de germinación se puede estimar mediante el período germinativo, que se obtiene restando los días a inicio de germinación, de los días al 100%, en el ejemplo:

$$D 100 - D 1 = 9 - 2 = 7.$$

De acuerdo con Orchard *op. cit.*, también se puede usar la desviación con respecto a la media o a la mediana; en el primer caso se trata de calcular la desviación típica (S) con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (GiC) (Di - D)^2}{(\sum GiC) - 1}}$$

Cuya aplicación se efectúa en las columnas libres de la forma.

La desviación respecto a la media se estima al calcular el intervalo intercuartilar (I C), así:

$$I C = \frac{D 75 - D 25}{2}$$

Sustituyendo los datos del cuadro 1 a, que fueron procesados al hablar de los días a un porcentaje dado, se tiene:

$$I C = \frac{4.06 - 1.62}{2} = 1.22$$

# EVALUACIÓN DEL *Pinus radiata* D. Don EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO FEDERAL

Nieto de Pascual Pola Cecilia \*

## RESUMEN.

Durante los 70's, el *Pinus radiata* D. Don se incorporó masivamente como especie para reforestar en el Distrito Federal.

Se evaluó el comportamiento de la población urbana a más de una década de su plantación en 12 de las 16 delegaciones políticas. Se tomó una muestra de 200 individuos por delegación, a los que se les midieron sus caracteres dasométricos, y se identificaron síntomas de daños, y aun organismos responsables.

Los resultados indican que en la delegación Xochimilco se presenta el mayor número de individuos sanos.

El 67.50% del arbolado manifiesta daños, y el síntoma de deterioro más común es la hiperfoliación, con la que se da una relación de dependencia con las coberturas.

Palabras clave: Dasonomía Urbana, *Pinus radiata*, Distrito Federal.

## ABSTRACT.

*Pinus radiata* D. Don was largely planted in Mexico city during the 70's.

Under urban conditions, the population was studied after more than a decade of having been planted, in twelve out of the sixteen political delegations that make up Distrito Federal. Assessment over a sample of 200 trees of each delegation was made considering dasometric elements as well as visible symptoms, taking samples of injury and associated organisms as plausible cause.

\* Bióloga. M. C. Investigadora del Campo Experimental Forestal Coyoacán, CIR-Centro. INI F A P - S A R H

Results show that the largest number of healthy trees are in Xochimilco delegation. 67.50% of forest population show damage, and the most frequent symptom is hyperfoliation, with which over holds a dependent relation.

Key words: Urban Forestry, *Pinus radiata*, Distrito Federal.

## INTRODUCCIÓN.

Dentro de las investigaciones en materia de dasonomía urbana, la evaluación de las poblaciones forestales existentes en las áreas verdes, arroja información interesante sobre las especies en su relación con el medio, manifiesta en su desarrollo, vigor y sanidad.

En el caso del arbolado, es importante tal relación cuando se trata de especies de hábitat naturalmente silvestre, los que ante el cambio de condiciones ecológicas, pueden enfrentar resultados desfavorables.

El pino radiata, pino insigne o pino de Monterey (*Pinus radiata* D. Don) se incorporó al Distrito Federal (D F), en la década de los 70 como una opción en la forestación de las áreas verdes urbanas.

Independientemente de los motivos que dieron origen a esta determinación, lo cierto es que, cuando los árboles de esta especie alcanzan su desarrollo pleno, se constituyen en ejemplares de gran belleza, por su forma, su color y sus dimensiones; lógicamente, resuelven inquietudes paisajísticas en forma muy satisfactoria.

Así, por ejemplo, en un entorno rural, se aprecian vigorosas plantaciones de esta especie, que hicieron posible la restauración de suelos degradados.

Pero así como es una especie estética de rápido crecimiento, aprovechable para una multivariedad de propósitos, tales como: formadora de cortinas rompe-vientos; para la obtención de celulosa, papel y madera, entre otros usos<sup>1</sup>, tiene una fuerte susceptibilidad a la infestación por insectos y patógenos<sup>2</sup>, como lo señaló Hernández<sup>3</sup> (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 60)

Lo anterior, lógicamente ha desencadenado mucha controversia en torno a su propagación.

Desde el punto de vista taxonómico, la especie ha sido descrita en su hábitat natural,

<sup>1</sup> Phillips, R. 1985. Los árboles.

<sup>2</sup> Salinas-Quinard, R. y Gómez-Nava, M. S. 1975. Enfermedades del *Pinus radiata* D. Don.

<sup>3</sup> Hernández H, M. S. 1986. "Observaciones sobre los insectos que dañan a *Pinus radiata* en la región central de México", pp.75-84.

tanto en Estados Unidos por Baerg<sup>4</sup>, como en México por Martínez<sup>5</sup>; sin embargo, sus características fisonómicas en territorio urbano, no han sido destacadas.

En el caso particular de la zona urbana del Distrito Federal, las especies forestales han adquirido especial significación por la apremiante necesidad de recuperar la calidad del aire, aspecto prioritario en la actualidad.

Por todo lo anterior, se planteó el interés por conocer diferentes poblaciones de *Pinus radiata*, como conífera ornamental que ha brindado muy satisfactorios resultados en España, Canadá, y Nueva Zelanda.

## **OBJETIVO.**

En este trabajo, se planteó el siguiente objetivo:

- Establecer un diagnóstico cuantitativo del estado de salud y deterioro de los árboles de *Pinus radiata* D. Don en la zona urbana del D F.

Por tratarse de una especie que vegeta en México, y cuyo hábitat natural se ubica en una extensión muy reducida en el territorio nacional:

- Se describe brevemente el entorno ecológico original, y, por otra parte, el que corresponde a la ciudad de México, información que aporta elementos relevantes de comparación.

## **MARCO DE REFERENCIA.**

### **El *Pinus radiata* en su ecosistema original.**

Este pino crece en una zona reducida de la costa occidental de Estados Unidos, Baerg *op. cit.* y en las islas de Guadalupe y Cedros en Baja California<sup>6</sup>, donde se considera en extinción.

<sup>4</sup> Baerg, H. J. 1973. The western trees.

<sup>5</sup> Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos.

<sup>6</sup> Kañon, D. 1985. Conservation of endangered Monterey cypress and Monterey pine.

El Herbario Nacional Forestal tiene colectas registradas entre los 1 000 y los 1 200 metros sobre el nivel del mar (m s n m).

Se distribuye en rodales reducidos, formando bosquetes, el más extenso de los cuales se localiza en la península de Monterey, California<sup>7</sup>.

El clima en el que se desarrolla la especie en su hábitat natural, se caracteriza por veranos secos y fríos, inviernos cálidos y húmedos y la ausencia de fríos extremos<sup>8</sup>.

- De enero a julio, la temperatura promedio es de 9.44 a 16.11 °C, siendo la más baja, -6 °C.
- La precipitación media anual es 375 mm, 50 de los cuales ocurren de abril a octubre.
- Los suelos en los que se observan los mejores desarrollos son profundos, bien drenados, y de textura arcillo-arenosa .

Las especies forestales asociadas con *Pinus radiata* en su hábitat original son:

- *Quercus agrifolia* Née.
- *Sequoia sempervirens* (D. Don ) Endl.
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco.
- *Pinus attenuata* Lemm.

### **Las áreas verdes del D F, ecosistema transformado para el *Pinus radiata*.**

La ciudad de México está considerada como la más contaminada de la República Mexicana<sup>9</sup>, por lo tanto, las áreas verdes representan los puntos de recuperación de la calidad ambiental y del paisaje.

La distribución de dichas áreas es muy heterogénea, pues con base en los reportes del Departamento del Distrito Federal (D D F )<sup>10</sup>, la delegación Iztacalco tiene a razón de 1.12 m<sup>2</sup>/habitante, contra la Miguel Hidalgo, con 16.50 m<sup>2</sup>, lo que suma un total de 71.91 m<sup>2</sup> de área verde para una población calculada en 18 millones de habitantes<sup>11</sup>, en una superficie urbanizada de 660 km<sup>2</sup>.

<sup>7</sup> Forde, M. B. 1964. "Variation in natural populations of *Pinus radiata* in California". pp. 213-236.

<sup>8</sup> Wright, J. W. 1976. Introduction to forest genetics.

<sup>9</sup> S E D U E. 1986. Informe sobre el estado del medio ambiente en México.

<sup>10</sup> D D F. 1984. Manual de planeación, diseño y manejo de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal.

<sup>11</sup> Rapoport, D. et al. 1983. Aspectos de la ecología urbana de la ciudad de México.

La altitud promedio del D F es de 2 240 m s n m.

Se reportan 3 climas para la entidad; Enriqueta García<sup>12</sup> los describe como:

- Templado semiseco en el noroeste.
- Templado subhúmedo en el centro.
- Semifrío subhúmedo en las alturas superiores a 2 800 m.

- Régimen de lluvias de verano, con un porcentaje de lluvia invernal relativamente bajo y poca oscilación térmica anual. aunque muy marcada la diurna.

- Temperatura media anual 15 °C.
- Precipitación anual 720.8 mm.

- Mes más caliente:            Mayo            17.4 °C.
- Mes más frío:                Enero            12.0 °C.

- Oscilación térmica anual 5.2 °C.

Los suelos son algo especial, en el sentido de que difícilmente es válido aceptar la descripción formal para el D F, dado que las áreas verdes tienen suelo "acarreado", o mejorado para efectos de jardinería.

Por lo tanto, estamos hablando de condiciones artificiales, en las que es más importante conocer la calidad y periodicidad de las labores de manejo y arboricultura, los sistemas de plantación, las características del sitio, entre otros factores, que la edafología o la geología de la entidad.

Asimismo, la vegetación asociada no tiene nada que ver con la original, en el sentido de que toda es introducida.

De acuerdo a lo anterior, lo común es encontrar mezclas de especies forestales, entre las que son frecuentes:

- Jaracanda                            (*Jacaranda mimosaeifolia* Don.)
- Fresno                                (*Fraxinus uhdei* [Wenzig] Ling)
- Trueno                                (*Ligustrum lucidum* Ait.)
- Colorín                                (*Erythrina americana* Mill).
- Casuarina                            (*Casuarina equisetifolia* L. )

<sup>12</sup> García, de M. E. y Falcón de Gyves, Z. 1974. Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana.

- Eucalipto	( <i>Eucaliptus camaldulensis</i> ) ( <i>E. globoeus</i> Labill.)
- Cedro	( <i>Cupressus lindleyi</i> Klotch)
- Liquidambar	( <i>Liquidambar styraciflua</i> L.)
- Ahuejote	( <i>Salix bonplandiana</i> H B K)
- Hule	( <i>Castilla elastica</i> Cerv.)
- Encino	( <i>Quercus</i> spp.)
- Capulin	( <i>Prunus capuli</i> var. <i>serotina</i> )

De la vegetación arbustiva, Rapoport y coautores *op. cit.* reportan muchas especies; la mayoría son ornamentales<sup>13</sup>, y de las más comunes de encontrar se pueden citar:

- Junipero	( <i>Juniperus monticola</i> )
- Tulia	( <i>Thuja occidentalis</i> )
- Pingüica	( <i>Arctostaphylos pungens</i> H B K.)
- Hortensia	( <i>Hydrangea hortensis</i> D C.)
- Rosa	( <i>Rosa</i> spp.)
- Alcatraz	( <i>Zantedeschia aethiopica</i> )
- Dalia	( <i>Dahlia</i> spp.)
- Teresita	( <i>Clatharanthus roseus</i> )
- Flor de mayo	( <i>Zephyranthes carinata</i> )
- Buganvillea	( <i>Bougainvillea glabra</i> )
- Azalea	( <i>Rhododendron indicum</i> Sweet.)
- Lino de Nueva Zelanda	( <i>Phormium tenax</i> )

Su distribución y la de otras del mismo uso, es muy irregular, pero se ubican preferentemente en parques y jardines, donde propician un paisaje decorativo debido a su floración permanente.

### **El área de estudio.**

El presente estudio se desarrolló en el suelo urbano del D F; por una parte, éste abarca las 16 delegaciones políticas que conforman la entidad, pero una porción importante de las que se localizan hacia el sur, son de uso rural.

<sup>13</sup> Wright, M. 1979. El jardín.

Por lo anterior, la zona de trabajo se restringió a 12 delegaciones, como se observa en la figura 1.

De ellas, la disposición de áreas verdes por habitante, la indica el D D F, *op. cit.* como sigue:

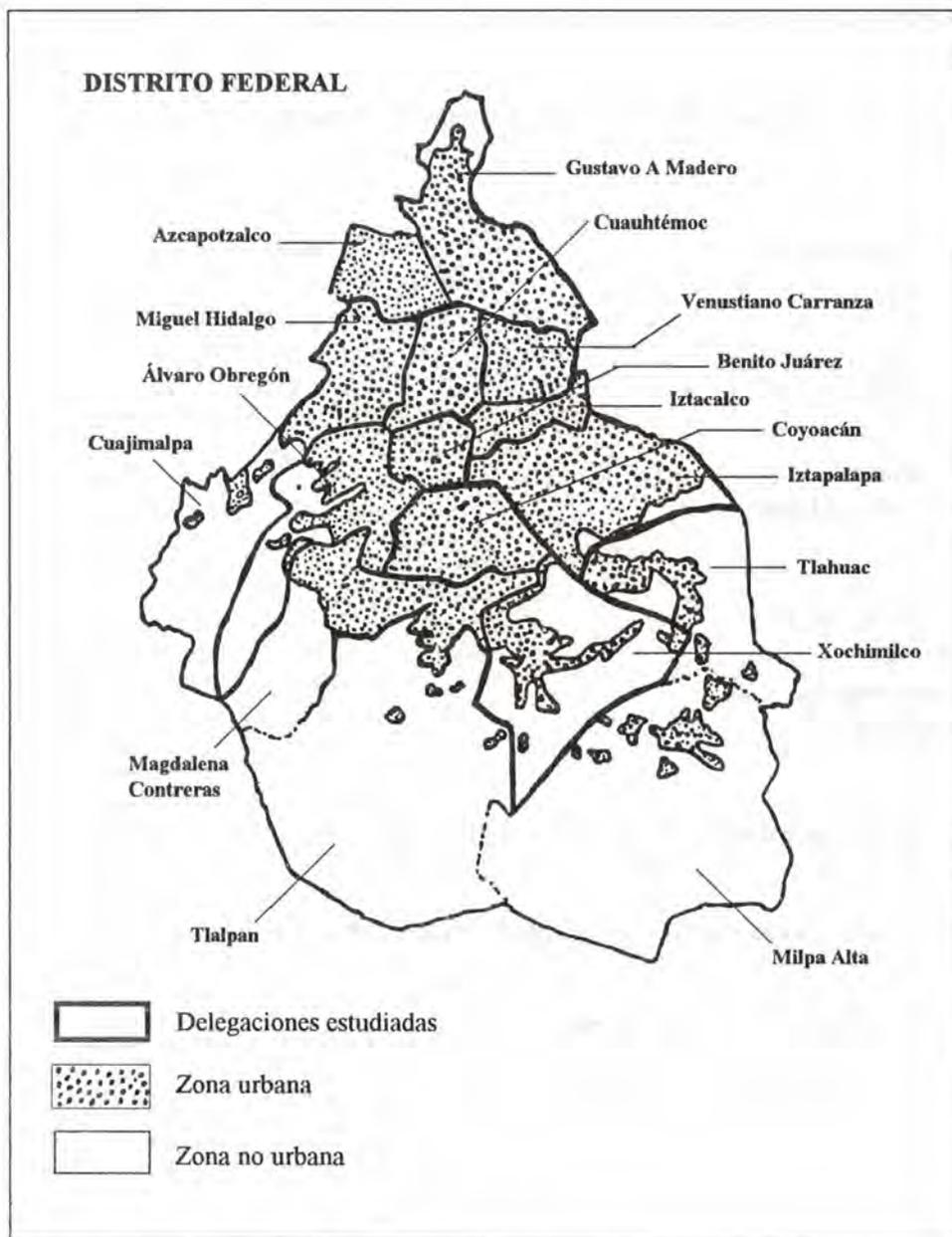
Delegación política	m <sup>2</sup> de área verde/por persona
Álvaro Obregón	1.36
Azcapotzalco	1.06
Benito Juárez	1.76
Coyoacán	1.90
Cuauhtémoc	1.20
Gustavo A Madero	4.25
Iztacalco	1.12
Iztapalapa	3.00
Miguel Hidalgo	16.50
Tlalpan	14.20
Venustiano Carranza	1.53
Xochimilco	0.83

El arbolado se trabajó sobre parques y jardines, preferentemente, así como en banquetas y camellones.

Atendiendo a su localización geográfica, el área de estudio se ubica entre los:

- 19° 11' 58" y los 19° 34' 75" latitud norte

- 98° 03 '20' y los 99° 20' longitud oeste.



**Figura N° 1.** Localización de la zona de estudio.

## ANTECEDENTES.

La literatura sobre la especie es muy abundante, dado que se considera a *Pinus radiata* la conífera preferida para efectos de reforestación<sup>14</sup>.

Sin embargo, sobre evaluaciones, las que se conocen son de carácter cualitativo, y se refieren a determinación de síntomas de infestación o enfermedad, así como de sus agentes causales.

Entre ellos pudieran citarse a Bannister en 1958; Offord<sup>15</sup>, Molnar en 1961, y en México, a las coautoras Salinas-Quinard y Gómez-Nava *op. cit.*, y a Hernández.

En relación a la cuantificación de los daños, las apreciaciones son aproximadas, pues solamente se encontró lo reportado por la Comisión Coordinadora del Desarrollo Rural<sup>16</sup> (COCODER), que estableció que el 75% del arbolado plantado sufre destrucción preferentemente en las áreas urbanas; no especifica de cuáles árboles se trata, ni de cuáles especies, sino que se refiere en forma global respecto a las distintas plantas sembradas.

Años después, siguiendo un interés por la dasonomía urbana, González Vicente<sup>17</sup> (*cfr.* Revista Ciencia Forestal N° 49), hizo un acopio de datos relativos a la sanidad del pino objeto de estudio, y concluyó que la especie no se ha adaptado al D F; no aporta datos cuantitativos.

En ese mismo año, los coautores Gutiérrez y Muñiz<sup>18</sup>, presentaron su evaluación de la condición sanitaria del bosque de Chapultepec, destacando hospederos y agentes causales.

Con respecto a experiencias metodológicamente semejantes, Nieto<sup>19</sup>, realizó una evaluación del estado de deterioro de los árboles de algunos bosques en la sierra del Ajusco, con un enfoque cuantitativo, destacando a los organismos responsables de los daños como información complementaria, y no principal.

Hasta donde se pudo investigar, no se tienen mayores antecedentes sobre el proyecto actual, probablemente debido a que la dasonomía urbana es todavía una disciplina reciente en nuestro país.

<sup>14</sup> Mirov, N. T. 1967. The genus *Pinus*.

<sup>15</sup> Offord, M. R. S F. Diseases of Monterey.

<sup>16</sup> COCODER. 1982. 1978-1982.

<sup>17</sup> González, V, C. E. 1984. "Problemas de plagas y enfermedades del *Pinus radiata* D. Don en la ciudad de México y zonas circunvecinas". pp. 15-22.

<sup>18</sup> Gutiérrez, G, M. y Muñiz, V. 1984. La situación de las plagas en el bosque de Chapultepec de la ciudad de México.

<sup>19</sup> Nieto, P, C. 1986. "Síntomas de deterioro del arbolado en algunos bosques de la sierra del Ajusco, México". pp. 25-44.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El material biológico objeto de estudio fue la población de *Pinus radiata* en la zona urbana del Distrito Federal.

Se destacaron las siguientes variables:

- Características dasométricas (altura, diámetro y cobertura).
- Característica del sitio (ubicación, agentes de disturbio, delegación política).
- Síntomas de daño.
- Distancia al vecino más cercano.
- Tipo de sustrato.

La altura se midió con cinta métrica, o bien con clisímetro; el diámetro no se tomó a la altura del pecho en virtud de que a esa distancia del suelo se encuentra ya la copa, pues un signo característico de esta población es el fuste corto, en su gran mayoría, por lo tanto, se tomó a la mitad del fuste limpio.

Los síntomas de daño se detectaron con base en las recomendaciones de Blanchard y Tattar<sup>20</sup>, de Salinas-Quinard y Gómez-Nava, *op. cit.*, y de Gibson y Salinas-Quinard<sup>21</sup>.

El registro de la información se hizo en formatos (*vid., infra*), por facilitar el manejo cuantitativo de datos.

Cuando se encontraron manifestaciones de daño peculiares, se colectaron las muestras en bolsas o sobres de celofán o de papel, o bien en recipientes para su posterior determinación en los laboratorios de Entomología o de Patología del Campo Experimental Forestal Coyoacán del CIR-Centro.

Se seleccionó el sistema de muestreo aleatorio simple Cochran<sup>22</sup>, sobre la base de la homogeneidad del universo, entendiéndose por ello que se trata de una población vegetal monoespecífica.

En primera instancia, se localizaron las áreas verdes por delegación política, haciendo uso de la literatura del D D F *op. cit.*, y de la cartografía de la Tesorería del Distrito Federal<sup>23</sup> y Guía Roji<sup>24</sup>, distribuyendo los sitios sobre las mismas, por aleatoriedad.

---

<sup>20</sup> Blanchard, R. O. and Tattar, T. A. 1981. Field and laboratory guide to tree pathology.

<sup>21</sup> Gibson, I. A. S. y Salinas-Quinard, R. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo.

<sup>22</sup> Cochran, W. G. 1953. Sampling techniques.

<sup>23</sup> Tesorería del Distrito Federal. 1985. Cartas urbanas 1: 10 000.

<sup>24</sup> Guía Roji. 1986. Ciudad de México. Carta 1: 30 000 y 1: 500 000.

El tamaño de muestra se definió mediante la técnica de medias ponderadas de Grieg-Smith<sup>25</sup> en 200 sitios por delegación, tomando como variables el diámetro y la altura del arbolado de 50 sitios, en virtud de la poca varianza que presentan.

Se tomaron muestras de follaje y de ramas, para realizar mediciones de las mismas, tomando 20 muestras de cada delegación; de tres alturas distintas de las copas: base, parte media y puntas.

Con ello se pretendió conocer la variabilidad morfológica de dichas estructuras.

## **RESULTADOS.**

Las 12 delegaciones políticas estudiadas cubren, prácticamente, la totalidad del territorio urbano del Distrito Federal. Por lo tanto, los resultados se ordenan bajo este criterio.

### **Información dasométrica.**

En el cuadro 1 se resumen los valores medios de altura y de diámetro, cifras que pueden caracterizar globalmente a las poblaciones forestales en estudio.

Como se puede advertir, se destacan dos grupos claramente:

1. Los de altura entre 1.50 y 2.70 m, con diámetros entre 2.40 y 4.90 cm.
2. Los de alturas entre 4.20 y casi 5.00 m con diámetros mayores a los 6.00 cm.

A partir de lo anterior, los mejores desarrollos se presentan en las delegaciones Xochimilco, Tlalpan y Azcapotzalco.

En este último caso, los datos proceden del parque Tezozomoc, que goza de cuidados de jardinería muy controlados

En las otras dos, los árboles se localizan en camellones.

---

<sup>25</sup> Grieg-Smith, P. 1983. Quantitative plan ecology.

DELEGACIÓN POLÍTICA	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)
Álvaro Obregón	2.71	4.79
Benito Juárez	2.06	3.00
Coyoacán	1.68	4.21
Xochimilco	4.35	9.74
Gustavo A Madero	2.28	7.09
Miguel Hidalgo	1.63	4.79
Venustiano Carranza	2.07	4.88
Cuauhtémoc	1.85	4.69
Iztapalapa	1.84	2.41
Iztacalco	1.51	3.32
Tlalpan	4.90	15.37
Azcapotzalco	4.23	6.93

**Cuadro N° 1.** Principales dimensiones dasométricas de las poblaciones de estudio, (valores medios)

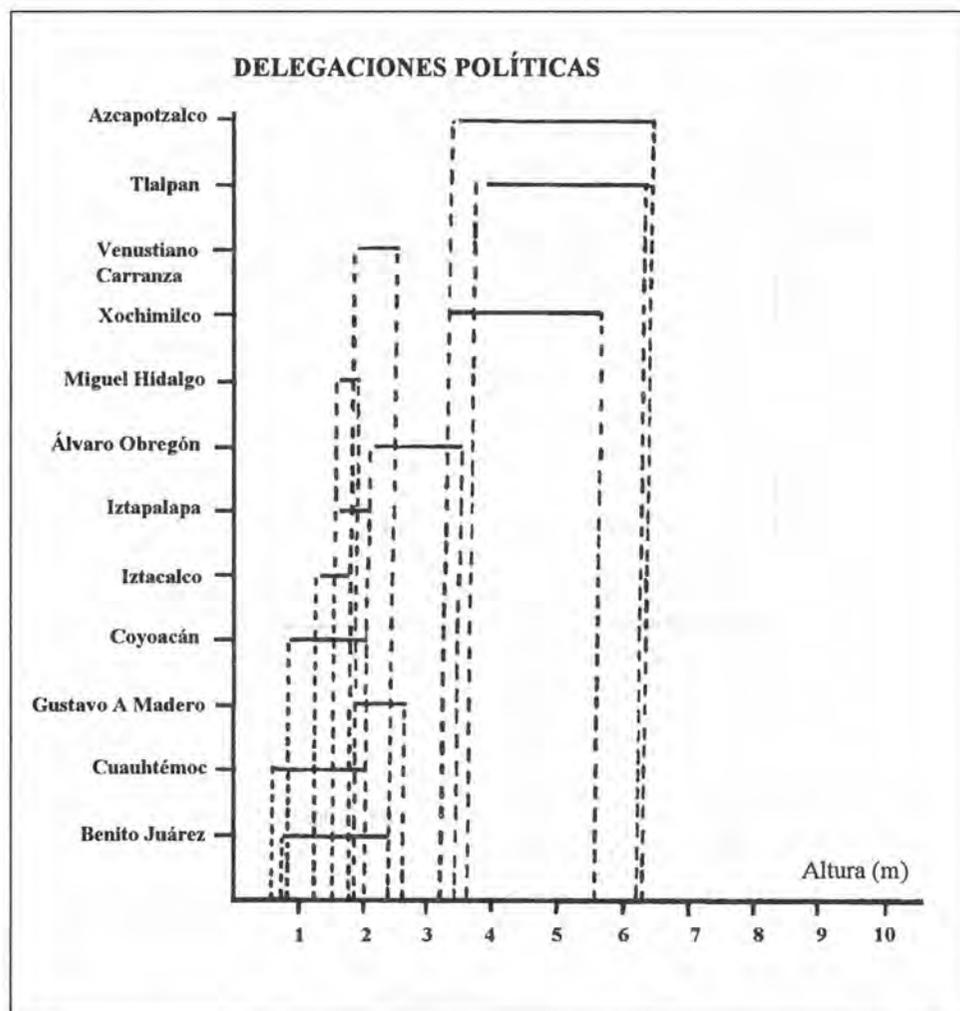
Las coberturas son muy semejantes, estableciéndose tres grupos que corresponden a:

< 1 m <sup>2</sup>	a	2.5 m <sup>2</sup>
de 2.6 m <sup>2</sup>	a	4.8 m <sup>2</sup>
> 4.8 m <sup>2</sup>		

Sin embargo, no hay una relación muy clara entre los dos primeros grupos de valores con la altura, pero sí es evidente la relación entre las coberturas máximas con los mejores desarrollos encontrados.

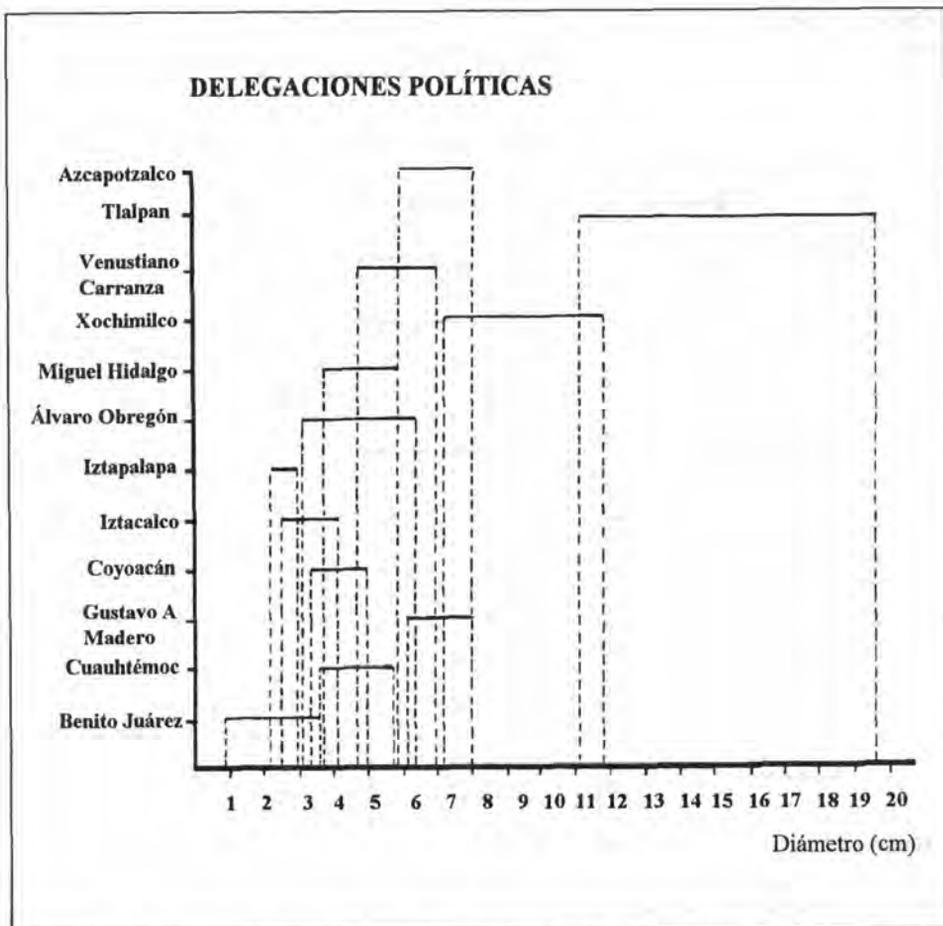
Para conocer la semejanza entre los árboles de las distintas delegaciones, se aplicó una

prueba de t de Student<sup>26</sup> a las alturas y a los diámetros, con lo que se obtuvieron los intervalos de confianza, *vid.*, figuras 2 y 3 respectivamente.



**Figura N° 2.** Intervalos de confianza de la prueba de "t de Student" relativa a la altura en las delegaciones estudiadas.

<sup>26</sup> Campbell, R. C. 1967. *Statistics for biologist.*



**Figura N° 3.** Intervalos de confianza de la prueba "t de Student" relativa al diámetro en las delegaciones estudiadas.

Al analizar cada figura, se perfila un traslape masivo hasta los 3.5 m de altura, quedando incluidas 9 de las 12 delegaciones, y otro traslape de las 3 delegaciones de valores máximos, antes señaladas.

En el caso de los diámetros, el traslape es más amplio, abarcando al 90% de las delegaciones, siendo Tlalpan la que contiene el arbolado con desarrollos significativamente mayores.

La relación entre ambas variables es lineal, lo que resultó de aplicar una prueba de regresión (*vid.*, figura 4).

Para ello se seleccionaron únicamente a 4 delegaciones, apoyando esta decisión en la similitud entre las mismas.

Las ecuaciones correspondientes fueron las siguientes:

Ecuación general:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x_i$$

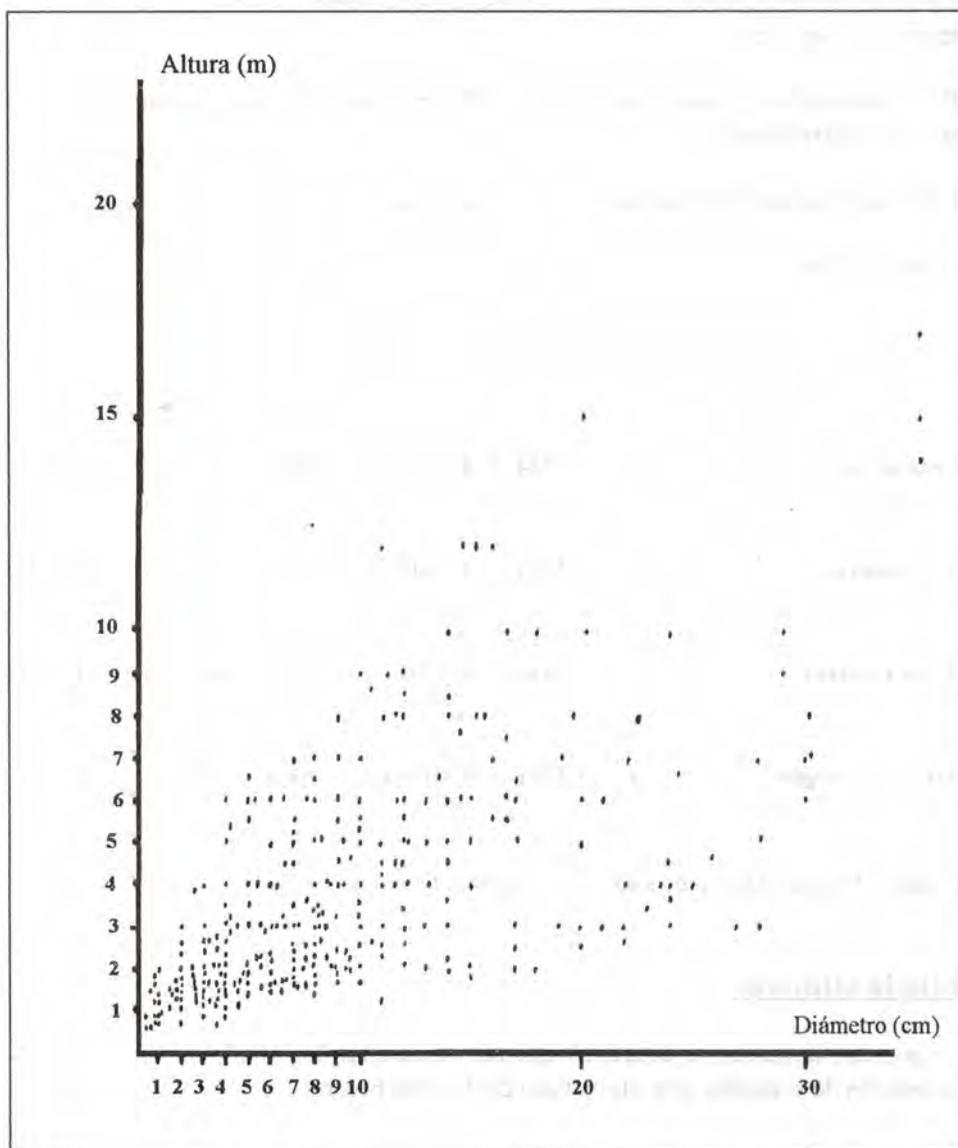
		$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\hat{y}_i$
<b>Coyoacán</b>	$\hat{y} = 2.7144 + 1.2350 x_i$	2.9600	6.3700	6.3700
<b>Xochimilco</b>	$\hat{y} = 3.3204 + 1.4502 x_i$	5.1396	10.7737	10.7737
<b>Benito Juárez</b>	$\hat{y} = 1.1626 + 0.9453 x_i$	3.2582	4.2426	4.2426
<b>Álvaro Obregón</b>	$\hat{y} = 1.2791 + 1.1070 x_i$	2.4363	3.9760	3.9760

El ajuste fue correcto, como suele suceder con relaciones altura/diámetro.

### Estado sanitario.

En primera instancia, se determinó qué tan sanos están los árboles, entendiendo la adaptación de la especie al medio urbano del Distrito Federal.

En el cuadro 2 se presentan los resultados.



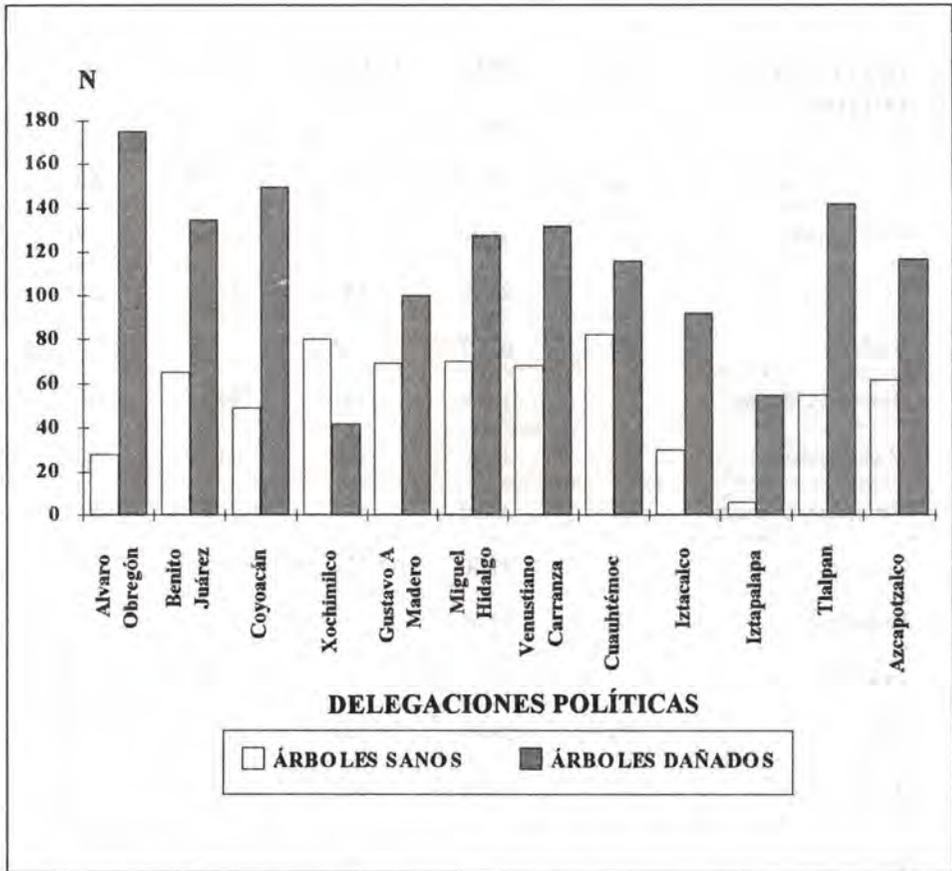
**Figura N° 4.** Relación altura/diámetro del arbolado de *Pinus radiata* en las 12 delegaciones estudiadas

DELEGACIÓN POLÍTICA	ÁRBOLES SANOS		ÁRBOLES DAÑADOS		TOTAL
	N	%	N	%	N
Álvaro Obregón	28	14.00	172	86.00	200
Benito Juárez	65	31.40	135	68.60	200
Coyoacán	49	24.50	151	75.50	200
Xochimilco	80	65.57	42	34.43	122
Gustavo A Madero	69	40.58	101	59.42	170
Miguel Hidalgo	71	35.50	129	64.50	200
Venustiano Carranza	67	33.50	133	66.50	200
Cuauhtémoc	83	41.50	117	58.50	200
Iztapalapa	8	12.69	55	87.31	63
Iztacalco	31	25.20	92	74.80	123
Tlalpan	56	28.00	144	72.00	200
Azcapotzalco	62	34.44	118	65.56	180
TOTAL	669		1 389		2 058

**Cuadro N° 2.** Proporción de árboles sanos y dañados.

El número de ejemplares no fue de 200 en 5 casos, lo que se debió a que en las áreas verdes reportadas por la cartografía de apoyo, no está presente la especie en estudio.

En Azcapotzalco, el número de total de existencias fue de 180 en toda la delegación



**Figura N° 5.** Frecuencia de árboles sanos y dañados por delegación política.

Retomando los daños registrados en la ficha de campo, es conveniente destacar que no se encontraron manifestaciones de muérdago (*Arceuthobium* spp.) ni de enriscamiento foliar, y solamente dos de roya en cono (*Cronartium* spp.) en ejemplares de dimensiones grandes.

Las frecuencias de aparición de daños se reúnen en el cuadro 3, y se grafican en la figura 6 *vid., infra.*

El síntoma más común es la hiperfoliación; como el nombre lo sugiere, se caracteriza por una sobreproducción de hojas, cuyo origen, entre otros, puede ser la tensión, y que se refleja en una alteración del desarrollo normal del árbol, al desviarse el vigor a la producción de hojas, en lugar de dirigirse al incremento en altura o en diámetro, Salinas Quinard *op. cit.*

Al tomar la hiperfoliación como una variable, se estableció un análisis de correlación en la cobertura.

Se aplicó una prueba de  $\chi^2$  Campbell *op. cit.*, y con la información global de las cuatro delegaciones seleccionadas para la prueba de regresión, se construyó una tabla de contingencia de  $2 \times 2$ .

Intervalo de cobertura \ Delegación Política	<1 - 1.00		1.01 - 2.00		2.01 - 3.00		>3.00		TOTAL
	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>							
Coyoacán	31	38.10	14	16.35	1	1.03	0	0.51	46
Xochimilco	6	10.77	4	1.79	1	0.29	2	0.15	13
Benito Juárez	85	77.86	9	12.98	0	2.10	0	1.05	94
Alvaro Obregón	100	95.26	1	15.88	4	2.57	1	1.29	115
TOTAL	222		37		6		3		268

DELEGACIÓN POLÍTICA	SECOS	MOTEADO FOLIAR	DEFOLIADO	FORMAS ANÓMALAS*	INSECTOS	TUMORES	RESINOSIS	HIPERFOLIADO
Á Obregón	21	49	23	24	4	14	58	116
B Juárez	21	13	25	26	1	2	16	95
Coyoacán	56	47	10	17	48	23	82	116
Xochimilco	10	3	2	7	1	1	14	17
G A Madero	55	30	30	47	3	1	22	110
M Hidalgo	118	118	65	33	18	---	83	197
V Carranza	69	14	---	33	82	---	8	109
Cuauhtémoc	51	72	---	18	65	2	24	150
Iztapalapa	14	8	20	30	---	---	---	38
Iztacalco	33	15	3	35	33	1	7	67
Tlalpan	94	60	71	64	96	2	62	60
Azcapotzalco	30	45	21	45	75	---	14	74
TOTAL	572	474	270	379	426	46	390	1 149

**\*FORMAS ANÓMALAS**

COLA DE ZORRO



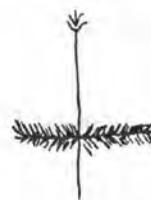
HERRADURA



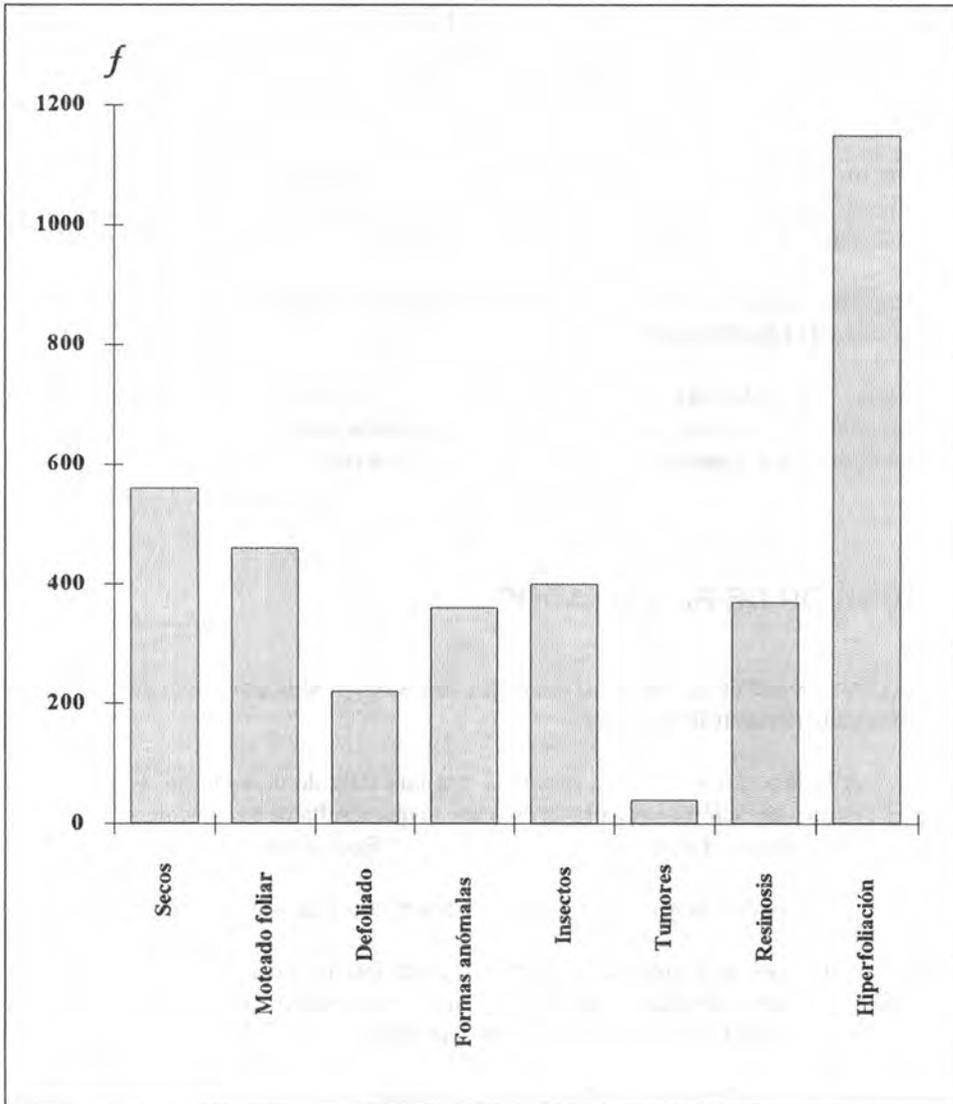
SACACORCHOS



CRUZ



**Cuadro N° 3.** Distribución de los principales síntomas de deterioro en *Pinus radiata* por delegación.



**Figura N° 6.** Proporción de daños del árbol

Al utilizar la fórmula:

$$\chi^2 (p-1)(q-1) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \frac{[O_{ij} - E_{ij}]^2}{E_{ij}}$$

Y con un valor de 3.3 en tablas, resultó que la prueba estadística obtuvo alta significación para las coberturas <1.00 cm a 1.00 cm<sup>2</sup>, y entre 1.01 cm y 2.00 cm<sup>2</sup>, pues los valores fueron de 4.3264 y de 27.10, respectivamente.

Lógicamente, esto significa que hay una relación de dependencia entre las bajas coberturas y la hiperfoliación.

Con respecto a los demás síntomas, no son muy disímiles en sus frecuencias de aparición, a excepción de los tumores que más se asocian con malas podas o, en casos particulares, con bacterias u otros patógenos, (Salinas-Quinard *com pers*).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Sobre la diversidad de agentes causales de los daños reportados, por orden de frecuencia, es importante destacar lo siguiente:

- A la hiperfoliación se le relaciona con una falta de manganeso, y se describe como "... una retención de acículas reducidas, lo que resulta en agrupamiento de follaje corto verde pálido en el extremo de las ramillas ... " Rocuan *et al*, *cit pos* Arteaga<sup>27</sup>.

- Lo seco puede referirse al primer, hasta el segundo o hasta el tercer tercio de la copa.

Se caracteriza por una coloración ocre-rojiza del follaje, misma que se asocia con diversas causas, entre las que se cuentan una mala irrigación, o un mal drenaje, heladas, contaminación, o bien agentes bióticos como patógenos (Salinas-Quinard, *com pers*).

- El moteado foliar se identifica con dos manifestaciones:

1. Decoloración puntual de tono amarillento
2. Pústulas algodonosas de color blanco.

<sup>27</sup> Arteaga, M. B. 1983. Influencia del suelo y las características en el crecimiento de *Pinus radiata* D. Don en Ayototla, Guerrero.

Sobre la base de las experiencias de Blanchard y Tattar *op. cit.*, el primer síntoma se puede deber a la acción de dos microorganismos, *Scirrhia* sp. y *Lophodermium pinastri*. El segundo, se asocia con la presencia de insectos.

- Los insectos fueron registrados con mucha regularidad y se encontraron arácnidos, escarabajos y entomofauna diversa, identificada como *Chionaspis pinifoliae* (Fitch), y probablemente como *Adelges tsuga*, ( R. Muñiz, *com pers.* 1989).

- La resinosidad se reconoce por escurrimientos profusos de resinas, por lo general, a partir de heridas, podas, anillamientos o cualquier daño físico, lo que no es de extrañar si se acepta que esta especie es muy resinera.

- Las formas anómalas corresponden al 33% de los casos de deterioro reportados.

Entre ellas, las "colas de zorro" son muy comunes, y se caracterizan porque no se presentan ramificaciones sobre el eje principal.

Las "herraduras" y los "sacacorchos" suelen desarrollarse por problemas mecánicos que resultan de un crecimiento en altura a un ritmo superior al engrosamiento fustal; por lo tanto, al faltar soporte, el árbol tiende a doblarse o a arquearse.

- La defoliación implica una pérdida severa de las hojas, ocasionada por sequía, por una mala plantación, o según Blanchard y Tattar, *op. cit.*, por *Lophodermium* spp.

También se relaciona con *Zadiprion vallicola*, según lo señaló Hernández en 1981 *cit pos*, González Vicente, *op. cit.*

### **Otras consideraciones.**

A partir de las características de altura, diámetro y cobertura de la mayoría de los árboles estudiados, pudiera pensarse que se trata de enanos, pues en términos de estructura vertical, según Braun-Blanquet<sup>28</sup>, pertenecerían al estrato arbustivo.

Sin embargo, es sabido que la especie se incorporó al territorio urbano del Distrito Federal en la década de los 70's, COCODER *op. cit.*, pero de las plantaciones estudiadas no se sabe ni cuándo se introdujeron ni cuándo se dejaron de plantar.

Por lo tanto, habría que tomar muestras dendrocronológicas para verificar la edad.

<sup>28</sup> Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal.

No obstante lo anterior, si la altura promedio es de 2.60 m y el diámetro de 5.93 cm, entonces la edad del arbolado debe estar entre los 2 y los 6 años, partiendo de la evolución de las plantaciones de la especie, reportada para el Distrito Federal<sup>29,30</sup>.

Al analizar los valores máximos de altura y diámetro con respecto a los valores reportados para edad, resulta que los árboles crecen en altura prácticamente en la mitad del tiempo (8.5 años, promedio), que el diámetro (19.92 cm, promedio).

Lo anterior coincide con lo que destacaron Villarreal y coautores *op. cit.*, quienes determinaron que los fustes de los árboles en estudio no engrosaron en un período de 3 años.

Así, el crecimiento en altura a un ritmo doblemente superior al diámetro puede explicar la configuración anómala de algunos ejemplares, que tienden a arquearse o a doblarse severamente, al no poder soportar su dimensión en altura.

Por lo que respecta a la gran mayoría de los árboles urbanos de *Pinus radiata* en las zonas de estudio, que difícilmente rebasan los 3 m de alto, pudiera ubicárseles fácilmente como arbustos ornamentales.

Bajo esta condición, vienen fungiendo como barreras retenedoras de polvo y de ruido, como se puede advertir a partir del color grisáceo de su follaje.

En relación a la longitud de las hojas, se advierte mucha heterogeneidad entre individuos del mismo sitio, y más aún entre ejemplares de una delegación a otra.

Pese a lo anterior, al seleccionar una pequeña muestra de 10 árboles por delegación, escogidos al azar, y tomadas 10 ramillas de cada tercio de la copa, se encontró que el intervalo de longitud es de 5.98 a 9.42 cm, resultando las más largas, aquellas que se ubican en el primer tercio o tercio superior.

Finalmente, con el propósito de reconocer una posible influencia de la distancia al vecino más cercano sobre la incidencia de daños, se aplicó una prueba de  $X^2$ .

Ésta no resultó significativa, pues la distribución de los valores fue muy regular, lo que corresponde a que la incidencia de daños es independiente de la distancia a los árboles más próximos.

De hecho, dicha separación tiende a ser homogénea dentro del mismo sitio, encontrándose distancias de 8 m o más siendo la gran mayoría de 2 a 3.5 m, en promedio.

---

<sup>29</sup> Caballero, D. M. y Carrillo, S. 1968. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 1° Reporte.

<sup>30</sup> Villarreal, C. *et al.* 1970. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 2° Reporte.

## CONCLUSIONES.

1. La mayoría de los árboles de *Pinus radiata* en la zona urbana del Distrito Federal son bajos y de fustes delgados (altura media de 2.60 m y diámetro de 5.93 cm), presentándose los mejores desarrollos en las delegaciones Tlalpan, Xochimilco y Azcapotzalco.
2. La mayor proporción de ejemplares sanos se registró en Xochimilco.
3. La hiperfoliación, como síntoma de deterioro más común, y las bajas coberturas tienen una relación de dependencia entre sí.
4. Más de la tercera parte de la población de estudio presentó desarrollos anómalos.
5. El 67.50% del arbolado manifiesta daños.

## RECOMENDACIONES.

Por tratarse de una especie originaria de un hábitat tan diferente al metropolitano del Distrito Federal, no es extraño que sus ejemplares manifiesten síntomas de deterioro de origen biótico o abiótico, natural o inducido.

A pesar de ser coníferas, son árboles delicados que demandan cuidados, lo que puede verificarse con los ejemplares en mejor estado con respecto a su localización, que goza de labores arborícolas y de enjardinamiento rigurosas.

Tal es el caso de algunos reductos de la Ciudad Universitaria en la delegación Coyoacán; así como en el pedregal de San Angel de la delegación Alvaro Obregón.

Por lo tanto, es predecible un desarrollo fallido, lento y casi estacionario en muchas de la plantaciones sobre banquetas y camellones angostos que bordean avenidas y vías rápidas.

Si se desea conservar los árboles en pie, no deberán esperarse resultados tan satisfactorios como los logrados en terrenos rurales o en otros países, pues ecológicamente la especie está forzada; por lo que deberán incrementarse las labores de jardinería en aquellas partes donde los ejemplares prometan mejor evolución.

## AGRADECIMIENTOS.

Se desea extender un reconocimiento a los alumnos Jesús Flores Hernández y Salvador Galicia, así como a las biólogas María Teresa Fernández Galicia, Eva Hooker Schroeder y Graciela M. Sánchez, por su colaboración en el trabajo de campo.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Arteaga, M. B. 1983. Influencia del suelo y las características en el crecimiento de *Pinus radiata* D. Don en Ayototxtla, Guerrero. Tesis U A C H. Chapingo, México.
- Baerg, H. J. 1973. The western trees. Wm C Brown Company Publishers. Picture Key Nature Series. How to Know. Dubuque, Iowa.
- Blanchard, R. O. and Tattar, T. A. 1981. Field and laboratory guide to tree pathology. Academic Press. New York.
- Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal. A C M E Agency S de R L. Buenos Aires, Argentina.
- Caballero, D. M. y Carrillo, J. S. 1968. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Primer reporte). I N I F Boletín Divulgativo N° 14 México.
- Campbell, R. C. 1967. Statistics for biologists. Cambridge University Press. New York.
- Cochran, W. G. 1953. Sampling techniques. Hohn Wiley & Sons, Inc. New York.
- Comisión Coordinadora del Desarrollo Rural 1982. 1978-1982. Departamento del Distrito Federal. México.
- Departamento de Distrito Federal. 1984. Manual de planeación, diseño y manejo de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal. México.
- Forde, M. B. 1964. "Variation in natural populations of *Pinus radiata* in California". Part. I. Sampling methods and branch characters. New Zealand Journal of Botany. N° 2. pp. 213-236.

- García, de M, E. y Falcón de Gyves, Z. 1974. Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana. Ed Porrúa. México.
- Gibson, I. A. S. y Salinas-Quinard, R. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico. N° 106. México.
- González, V, C. E. 1984. "Problemas de plagas y enfermedades del *Pinus radiata* D. Don en la ciudad de México y zonas circunvecinas". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol. 9. N° 49. pp. 15-22.
- Grieg-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. Blackwell scientific publications. Studies in ecology. Vol. 9. Oxford, G. B.
- Guía Roji . 1986. Ciudad de México. Carta 1:30 000 y 1:500 000. México. D F.
- Gutiérrez, G, M. y Muñiz, V. R. 1984. La situación de las plagas en el bosque de Chapultepec de la ciudad de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico N° 100. México.
- Hernández H, M. S. 1986. "Observaciones sobre los insectos que dañan a *Pinus radiata* D. Don en la región central de México". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal Vol II N° 60. pp. 75-84.
- Kapton, D. 1985. Conservation of endangered Monterey cypress and Monterey Pine- A proposal. The National Council on Gene Resources. Berkeley, CA.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas, México.
- Mirov, N. T. 1967. The Genus Pinus. The Ronald Press Co. New York.
- Nieto, P, C. 1986. "Síntomas de deterioro del arbolado en algunos bosques de la sierra del Ajusco, México". Biótica. Xalapa, Veracruz, México. Vol. 11. N° 1. pp. 25-44.
- Offord, M. R. S F. Diseases of Monterey pine. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. U S D A Forest Service, Research Paper. PSN-14.
- Philips, R. 1985. Los árboles. Ed Blume. Col Libros Blume de la naturaleza. Barcelona, España.

- Rapoport, D, E. H.; Díaz, B. M. E. y López M. R. 1983. Aspectos de la ecología urbana en la ciudad de México. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la ciudad de México/Ed LIMUSA. México.
- Salinas-Quinard, R. y Gómez-Nava. M. S. 1975. Enfermedades del *Pinus radiata* D. Don. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S F F-S A R H. México. Nota Técnica N° 8. México.
- S E D U E. 1986. Informe sobre el estado del medio ambiente en México. Fundación Arturo Rosenblueth, A C. México.
- Tesorería del Distrito Federal. 1985. Carta Urbana, 1: 10,000. D D F. México.
- Villarreal, C, R. *et al.* 1970. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Segundo reporte). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divisional N° 29. México.
- Wright, J. W. 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press. New York.
- Wright, M. (Ed) 1979. El Jardín. Guía práctica ilustrada. Ed Blume. Tomo I. Barcelona, España.

# EVALUACIÓN DEL CONTROL DE *Dendroctonus mexicanus* MEDIANTE LA FUMIGACIÓN CON FOSFAMINA.

Villa Castillo Jaime \*

## RESUMEN.

De los insectos que atacan las diferentes especies de pino en México, el escarabajo descortezador *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, es considerado como la plaga principal por su distribución y los daños que causa. Para disminuir los perjuicios que ejerce la plaga, recientemente se propuso la fumigación de trozas infectadas usando la fosfamina, que se desprende como gas de tabletas de fosfuro de aluminio.

Sin embargo, la carencia de elementos para decidir la dosis óptima, el límite de seguridad y datos afines del manejo de este pesticida, motivaron el desarrollo del presente trabajo con el objetivo de determinar los porcentajes de mortalidad en los estados maduros e inmaduros de *D. mexicanus* fumigados con fosfamina y las  $DL_{50}$  y  $DL_{95}$ , así como el efecto del gas en los enemigos naturales.

El trabajo se realizó en junio de 1989 en bosques de *Pinus leiophylla* de la sierra del Tigre, municipio de Gómez Farfás, en el estado de Jalisco.

El diseño experimental empleado fue en bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas; con cuatro dosis de fumigación, tres tiempos de exposición y cinco repeticiones.

Los resultados indicaron que las dosis de tres y cinco pastillas fueron las que mayor porcentaje lograron en la población de *D. mexicanus*. Las  $DL_{95}$  para los tiempos de exposición a 3, 5 y 7 días, fueron 158, 115 y 97 g de fosfamina/m<sup>3</sup> de madera, respectivamente.

En relación a la entomofauna benéfica, los resultados mostraron que cualquier dosis letal para la población plaga lo fue también para sus enemigos naturales.

**Palabras clave:** Escarabajo descortezador, Entomología Forestal, plagas forestales, control químico.

\* Biólogo. Investigador de la Red de Entomología del Campo Experimental Auxiliar Ciudad Guzmán. CIR-Pacífico Centro. INIFAP-SARH.

## ABSTRACT.

Of insects attacking various pine species in Mexico, the bark beetle *Dendroctonus mexicanus* Hopkins is thought to be the main pest given its distribution and the damages it causes. To reduce the damage of this pest, it was recently proposed to fumigate infested areas by using phosphamine derived as a gas from aluminum phosphide tablets.

However, the lack of elements to decide on the optimum dosis, safety limitations and the lack of data to manage this pesticide prompted this study to determine the mortality rates in mature and immature stages of *D. mexicanus* fumigated with phosphamine as well as the  $LD_{50}$  and  $LD_{95}$  doses and the effect of this gas on natural enemies.

The study was conducted in June, 1989 in *Pinus leiophylla* forests of El Tigre mountains in Gomez Farias, Jalisco.

The experimental design used was of random blocks arrayed in divided parcels with four fumigation doses, three exposure times and five repetitions.

The results showed that the three and five tablet doses had the highest rates with the *D. mexicanus* population.  $LD_{95}$  for exposure times of 3, 5 and 7 days, was 158, 115, and 97 g of phosphamine per  $m^3$  of wood, respectively.

As to the beneficial entomofauna, the results showed that every lethal dose for the pest population was also lethal for natural enemies.

Key words: Bark beetle, Forest Entomology, forest pests, chemical control.

## INTRODUCCIÓN.

De los insectos que atacan las diversas especies de pino en México, el escarabajo descortezador *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) es considerado como la plaga principal.

La distribución de este insecto es muy amplia ya que se presenta en la mayoría de las zonas forestales, provocando daños intensos en las regiones de clima templado.

El control de esta plaga ha sido tradicionalmente efectuado mediante cortas

fitosanitarias, donde el tratamiento de supresión se ha basado en el descortezado de los troncos infestados o en la aspersión del insecticida lindano.

Los altos costos de operación de ambos métodos impiden la atención oportuna de los brotes del descortezador, ya que con frecuencia los propietarios y poseedores del recurso forestal no están en condiciones de absorber dichos costos.

Uno de los métodos menos costosos de control de plagas es la aplicación de fumigantes; éste se ha experimentado bastante en la protección de granos almacenados, frutas y hortalizas<sup>1</sup>.

Recientemente algunas de estas experiencias fueron trasladadas a la protección forestal, llegando a implantarse un método de fumigación con fosforo de aluminio que ha sido utilizado en algunas regiones de los estados de Jalisco y Michoacán, entre otros.

## OBJETIVO.

La carencia de elementos para decidir dosis óptimas, límites de seguridad y datos afines al manejo de este pesticida, motivaron el desarrollo del presente trabajo con los siguientes objetivos:

- Determinar los porcentajes de mortalidad de los estados inmaduros y maduros de *Dendroctonus mexicanus*, fumigados con diferentes dosis de fosfamina en diferentes tiempos de exposición.
- Determinar las dosis letales media y efectiva de fosfamina en la población de *D. mexicanus*.
- Determinar la mortalidad de enemigos naturales por el efecto de la fosfamina.

## ANTECEDENTES.

Rodríguez Lara<sup>2</sup> asentó que la aplicación de insecticidas por aspersión para el control de poblaciones de escarabajos descortezadores es una práctica común en las regiones forestales de México.

<sup>1</sup> Monro, H. A. U. 1970. Manual de fumigación contra insectos.

<sup>2</sup> Rodríguez, L. R. 1982. Plagas forestales y su control en México.

El método de fumigación con pastillas de fosforo de aluminio contra *D. mexicanus* fue propuesto por García<sup>3</sup>, en un documento titulado "Método de control de poblaciones endoparasitas con polietileno y pastillas fumigantes", en el cual se describe el procedimiento de aplicación así como sus ventajas.

A raíz de este documento se plantearon diversas necesidades de investigación, teniéndose hasta el momento los resultados obtenidos por Ascencio y Serrato<sup>4</sup>, quienes indicaron que el fosforo de aluminio en exposiciones a 48 horas causó la muerte del 100% de escarabajos descortezadores en estados maduros e inmaduros con una dosis de 8 pastillas aplicadas en un apilamiento de 1.7 m<sup>3</sup> de madera en rollo.

Los mismos autores<sup>5</sup> en experimentos realizados con bromuro de metilo encontraron mortalidades superiores al 99% de larvas y adultos, aplicando dosis de 90, 120 y 150 g del producto en apilamientos de la misma dimensión que el arriba citado; en ambos casos se reporta una disminución de costos arriba del 60%, en relación con los métodos tradicionales.

Monro *op. cit.*, mencionó que con respecto a la fumigación con fosfamina los estudios han sido más amplios en el combate de insectos en cereales, harina y alimentos elaborados. El método se basa en el empleo de bolsitas, píldoras o tabletas que contienen fosforo de aluminio de las que se desprende la fosfamina por reacción con la humedad en el aire.

Quereshi<sup>6</sup> y colaboradores, señalaron que diversas investigaciones sobre fosfamina han demostrado que adultos del gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*), mueren en un 80%, en exposiciones a 48 horas, con diferentes dosis de fumigación.

Sin embargo, Reynolds<sup>7</sup> y coautores, manifestaron que algunas fases preadultas son relativamente resistentes al fumigante y por lo tanto requieren de hasta 10 días de fumigación para alcanzar una mortalidad del 100%.

<sup>3</sup> García, D. J. 1986. Método de control de poblaciones endoparasitas con polietileno y pastillas fumigantes.

<sup>4</sup> Ascencio, C. V. E. y Serrato, B. B. E. 1989<sup>a</sup>. El fosforo de aluminio a exposición de 48 horas para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw.

<sup>5</sup> Ascencio, C. V. E. y Serrato, B. B. E. 1989<sup>b</sup>. El bromuro de metilo para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw.

<sup>6</sup> Quereshi, A. H. *et al.* 1965. "Toxicity of hydrogen phosphide to the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) and other insects". pp. 324-331.

<sup>7</sup> Reynolds, E. M. *et al.* 1967. "The effect on *Sitophilus granarius* (L.) of exposure to low concentrations of phosphine". pp. 177-186.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Descripción del área de estudio.

El estudio se realizó en el paraje denominado “Camilo” y otros, del municipio de Gómez Farías, Jalisco.

La vegetación arbórea está compuesta por:

- *Pinus leiophylla*.
- *P. douglasiana*.
- Con algunos elementos de *Quercus* spp.

El clima es:

- C(W2) (W) b (e)

Que es el más lluvioso del grupo templado subhúmedo, con un gradiente térmico entre 13.4 °C y 20 °C; régimen de lluvias en verano, registrándose 1 135 mm anuales.

El verano es fresco y largo, la temperatura media del mes más cálido se encuentra entre 6.5 °C y 22 °C.

El suelo es un luvisol crómico<sup>a</sup>.

## METODOLOGÍA.

En el paraje mencionado se derribaron árboles de *Pinus leiophylla* plagados por el escarabajo descortezador.

Los árboles fueron elegidos considerando la mayor proporción de estados maduros e inmaduros del insecto presentes, en el hospedero en ese momento.

De estos árboles se obtuvieron trozas con las que se formaron doce apilamientos de 1 m<sup>3</sup> cada uno. Los apilamientos fueron cubiertos con polietileno transparente calibre 600, previa colocación de la dosis de pastillas fumigantes de fosfamina.

<sup>a</sup> Plan de Manejo Integral Forestal Atenquique. 1989. Estudios básicos.

El diseño experimental que se utilizó fue un bifactorial, con parcelas divididas en una distribución de bloques al azar, con los siguientes componentes:

- Factor A = 4 dosis de fumigación.
- Factor B = 3 tiempos de exposición; 5 repeticiones.

Las dosis de fumigante corresponden a 0, 1, 3 y 5 pastillas de fosforo de aluminio que es igual a 0, 20, 60 y 100 gramos de fosfamina respectivamente; en tanto que los tiempos de exposición fueron 3, 5 y 7 días.

Las repeticiones fueron 5 muestras de corteza de 20 x 20 cm, tomadas de trozas al azar en cada tratamiento.

Tales muestras se llevaron al laboratorio para el conteo de la mortalidad del insecto plaga en los estados y estadios presentes; haciendo lo correspondiente con los enemigos naturales.

Las pruebas de hipótesis se realizaron por medio de análisis de varianza.

Además se hicieron comparaciones de medias para separar tratamientos y análisis próbit para obtener la dosis letal media ( $D L_{50}$ ) y dosis letal efectiva ( $D L_{95}$ )<sup>9</sup>.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **Prueba de hipótesis.**

El diseño experimental fue probado mediante análisis de varianza, en donde la hipótesis nula es igual a cero, contra la hipótesis alternante diferente de cero.

Los resultados de la prueba de F, indican que las diferencias de los porcentajes de mortalidad de *D. mexicanus*, considerando juntos a todos los estados y estadios, son altamente significativas, de acuerdo con la diferencia en las dosis de fosfamina aplicadas; sin embargo, con respecto a los diferentes tiempos de exposición aplicados al fumigante, la diferencia en las varianzas no son significativas, ni tampoco en relación con la interacción dosis-tiempo .

TRATAMIENTOS	Fc	F
Dosis	59.590 **	5.95
Tiempo	2.370 NS	5.39
Interacción dosis x tiempo	0.185 NS	3.47

\*\*Altamente significativo  $p = 0.01$  NS = No significativo Coeficiente de variación = 4.97%

**Cuadro N° 1.** Significancia de porcentajes de mortalidad de *D. mexicanus* con 5 dosis de fumigante y 3 tiempos de exposición.

De las dosis estudiadas, incluyendo al testigo, la separación de medias que se muestra en el cuadro 2, indica que las dosis de 3 y 5 pastillas son las que mayor mortalidad causaron a la población de escarabajos descortezadores, con un promedio de 82% y 90%, respectivamente.

Aunque las diferencias entre los promedios de ambas dosis no son estadísticamente significativas, sí lo son en relación a los promedios de mortalidad causados por los tratamientos de una pastilla y el testigo.

CANTIDAD DE PASTILLAS	DOSIS (gr)	$\bar{X} + 1$	$\bar{X}$ % MORTALIDAD
0	0	1.07	15
1	20	1.27	61
3	60	1.35	82
5	100	1.38	90

**Cuadro N° 2.** Separación de medias por el método Duncan.

### **Sensibilidad relativa a la fosfamina.**

A pesar de que estadísticamente las dosis contenidas en 3 y 5 pastillas, causan en promedio mortalidades con diferencias no significativas, en cualesquiera de los 3 tiempos de exposición experimentados.

Se realizó un análisis de la sensibilidad relativa al fumigante por estados y estadios del insecto en forma independiente, como se muestra en las figuras 1, 2, 3, y 4, ya que las fases sucesivas de desarrollo de la especie presentan variaciones en la reacción al fumigante.

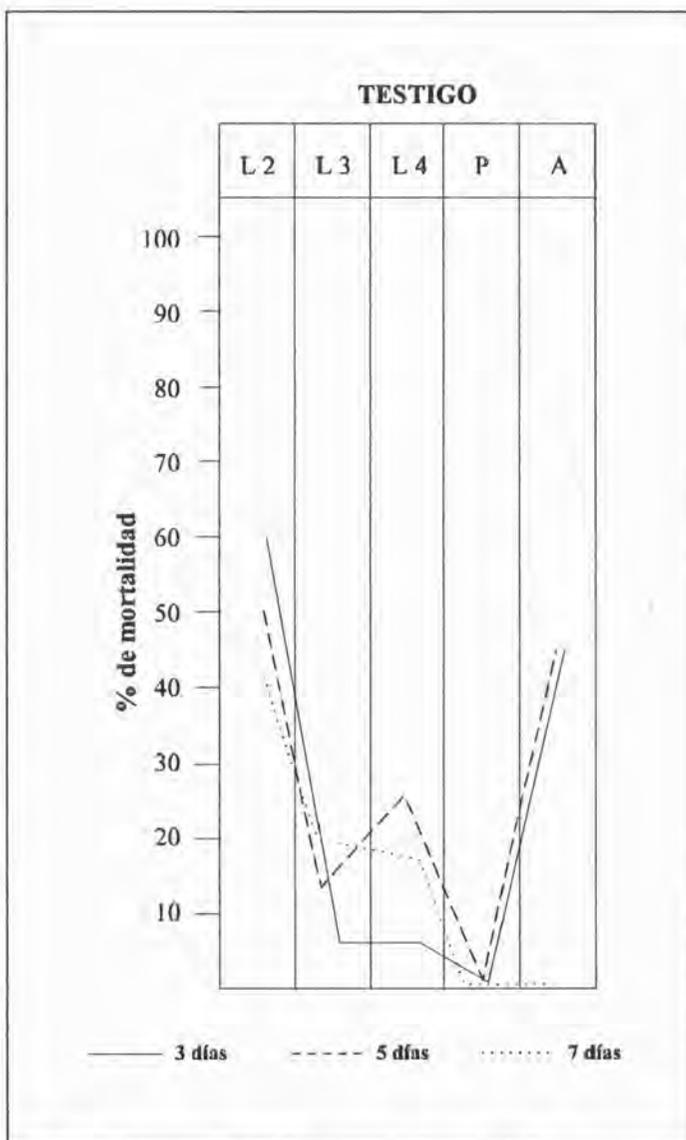
Por ejemplo, los índices de mortalidad alcanzados con las dosis de 3 pastillas en algunos estados larvales pueden disminuir en forma significativa en relación a los estados pupal o adulto.

Lo anterior depende en gran medida de tiempo de exposición al fumigante y por lo tanto la efectividad a este nivel resulta considerablemente menor que la dosis de 5 pastillas.

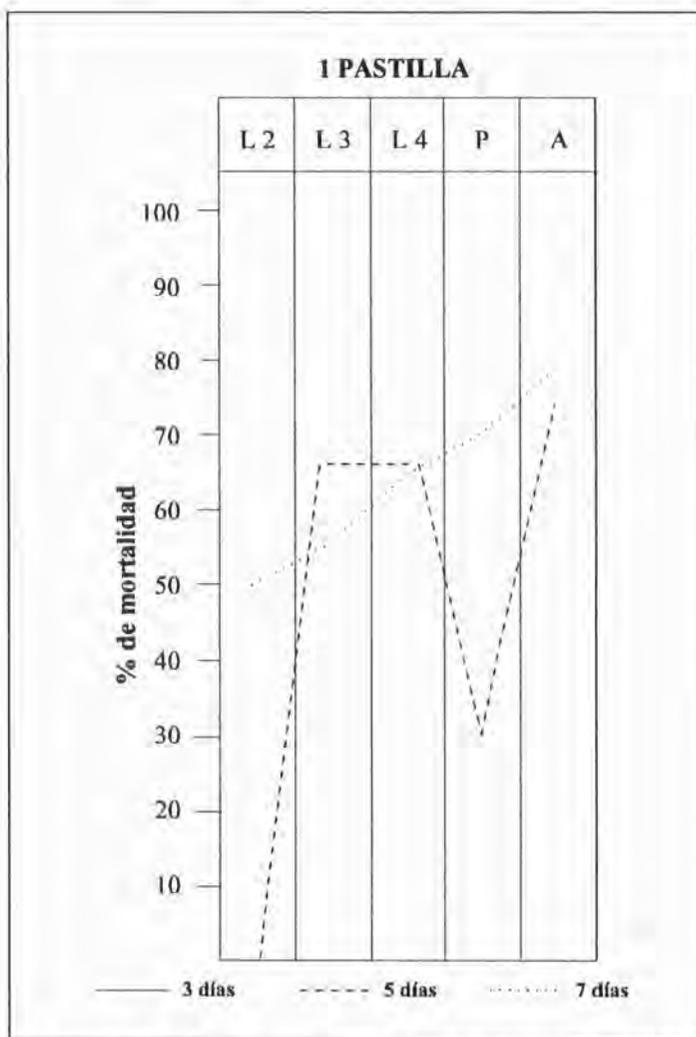
En la figura 1 se observa la mayor mortalidad en el segundo y tercer estadio larvario; mientras que la mínima se presentó en la pupa; con un comportamiento similar en los tres tiempos de exposición.

Dado que este tratamiento careció de fumigante, la secuencia de la figura es atribuida al incremento de la temperatura al usar el polietileno, el cual provoca un efecto de invernadero en las trozas.

En consecuencia, se presenta un mayor índice de mortalidad en larvas jóvenes, que son menos resistentes a los incrementos de la temperatura.



**Figura N° 1.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. Mexicanus* en el tratamiento testigo, con la aplicación de 0 pastillas de fosfamina.



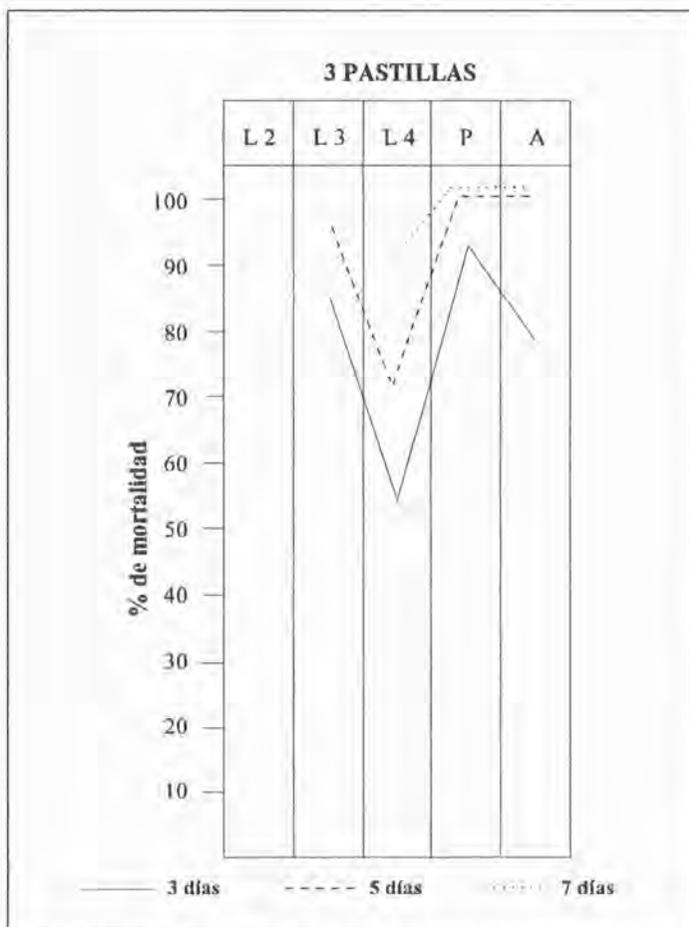
**Figura N° 2.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. Mexicanus*, con la aplicación de 1 pastilla de fosfamida.

En la figura 2 se muestra el efecto de la fumigación con una pastilla, donde el porcentaje de mortalidad en exposición de 5 días se incrementa a 65% de larvas de segundo estadio a larvas de cuarto estadio.

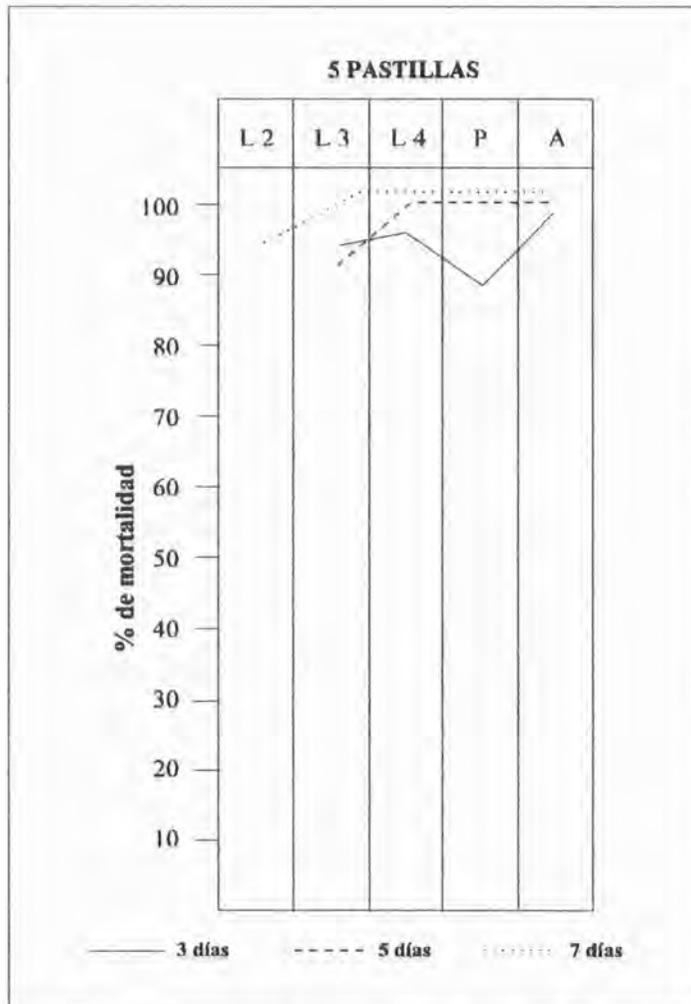
En esta misma exposición la respuesta del estado pupal al fumigante es de mayor resistencia con sólo 30% de mortalidad, a diferencia del adulto que alcanza 75% de mortalidad.

En exposición a 7 días, los 3 estados larvarios encontrados en las muestras presentaron mortalidades del 50% al 65%, incrementándose la mortalidad en la pupa y en el estado adulto.

Con respecto a la dosis de 3 pastillas (*vid.*, figura 3) la mortalidad en larvas de tercer estadio es significativamente mayor que en los dos tratamientos anteriores. Sin embargo, las larvas de cuarto estadio muestran menor sensibilidad al fumigante en exposiciones de 3 y 5 días, mientras que en exposición a 7 días se incrementa la sensibilidad de este estadio larval, así como de los estados de pupa y adulto con mortalidades del 90 al 100%.



**Figura N° 3.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. mexicanus*, con la aplicación de 3 pastillas de fosfamina.



**Figura N° 4.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. mexicanus*, con la aplicación de 5 pastillas de fosfamina.

En la figura 4 se muestra la sensibilidad del insecto al aplicarle 5 pastillas en exposición durante 3 días. En este caso la tasa de mortalidad es alta (95%), en todos los estadios larvarios encontrados, sin embargo, la pupa muestra un poco de resistencia al fumigante, con 90% de mortalidad; alcanzando el estado adulto el 100%.

Con respecto a la exposición de 5 días la mortalidad de larvas fue del 95% al 100% en los estados de pupa y adulto.

A su vez, la exposición más larga en esta misma dosis (7 días), resultó ser la que mejor efecto tiene en la mortalidad de los diferentes estados y estadios del insecto encontrados.

Ya que larvas de segundo, tercero y cuarto estadio mueren en índices del 98%, al 100% y los estados de pupa y de adulto alcanzan igualmente una mortalidad del 100%.

### Análisis próbit.

Dado que la sensibilidad relativa de los estados maduros e inmaduros del insecto plaga, tiene respuestas diferentes a dosis y tiempos de exposición determinados, se realizó un análisis próbit para el total de los estados y estadios del insecto en los 3 diferentes tiempos de exposición, de donde se obtuvieron las  $DL_{50}$  y  $DL_{95}$ .

El análisis de regresión lineal para exposición a 3 días aportó la siguiente ecuación:

$$Y = -0.79 + 1.76 X$$

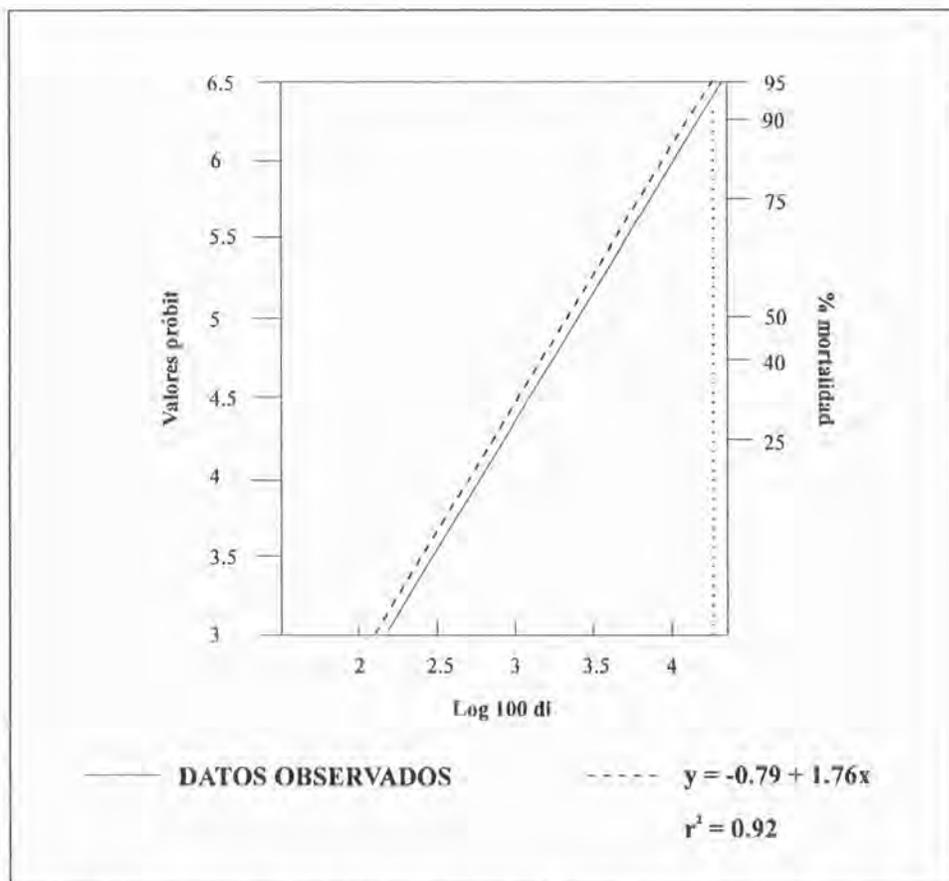
de donde se obtuvo la  $DL_{50}$  de acuerdo a la ecuación:

$$m = \frac{Y^* - a}{b} = \frac{5 - (-0.79)}{1.76} = 3.289$$

$$DL_{50} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (3.28) = 19.48 \text{ gramos}$$

Con respecto a la  $DL_{95}$ , ésta se obtuvo por interpolación de la línea próbit que se indica en la figura 5, la cual da un valor de :

$$DL_{95} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (4.19) \quad DL_{95} = 158 \text{ gramos}$$



**Figura N° 5.** Líneas próbit de valores observados y recta de regresión de valores estimados en exposición a 3 días.

De acuerdo con estos resultados, la cantidad necesaria de fosfamina para suprimir cuando menos 95% de los individuos presentes en 1 m<sup>3</sup> de madera en exposición a tres días, es de 158 gramos, que equivale a 7 pastillas, aproximadamente.

En relación al análisis próbit en exposición a 5 días, los datos utilizados se muestran en el cuadro 3 (*vid., infra*), donde se obtuvo la ecuación de regresión:

$$Y = -152 + 2 X$$

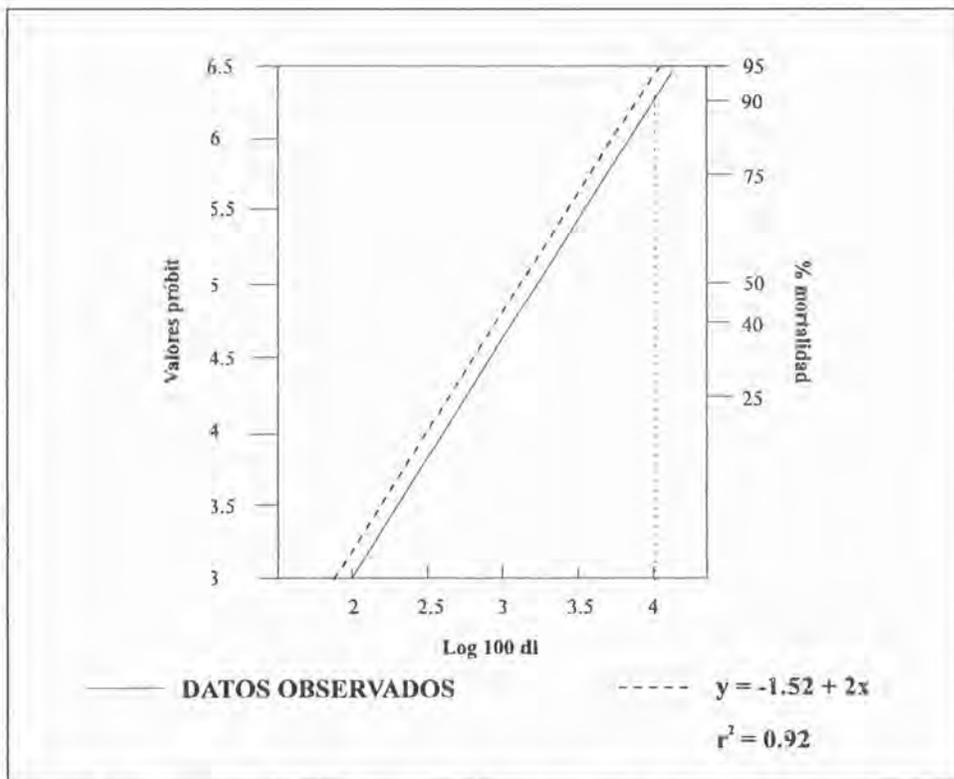
de la que a su vez se obtuvo la  $D L_{50}$ :

$$m = \frac{Y^* - a}{b} = \frac{5 - (1.52)}{2} = 3.26$$

$$D L_{50} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (3.26) = 18.19 \text{ gramos}$$

La  $D L_{95}$  estimada a partir de la recta de regresión alcanza un valor de:

$$D L_{95} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (4.06) = 115 \text{ gramos}$$



**Figura N° 6.** Líneas próbit de valores observados y recta de regresión de valores estimados en exposición a 5 días.

De los resultados obtenidos en la figura 6 se desprende que para suprimir 90% de la población de descortezadores, exponiéndolos cinco días a la fosfamina, se requiere una dosis de 115 gramos que equivale a 6 pastillas aproximadamente por 1 m<sup>3</sup> de madera plagada.

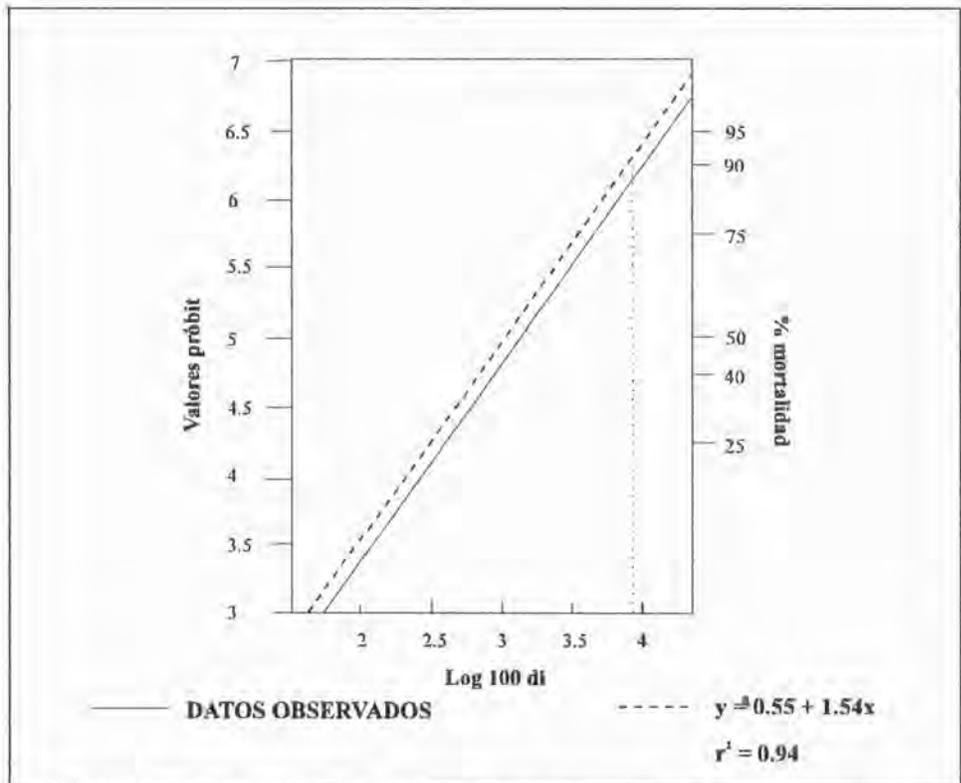
Del análisis correspondiente a la exposición de siete días se obtuvo la ecuación:

$$Y = 0.55 + 1.54 X$$

de la cual se obtuvo a su vez la DL<sub>50</sub>,

$$m = \frac{Y^* - 1}{b} = \frac{5 - 0.55}{1.54} = 2.88$$

$$DL_{50} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (288) = 7.75 \text{ gramos}$$



**Figura N° 7.** Líneas próbit de valores observados y recta de regresión de valores estimados en exposición a 7 días.

De la figura 7 se desprende el valor de la dosis letal efectiva que es:

$$D L_{95} = \frac{1}{100} \text{ Antilog (3.98)} = 97 \text{ gramos}$$

Por lo tanto, para que la población de descortezadores muera en 95%, siendo expuesta a fumigación por siete días, se requieren 97 gramos de fosfamina, equivalente a cinco pastillas aproximadamente.

### Efecto de la fosfamina en enemigos naturales.

De los enemigos naturales asociados al escarabajo descortezador, las especies más comúnmente encontradas durante la ejecución del experimento, fueron los escarabajos *Enoclerus arachnodes*; *Temnochila virescens* y *Corticeus* spp.; los cuales actúan como depredadores del insecto-plaga.

Como se puede observar en el cuadro 3, la mortalidad ejercida por la sola colocación del polietileno (testigo), es nula en los estados larvarios y adultos de las especies encontradas.

Mientras que al colocar una pastilla, considerando el máximo tiempo de exposición estudiado (7 días), la mortalidad se presenta en 50% en los estados larvarios de *Enoclerus arachnodes* y *Temnochila virescens* y en 100% en el estado adulto de *Corticeus* spp.

Con respecto a las dosis de 3 y 5 pastillas, los individuos de *Enoclerus arachnodes* y *Temnochila virescens*, así como de *Corticeus* spp., mueren en su totalidad en cualesquiera de los tiempos de exposición estudiados.

ESPECIE		PASTILLAS			
		0	1	3	5
	DOSIS				
<i>Enoclerus arachnodes</i>	larva	0	50	100	100
<i>Temnochila virescens</i>	larva	0	50	100	100
	adulto	0		100	
<i>Corticicus</i> spp.	larva	0	100	100	100

**Cuadro N° 3.** Porcentaje de mortalidad de enemigos naturales sometidos a fumigación con fosfamina.

## CONCLUSIONES.

1. De los resultados de las pruebas de hipótesis y de separación de medias se concluye que la mortalidad alcanzada por todos los estados y estadios de *Dendroctonus mexicanus* encontrados en las trozas al ser fumigadas, se debe al efecto de los tratamientos utilizados en el diseño del experimento, siendo las dosis de tres y cinco pastillas las que mayor porcentaje de mortalidad lograron en la población plaga.

2. La sensibilidad relativa de estados inmaduros y maduros del insecto plaga indica que la mortalidad se incrementa en los estados larvarios, en el mayor tiempo de exposición experimentado (7 días), en cualesquiera de las dosis estudiadas, excluyendo al testigo.

3. Al considerar como unidad los estados maduros e inmaduros de *D. mexicanus*, las pruebas de mortalidad indican que manteniendo la exposición al fumigante durante tres días, se requieren 7 pastillas para asegurar arriba del 95% de mortalidad general; mientras que en exposiciones de cinco y siete días, se necesitan 6 y 5 pastillas respectivamente, para alcanzar una mortalidad efectiva de la plaga.

4. Lo anterior permite concluir que la mortalidad efectiva de la plaga de escarabajos descortezadores en *Pinus leiophylla* se alcanza aplicando mayor dosis de fosfamina, mientras el tiempo de exposición sea menor y viceversa, dentro del rango de dosis equivalente a 100 y 150 gramos de fosfamina.

5. Con respecto a la entomofauna benéfica, se concluye que cualquier dosis letal para la población plaga, es también letal para sus enemigos naturales.

## RECOMENDACIONES.

1º Aplicar la dosis de 5 pastillas en exposición a 7 días para asegurar que los estados inmaduros de la plaga mueran en su totalidad, ya que el incremento del tiempo de exposición, aumenta la sensibilidad de esta fase de desarrollo al fumigante.

2º Para evitar un mayor impacto en la entomofauna benéfica, se recomienda no fumigar trozas de árboles en donde la plaga ya hubiese salido, debido a que es en este tipo de árboles en donde la progenie de las especies de enemigos naturales es más abundante.

3º Para garantizar la mortalidad efectiva de la plaga, se recomienda sellar perfectamente el polietileno, para evitar que fugas en el gas disminuyan la efectividad del producto.

4º Las medidas de seguridad principales son aquellas que se indican para el manejo de cualquier pesticida; sin embargo, es conveniente recordar que el límite de seguridad máximo para una exposición diaria de 8 horas en una semana de 5 días, es de 0.3 ppm.

Para exposiciones mayores, el manual de fumigación contra insectos editado por la F A O señala: 7 horas, 1 ppm; 1 hora, 25 ppm; 5 minutos, 50 ppm.

5º Para protegerse de la acción de los vapores de fosfamina en concentraciones mayores al límite umbral, el personal deberá llevar un respirador con filtro conteniendo carbón activado, que protege contra los gases ácidos.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Ascencio, C, V. E. y Serrato, B, B. E. 1989<sup>a</sup>. El fosfuro de aluminio a exposición de 48 horas para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw. Resumen V Simposio sobre Parasitología Forestal. Ciudad Juárez Chihuahua. 23 p.
- Ascencio, C, V. E. y Serrato, B, B. E. 1989<sup>b</sup>. El bromuro de metilo para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw. Resumen V Simposio sobre Parasitología Forestal. Ciudad Juárez Chihuahua. 22 p.
- García, D, J. 1986. Método de control de poblaciones endoparásitas con polietileno y pastillas fumigantes. Jefatura del Programa Forestal en Jalisco. Documento mecanografiado.
- Monro, H, A. U. 1970. Manual de fumigación contra insectos. FAO 2<sup>o</sup> ed Italia 404 p.
- Plan de Manejo Integral Forestal de la Región de Atenquique. 1989. Estudios básicos. Compañía Industrial de Atenquique. México.
- Quereshi, A. H.; Bond, E. J. and Monro, H, A. U. 1970. "Toxicity of hydrogen phosphide to the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L) and other insects". *J.econ. ent.* N° 58. pp. 324-331.
- Reynolds, E. M.; Robinson, J. M. and Howels, C. 1967. "The effect on *Sitophilus granarius* (L.) of exposure to low concentrations of phosphine". *J stored prod. Res.* N° 2. pp. 177-186.
- Reyes, C, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. Ed Trillas 2<sup>a</sup> ed México. 344 p.
- Rodríguez, A, J. 1989. Modelos matemáticos aplicados a la agricultura. Confederación de Asociaciones Agronómicas de Sinaloa. 1<sup>a</sup> ed México. 186 p.
- Rodríguez, L, R. 1982. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma Chapingo. México.

# REGENERACIÓN NATURAL EN SITIOS AFECTADOS POR EL HURACÁN GILBERTO E INCENDIOS FORESTALES EN QUINTANA ROO

García Cuevas Xavier \*  
Rodríguez Santiago Bartolo \*  
Chavelas Polito Javier \*

## RESUMEN.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de la dinámica sucesional de la regeneración natural en las áreas afectadas por el huracán "Gilberto" y los incendios forestales ocurridos en los años de 1988 y 1989, respectivamente.

El huracán "Gilberto" alcanzó una superficie aproximada de 1 millón de hectáreas, impactando principalmente en aspectos como: derribo de árboles con raíces superficiales, descortezamiento por fricción, defoliación y daños a la copa, entre otros efectos.

Asimismo, los incendios detectados en el norte de Quintana Roo y los 10 brotes registrados desde Cancún hasta Playa del Carmen, influenciaron una superficie total estimada en 127 303 hectáreas.

Para realizar la evaluación sobre los patrones de distribución, origen y características de la regeneración natural, se situaron dos sitios de estudio en Central Vallarta y dos en la zona de Pozos, de acuerdo al grado en que se afectó la vegetación por los eventos.

Se muestrearon los sitios permanentes de investigación silvícola establecidos en el año de 1990, en los cuales se formaron unidades de muestreo rectangulares de 20 m de ancho por 50 m de largo (1 000 m<sup>2</sup>), y un sitio levantado por cada condición definida como caso de estudio.

Dentro de cada sitio rectangular de 1 000 m<sup>2</sup> se ubicó un sitio cuadrado de 25 m<sup>2</sup>, en donde se obtuvo la información para la regeneración natural, la cual ha tenido resultados de acuerdo al grado de perturbación de los daños causados por los siniestros, así como a la flora existente en cada sitio.

Palabras clave: Regeneración natural, incendios forestales, especies forestales tropicales, huracanes.

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

## ABSTRACT.

The principal subject of this paper was the study of the comportment of the successional dynamic and natural regeneration on the affected zones by the "Gilberto" hurricane and forest fires ocured in years 1988 and 1989.

"Gilberto" hurricane covered approximately 1 million hectare, that provoqued the fall of trees with surface roots, bark fricction, defoliation and serious dammagens on the tree tops as principal.

The fires detected on the north of Quintana Roo and 10 sproutings registered from Cancun to Playa del Carmen affected 127 303 hectare surface.

To evaluate the standars for distribution and natural regeneration, two study centers were settled in Central Vallarta, and also two in zona de Pozos according to the dammage of the vegetation caused by the events.

The permanent silviculture research locations were settled in 1990, by square sample units of 20 m width and 50 m long ( 1 000 m<sup>2</sup>) and one location by each defined condition as study case.

Inside of each location was introduced a 25 m<sup>2</sup> area where were obtained the natural regeneration results, according to the perturbation level caused by the events and flora existence in each location.

Key words: Natural regeneration, forest fires, tropical forest species, hurricanes.

## INTRODUCCIÓN.

Es del conocimiento general que la presencia de disturbios juega un papel importante en la estructura y proceso dinámico de las comunidades forestales<sup>1</sup>.

La composición florística y crecimiento de las especies secundarias después del disturbio de una selva, pueden variar notablemente, en función de una gran cantidad de factores que cambian de manera independiente y que dan como resultado situaciones sucesionales diferentes, incluso dentro de una misma región<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Martínez, R. M. *et al* 1988. "Treefall age determination and gap dynamics in a tropical forest". pp. 700-716.

<sup>2</sup> I N I R E B. 1983. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México.

Los trabajos realizados a través de varios años, generan información para entender de forma general la capacidad de regeneración, la variación florística regional y para abrir interrogantes sobre aspectos que requieren investigaciones detalladas, I N I R E B *op. cit.*

Un hecho curioso es que muchos investigadores consideran a la regeneración de zonas tropicales como muy compleja, por lo que es común pensar que no es posible plantear investigaciones a corto plazo que nos permitan conocer el proceso ecológico después de la presencia de disturbios, I N I R E B *Ibidem.*

Para evaluar la dinámica de desarrollo de las áreas afectadas por el huracán "Gilberto" en 1988 y los incendios forestales de 1989 en el norte de Quintana Roo, se han realizado dos estudios en la zona; el primero realizado por Rodríguez<sup>3</sup> y colaboradores; y el segundo por García<sup>4</sup> y coautores, los cuales se propusieron cuantificar los daños ocasionados por los siniestros en la composición de los estratos arbóreos, la regeneración natural, las estructuras residuales de la vegetación y evaluar la dinámica de desarrollo de los ecosistemas.

Todo ello, a través de períodos de tiempo y en distintos tipos de vegetación, así como las causas y niveles de perturbación de los disturbios.

## **OBJETIVO.**

Con base en lo señalado, el objetivo de la presente investigación es:

- Estudiar el comportamiento de la dinámica sucesional de la regeneración natural en áreas afectadas por el huracán "Gilberto" en 1988 y los incendios forestales de 1989.

## **MARCO DE REFERENCIA.**

### **Superficie forestal tropical.**

En México, la vegetación forestal cubierta de selvas de clima tropical abarca una

---

<sup>3</sup> Rodríguez, F. C. *et al.* 1989. Evaluación de daños en el área afectada por el huracán Gilberto y el incendio ocurrido en 1989.

<sup>4</sup> García, C. X. *et al.* 1991. Evaluación de áreas afectadas por el huracán Gilberto e incendios forestales en Quintana Roo.

superficie de 24 millones de hectáreas (ha), que equivale al 32.8% de la superficie nacional total con cubierta forestal<sup>5</sup>.

Para 1987, de acuerdo con datos reportados por UNASYLVA<sup>6</sup>, México se encontraba dentro de los 17 países que poseían las mayores superficies cubiertas con vegetación tropical y subtropical.

En los estados del sur y sureste del país, existen 14.6 millones de hectáreas de selvas, según datos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (I N I F), 1975, 1976, *cit pos.* Patiño<sup>7</sup>, de esta superficie:

- 2 millones ha, corresponden a las selvas altas.
- 7.4 millones ha, a selvas medianas.
- 5.2 millones de hectáreas a selvas bajas.

El estado de Quintana Roo forma parte de los pocos vestigios que quedan en el país de selvas tropicales, según lo reportó la Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (S F F S), en 1984.

Éste cuenta con una superficie total de 5 021 200 ha (100%); de éstas, 3 174 596 ha, que equivalen al 63% de la superficie total de la entidad, corresponden a la cubierta forestal arbolada, 328 241 ha (7%), a vegetación forestal no arbolada, 1 251 872 ha, (25%), a zonas forestales perturbadas y 266 491 ha a otros usos del suelo, S F F S, *op. cit.*

El 100% de la superficie forestal del estado está constituida por selvas, las cuales, de acuerdo a la S F F S, *Ibidem*, se distribuyen como se muestra en el cuadro 1.

Se clasifica como superficies forestales no arboladas y zonas perturbadas a aquellos tipos de vegetación que por la baja altura de las plantas, escasa densidad o en razón de su localización muy específica, no alcanzan la caracterización de zonas arboladas.

Dentro de estas categorías se ubican los manglares, otros tipos de vegetación, superficies alteradas y áreas fuertemente perturbadas.

Se calcula que en el estado de Quintana Roo anualmente se deforestan 60 000 hectáreas, las cuales son desmontadas totalmente para cambio de uso del suelo, principalmente para prácticas de agricultura migratoria bajo el sistema de roza-tumba-quema, Patiño *op. cit.*

---

<sup>5</sup> Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. 1992. Inventario nacional forestal de gran visión: Síntesis del estado de Quintana Roo.

<sup>6</sup> U N A S Y L V A. 1987. "La Silvicultura del año 2 000". pp. 7-16.

<sup>7</sup> Patiño, V, F. 1989. "La conservación de los recursos genéticos forestales en los trópicos". pp. 4-20.

El impacto de agentes de disturbio naturales o inducidos sobre los componentes bióticos o abióticos de los ecosistemas, en ocasiones puede ser catastrófico y poner en peligro la existencia de las especies vegetales y animales que los circundan, éstos pueden ser:

- Aprovechamiento inadecuado de los recursos forestales
- Impacto de agentes naturales.

CONCEPTO	SUPERFICIE	
	ha	%
Selvas altas medianas	1 570 620	49
Selvas bajas perennifolias	499 080	16
Selvas bajas caducifolias	1 104 896	35
Total no arbolada	3 174 596	100
Manglares	89 200	27
Otros tipos de vegetación	239 041	73
Total no arbolado	328 241	100
Áreas perturbadas	1 216 338	93
Áreas fuertemente perturbadas	35 534	3
Total de zonas perturbadas	1 251 872	100

Fuente: S F F S 1992.

**Cuadro N° 1.** Distribución de la superficie forestal en el estado de Quintana Roo.

### Superficie afectada por el huracán "Gilberto".

El huracán "Gilberto" afectó una superficie aproximada de un millón de hectáreas, ocurrió durante los días 13 y 14 de septiembre de 1988, y dejó tras de sí un volumen

material de origen vegetal similar al que se produce anualmente en los bosques de la República Mexicana, resultado de la defoliación, caída de ramas y fustes, provocado por los vientos huracanados<sup>8</sup>.

Rodríguez y coautores *op. cit.* señalan que, en general los principales efectos fueron:

- Derribo de árboles con raíces superficiales
- Descortezamiento por fricción.
- Defoliación y daños a la copa, causando deshidratación del follaje remanente y pérdida del mismo.
- Daños a la yema apical.
- Muerte en pie de los individuos más dañados.
- Retraso y deformación en los patrones de desarrollo.
- Muerte de renuevos.
- Una gran acumulación de material combustible en el área.

### **Superficie afectada por los incendios forestales.**

En marzo de 1989 se detectaron algunos incendios en el norte de Quintana Roo. Dos meses después, el 6 de mayo, se registraron diez brotes de incendios desde Cancún hasta Playa del Carmen.

Los incendios, a pesar de los intentos, no fueron controlados y crecieron en tamaño e intensidad hasta que disminuyeron por la presencia de las lluvias en julio y se extinguieron finalmente, en agosto, (López *et al. op. cit.*).

En estos meses se afectó una superficie total estimada de 127 303 hectáreas, de las cuales 119 233 corresponden a superficie quemada y 8 070 hectáreas a manchones que escaparon a la acción del fuego.

Esta superficie se localiza en los municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez y Cozumel (distrito de desarrollo rural N° 003 de Cancún).

En el cuadro 2 se presentan las superficies y lugares afectados por los incendios en cada municipio.

---

<sup>8</sup> López, P. J. *et al.* 1990. Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico?

MUNICIPIO	ZONAS	SNA	SA
Lázaro Cárdenas	Sabanas El Edén y Tres Marias.	1 083	9 403
	Zona Nacozari	-----	200
Isla Mujeres	Zona agropecuaria, Fco May, Ramonal, Rancho Viejo y Sabanas de laguna Chakmuchuil.	3 000	29 286
Benito Juárez	Zona de capacitación hasta zona urbana al norte de la carretera Cancún-Valladolid.	1 196	19 361
	Ejido Leona Vicario (S Fco)	-----	654
	Ejido Leona Vicario (L Ech)	-----	150
	Zona de torres eléctricas al norte del aeropuerto.	610	7 412
	Zona de pozos al este del aeropuerto.	35	3 605
	Zona de pequeñas propiedades al sur de los pozos.	-----	350
	Zona flamings	130	4 578
	Ejido P Morelos (central Vallarta)	120	7 180
	Zona del C I Q R O	-----	20
Cozumel	Rancho 5 Hermanos.	95	1 935
	Ejido playa del Carmen.	515	13 485
	Zona de Puerto Aventuras.	1 286	21 514
	Zona a 22 km de Puerto Aventuras.	-----	100
TOTAL		8 070	119 233

Fuente: D D R I 003 de Cancún, Q Roo. S N A = Superficie no afectada. S A = Superficie afectada.

**Cuadro N° 2.** Municipios, zonas y superficies (ha), afectadas por el incendio forestal ocurrido en 1989 en la zona norte de Quintana Roo.

## ANTECEDENTES.

Rodríguez y coautores, *op. cit.* evaluaron en septiembre de 1989 las áreas afectadas por el huracán "Gilberto" y por el incendio forestal en el norte de Quintana Roo.

Considerando la magnitud de los disturbios, se definieron cuatro condiciones de estudio.

Los resultados son los siguientes:

1. Vegetación afectada por el huracán "Gilberto", sin ocurrencia de incendio.
2. Vegetación afectada por el incendio con una intensidad leve.
3. Vegetación afectada intensamente por el incendio.
4. Vegetación afectada intensamente por el huracán y el incendio.

En la primera condición, la regeneración existente era de 397 500 individuos por hectárea, de los cuales 135 000 pertenecían a siete especies arbóreas y seis familias; 220 000 a ocho especies de arbustos; 20 000 a una especie de pasto y 22 500 a una especie de bejuco,

Las especies dominantes eran:

- *Psicotria* sp.
- *Nectandra salicifolia*.
- *Serjania* sp.

Para la segunda condición, la regeneración existente era de 500 individuos por hectárea; de éstos, 325 eran pertenecientes a 11 especies arbóreas y nueve familias; 75 a tres especies de arbustos; 75 a una especie de palma y 25 a una especie de bejuco.

Las especies más abundantes eran:

- *Thrinax radiata*.
- *Pithecellobium leucospermum*.
- *Coccoloba spicata*.

En la tercera condición, la regeneración existente era de 142 500 individuos por hectárea, 127 500 pertenecientes a tres especies arbóreas y tres familias, 10 000 a una especie de bejuco y 5 000 a una especie de palma.

Las especies más abundantes fueron:

- *Lysiloma bahamensis*.
- *Metopium brownei*.

Para la última condición, la regeneración existente era de 10 800 individuos por hectárea, 8 800 pertenecientes a cinco especies arbóreas y cinco familias, 1 600 a una palma y 400 una especie de bromeliacea.

López y colaboradores, *op. cit.*, determinaron para la zona afectada por el huracán que, el 46% de las plantas de regeneración natural crecieron a partir de semilla y el resto a partir de brotes vegetativos (12% de las especies mostraron ambas formas de regeneración).

La densidad de plantas por metro cuadrado fue de 48.6 (error estándar de 9.43). En la zona dañada por el huracán y fuego generalizado sólo se presentó regeneración vegetativa. La densidad de individuos por metro cuadrado en el estrato inferior fue de 14.8 (error estándar de 4.14), lo que indica una disminución aproximada de 70% en relación a la zona anterior.

Aunque el número de especies en la zona afectada por el huracán y por el incendio forestal disminuyó casi 50% en relación a la zona sólo afectada por el huracán, la diversidad biológica (árboles, arbustos y bejucos), se mantuvo constante, debido a la aparición de otras especies.

En mayo de 1990 se establecieron sitios permanentes de investigación silvícola, en las áreas afectadas en diverso grado por los siniestros, García *op. cit.* Estas condiciones son las siguientes:

- a) Vegetación afectada por el huracán "Gilberto" (Central Vallarta).
- b) Vegetación afectada por el huracán "Gilberto" e incendio forestal en forma moderada (Central Vallarta).
- c) Vegetación afectada por el huracán "Gilberto" y por el incendio forestal en forma intensa (zona de Pozos).
- d) Vegetación afectada por el huracán "Gilberto" (zona de Pozos).

Los resultados de la regeneración natural, García, *op. cit.* para las condiciones mencionadas, se muestran en el cuadro 3:

FORMAS BIOLÓGICAS								
COND	ESP	FAM	ÁRBOLES	ARBUSTOS	HIERBAS	LIANAS	PALMA	I/HA
A	44	25	26	9	3	5	1	126 000
B	34	20	18	6	7	3	—	104 200
C	39	22	17	6	11	5	—	76 000
D	38	24	24	4	3	6	1	76 000

COND = Condición

FAM = Familias botánicas

A = Huracán "Gilberto" central Vallarta

B = Huracán "Gilberto" y el incendio forestal moderado

C = Huracán "Gilberto" y el incendio forestal intenso

D = Huracán "Gilberto" zona de Pozos

ESP = Especies

I/HA = Individuos por ha

**Cuadro N° 3.** Regeneración natural en cuatro condiciones, a un año de la ocurrencia del huracán "Gilberto" y los incendios forestales en Quintana Roo.

En la primera condición, la regeneración natural existente fue de 26 especies arbóreas, 9 de arbustos, 3 de hierbas, 1 de palma y 5 de bejucos.

Entre estas especies se identificaron 25 familias botánicas, representadas por 44 especies.

El número de renuevos fue de 126 000 individuos por hectárea, de los cuales 79 200 correspondieron a especies arbóreas; 26 800 a arbustos; 9 200 a hierbas; 6 400 a palmas y 4 400 a bejucos.

Para la segunda condición existían 18 especies arbóreas, 6 de arbustos, 7 de hierbas y 3 de bejucos, identificándose 20 familias botánicas, representadas por 34 especies.

Se estimó una población total de plántulas de 104 200 individuos por hectárea, de los cuales 63 800 corresponden a especies arbóreas; 17 100 a arbustos; 19 700 a hierbas y 3 600 a bejucos.

Del total, el 93% proviene de semillas y el 7% se regeneró asexualmente, a través de rebrotes o rizomas.

En el tercer caso, la regeneración natural existente era de 17 especies arbóreas, 6 de arbustos, 11 de hierbas y 5 de bejucos, detectándose la presencia de 22 familias botánicas y 39 especies.

La población de renuevo se estimó en 76 000 individuos por hectárea, correspondiendo 26 400 a especies arbóreas; 8 800 a arbustos; 29 600 a hierbas y 10 000 a bejucos.

Para la última condición, la regeneración natural existente fue de 24 especies arbóreas, 4 de arbustos, 1 de palma, 3 de hierbas y 6 de bejucos, identificándose la presencia de 24 familias botánicas, 35 especies identificadas y 3 desconocidas.

La regeneración natural se estimó en 76 000 individuos por hectárea, de los cuales 42 800 correspondieron a especies arbóreas, 6 000 a arbustos, 19 000 a hierbas, 600 a palmas y 7 200 a bejucos.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Para realizar la evaluación sobre los patrones de distribución, origen y características de la regeneración natural, se utilizó la metodología empleada en la misma zona por García y coautores *op. cit.*, definiendo iguales sitios de estudio, los cuales son:

- a) Vegetación afectada por el huracán “Gilberto” (Central Vallarta).
- b) Vegetación afectada por el huracán “Gilberto” y por el incendio forestal de forma moderada (Central Vallarta).
- c) Vegetación afectada por el huracán “Gilberto” y por el incendio forestal en forma intensa (zona de Pozos).
- d) Vegetación afectada por el huracán “Gilberto” (zona de Pozos).

Se muestrearon los sitios permanentes de investigación silvícola establecidos en el año de 1990, los cuales son unidades rectangulares de 20 m de ancho por 50 m de largo (1 000 m<sup>2</sup>), y un sitio levantado por cada condición definida como caso de estudio.

Dentro de cada sitio rectangular de 1 000 m<sup>2</sup> se ubicó un sitio cuadrado de 25 m<sup>2</sup>, en donde se obtuvo la información para la regeneración natural.

Para las plántulas se registró el número de individuo, especie, altura o longitud, patrón de distribución y origen de la regeneración (semilla, brotes, tocón, raíz, rizoma, etc.).

Para cada una de las condiciones de estudio, se estimó:

- Número de especies
- Familias botánicas
- Formas biológicas
- Dimensiones
- Número de individuos por unidad de superficie
- Patrón de distribución
- Origen de la planta.

Los resultados se extrapolaron a una hectárea.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En los cuadros 4 a 8 *vid., infra*, se presentan los resultados de la regeneración natural en el estudio realizado a tres años de la ocurrencia de los disturbios.

FORMAS BIOLÓGICAS								
COND	ESP	F BOT	ÁRBOLES	ARBUSTOS	HIERBAS	LIANAS	PALMA	I/HA
A	34	25	19	6	4	4	1	61 200
B	51	30	25	10	10	5	1	109 200
C	35	28	16	5	7	7	--	57 600
D	40	24	22	3	6	7	2	91 600

COND = Condición

ESP = Especies

F BOT = Familias botánicas

I/HA = Individuos por ha

A = Huracán "Gilberto", Central Vallarta

B = Huracán Gilberto y el incendio forestal moderado

C = Huracán "Gilberto" y el incendio forestal intenso

D = Huracán "Gilberto", zona de Pozos

**Cuadro N° 4.** Regeneración natural en cuatro condiciones, a tres años de la ocurrencia del huracán "Gilberto" y los incendios forestales en Quintana Roo.

N°	N COMÚN	N CIENTÍFICO	FAMILIA	F BIOL	DIST	ORIG	ALT (m)	I/HA
1	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae	Árbol	A	S	1.25	7 600
2	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Palmae	Palma	A	S	0.25	5 200
3	Picramia	<i>Picramnia</i> sp	Simaroubaceae	Árbol	AG	S	0.41	4 800
4	Ibach	<i>Acacia</i> sp	Leguminosae	Arbusto	A	S	0.12	4 800
5	D1	-----	-----	Árbol	A	S	1.43	4 800
6	Gramínea	-----	Graminae	Hierba	GA	S	0.09	3 600
7	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	Arbusto	A	S	0.49	2 800
8	Toyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae	Árbol	AG	S	0.94	2 800
9	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae	Árbol	AG	S	0.30	2 800
10	Ekulub	<i>Talisia floresili</i>	Sapindaceae	Árbol	A	S	0.52	2 800
11	Chacabulumché	<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Arbusto	A	S	0.08	2 400
12	Xcanán	<i>Hamelia</i> sp	Rubianaceae	Hierba	A	S	0.34	2 000
13	Kanasín	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Leguminosae	Árbol	A	S	0.07	1 600
14	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	Ebenaceae	Árbol	A	S	0.42	1 200
15	Peperomia	<i>Peperomia</i> sp	Piperaceae	Hierba	A	S	0.27	1 200
16	Laurel	<i>Nectandra coriacea</i>	Lauraceae	Árbol	A	S	1.73	1 200
17	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	Árbol	A	S	0.16	800
18	Roble blanco	<i>Hippocratea exelsa</i>	Hippocrateae	Árbol	A	S	0.98	800
19	Cambalux	<i>Randia</i> sp	Rubiaceae	Bejuco	A	S	1.85	800
20	Caimitillo	<i>Chrisopyllum mexicanum</i>	Sapotaceae	Árbol	A	S	0.28	800
21	Peperexcutz	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	Árbol	A	S	0.07	800
22	Zapote	<i>Mamikara zapota</i>	Sapotaceae	Árbol	A	S	0.13	800
23	Ipomoea	<i>Ipomoea</i> sp	Convolvulacea	Bejuco	A	S	0.04	400
24	Xtokaban	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	A	S	0.15	400
25	Chechem negro	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	Árbol	A	S	0.12	400
26	Boopchich	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	8.00	400
27	Diente de perro	<i>Smilax mollis</i>	Smilacaceae	Bejuco	A	S	0.70	400
28	Chintoc	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Rhamnaceae	Árbol	A	S	0.17	400
29	Lengua de vaca	<i>Bahuvia</i> sp	Leguminosae	Arbusto	A	S	0.40	400
30	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae	Árbol	A	S	0.44	400
31	D2	-----	Celastraceae	Hierba	A	S	0.17	400
32	Tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	Leguminosae	Árbol	A	S	0.09	400
33	Paulinea	<i>Paulinea</i> spp	Sapindaceae	Bejuco	A	S	0.50	400
34	Limonaria	<i>Trichillia</i> sp	Meliaceae	Arbusto	A	S	0.10	400
<b>TOTAL</b>		<b>34</b>	<b>25</b>				<b>61 200</b>	

N° = Número

N = Nombre

F BIOL = Forma biológica

ALT = Altura

I/HA = Individuos por hectárea

A = Aleatorio

G = Grupos

S = Semilla

**Cuadro N° 5.** Características de la regeneración natural en la zona afectada por el huracán "Gilberto" a tres años de su ocurrencia. Central Vallarta, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

## **Vegetación afectada por el huracán "Gilberto" (Central Vallarta, Quintana Roo).**

Esta es una sucesión joven, cubierta por una comunidad secundaria que crece en un suelo tzequel (litosol, según la FAO-UNESCO).

Tiene dominancia de las siguientes especies arbóreas:

- Guayabillo	( <i>Psidium sartorianum</i> )
- Chechem negro	( <i>Metopium brownei</i> )
- Una especie no identificada	
- Zapote	( <i>Manilkara zapota</i> )
- Sacpáh	( <i>Byrsonima bucidaeifolia</i> )

La estructura no fue afectada fuertemente por el huracán, por lo que está recuperada, según lo señalan García y coautores, *op. cit.*

## **Regeneración natural.**

Para enero de 1992 se estimó la presencia de 61 200 plántulas/ha, originadas a partir de semillas y distribución bajo un patrón de agregación aleatorio, aunque un 4% de la población tendía a formar grupos (*vid.*, cuadros 4 y 5).

De estos individuos, hay una correspondencia de:

- Especies arbóreas	35 600
- Arbustos	11 200
- Hierbas	7 200
- Lianas	2 000
- Palmas	5 200

Lo anterior presupone que hubo un alto porcentaje de mortalidad, ya que comparativamente, sólo sobrevivieron en el lapso transcurrido entre las dos evaluaciones:

- 24 especies	54.5 %
- 19 familias botánicas	76.0 %

Al mismo tiempo, aparecieron 10 nuevas especies y 4 familias, que no estaban representadas en la primera evaluación.

De acuerdo con Gómez y Vázquez<sup>9</sup>, las selvas no son comunidades estáticas, sino que en ellas ocurren cambios constantes, se presenta mortandad en el estrato herbáceo y arbustivo, unos individuos mueren y otros aparecen.

En algunas épocas, las plántulas, principalmente después de la fructificación son extraordinariamente abundantes y tapizan el suelo de la selva; sin embargo, a los pocos meses o semanas, lo más frecuente es que la mayoría muera y sólo sobrevivan unas cuantas, que siguen su crecimiento.

Los árboles grandes son más estables, aunque las selvas siempre están en un proceso dinámico, que incluye la sustitución lenta de sus propias especies arbóreas dominantes.

En este lugar se encontraron abundantes especies, típicas de áreas recientemente perturbadas, (Gómez y Vázquez, *op. cit.*) entre las que se presentan los géneros:

- |                    |                      |                  |
|--------------------|----------------------|------------------|
| - <i>Picramnia</i> | - <i>Malvaviscus</i> | - <i>Ardisia</i> |
| - <i>Hamelia</i>   | - <i>Croton</i>      | - <i>Ipomoea</i> |
| - <i>Smilax</i>    | - <i>Bahúnia</i>     |                  |

### Vegetación afectada por el huracán “Gilberto” y por el incendio forestal en forma moderada (Central Vallarta).

Esta es una sucesión joven que anteriormente estaba cubierta por una comunidad secundaria, que crecía en un suelo tzequel (litosol, según la FAO-UNESCO).

Con dominancia de las siguientes especies arbóreas:

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| - Chechem negro               | ( <i>Metopium brownei</i> )    |
| - Guayabillo                  | ( <i>Psidium sartorianum</i> ) |
| - Una especie no identificada |                                |
| - Boopchich                   | ( <i>Coccoloba spicata</i> )   |
| - Zapote                      | ( <i>Manilkara zapota</i> ).   |

La estructura fue afectada por el huracán y por el incendio forestal de tal forma que en la actualidad se estima que sólo sobrevive el 22.6% de la vegetación original, (García *op. cit.*).

<sup>9</sup> Gómez, P. A. y Vázquez, Y. C. 1985. “Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México”. pp. 1-25.

Nº	N COMÚN	N CIENTÍFICO	FAMILIA	F BIOL	DIST	ORIG	ALT (m)	I/HA
1	Xcanán	<i>Hamelia</i> sp	Rubiaceae	Hierba	AG	SB	0.79	9 600
2	Gramínea	-----	Gramineae	Hierba	AG	S	0.15	8 800
3	D1	-----	-----	Árbol	AG	S	0.66	8 000
4	Chacbulumché	<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Arbusto	AG	S	0.38	6 800
5	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae	Árbol	A	S	0.72	6 000
6	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	Arbusto	A	S	0.35	4 800
7	Guaruno	<i>Cecropia peltata</i>	Moraceae	Árbol	A	S	1.84	4 800
8	Xtokabán	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	AG	S	2.64	4 400
9	Ekulub	<i>Talisia floresii</i>	Sapindaceae	Árbol	A	SB	1.25	4 000
10	Alamo	<i>Picus glaucescens</i>	Moraceae	Árbol	A	SB	1.24	4 000
11	Randia	<i>Randia</i> sp	Rubiaceae	Bejuco	A	S	0.41	3 600
12	Ibach	<i>Acacia</i> sp	Leguminosae	Arbusto	A	S	0.17	3 600
13	Chechem negro	<i>Metopiu brownei</i>	Anacardiaceae	Árbol	A	S	0.36	2 800
14	Toyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	0.10	2 400
15	Laurel	<i>Nectandra coriacea</i>	Lauraceae	Árbol	A	S	0.98	2 400
16	Perexeutz	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	Árbol	AG	S	1.54	2 400
17	Tastab	<i>Guattarda combii</i>	Rubiaceae	Árbol	A	S	1.80	2 000
18	Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Leguminosae	Árbol	A	S	1.14	2 000
19	Lengua de vaca	<i>Bahuvia</i> sp	Leguminosae	Arbusto	A	S	1.34	2 000
20	Tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i>	Leguminosae	Árbol	A	S	0.48	2 000
21	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae	Árbol	A	S	0.59	2 000
22	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Palmae	Palma	A	S	0.64	1 600
23	Tadzi	<i>Hippocratia celastroides</i>	Hippocratiaceae	Árbol	A	S	0.30	1 600
24	Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	Polypodiaceae	Hierba	AG	SE	1.38	1 600
25	Picramnia	<i>Picramnia</i> sp	Simaroubaceae	Árbol	A	S	0.47	1 200
26	Capulín	<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Árbol	A	S	3.27	1 200
27	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	Árbol	A	S	1.55	800
28	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	Arbusto	AG	S	0.72	800
29	Caimitillo	<i>Chrisophyllum mexicanum</i>	Sapotaceae	Árbol	A	S	0.22	800
30	Boop	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	0.78	800
31	Sapindaceae	-----	Sapindaceae	Bejuco	G	S	0.90	800
32	Boopchich	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	0.50	800
33	Xcanán negro	<i>Hamelia</i> sp	Rubiaceae	Hierba	A	S	0.93	800
34	Chioplé blanco	<i>Eupatorium</i> sp	Compositae	Hierba	A	SR	0.40	800
35	Compuesta	-----	Compositae	Hierba	A	S	0.93	800
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>	<b>16</b>					<b>102 800</b>

Nº = Número

I/HA = Individuos por hectárea

E = Esporas

N = Nombre

G = Grupos

R = Rizomas

F BIOL = Forma biológica

S = Semilla

A = Aleatorio

ALT = Altura

B = Brotes

**Cuadro Nº 6.** Características de la regeneración natural en la zona afectada por el huracán "Gilberto" e incendio moderado. Central Vallarta.

Nº	N COMÚN	N CIENTÍFICO	FAMILIA	F BIOL	DIST	ORIG	ALT (m)	I/HA
1	Limonaria	<i>Trichilia sp</i>	Meliaceae	Arbusto	A	S	0.15	400
2	Paulínea	<i>Paulínea sp</i>	Sapindaceae	Bejuco	A	S	0.26	400
3	Roble blanco	<i>Hippocratea exelsa</i>	Hippocrateaceae	Árbol	A	S	2.00	400
4	Chioplé negro	<i>Eupatorium sp</i>	Compositae	Hierba	A	S	0.53	400
5	Cambalux	<i>Randia sp</i>	Rubiaceae	Bejuco	A	S	0.30	400
6	Saccachacá	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	Árbol	A	S	2.00	400
7	Samida	<i>Samyda</i>	Flacourtiaceae	Arbusto	A	S	0.70	400
8	Sihil	<i>Diospyrus cuneata</i>	Ebenaceae	Árbol	A	S	0.40	400
9	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	Leguminisae	Árbol	A	S	3.00	400
10	Zapotillo	<i>Pouteria unifloraris</i>	Sapotecae	Árbol	A	S	0.08	400
11	Yaiti	<i>Gymnanther lucida</i>	Euphorbiaceae	Árbol	A	S	0.65	400
12	D3	-----	-----	Hierba	A	S	0.10	400
13	Bejuco de agua	<i>Vitex bourgaena</i>	Vitaceae	Bejuco	A	S	0.20	400
14	Anonilla	<i>Annona primigenia</i>	Annonaceae	Arbusto	A	S	0.15	400
15	D4	-----	-----	Hierba	A	S	0.15	400
16	D2	-----	Celastraceae	Hierba	A	S	0.12	400
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>	<b>14</b>					<b>6 400</b>

Nº = Número

I/HA = Individuos por hectárea

E = Esporas

N = Nombre

G = Grupos

R = Rizomas

F BIOL = Forma biológica

S = Semilla

A = Aleatorio

ALT = Altura

B = Brotes

**Cuadro N° 7** Características de la regeneración natural en la zona afectada por el huracán "Gilberto" e incendio moderado. Central Vallarta.

### Regeneración natural.

Los resultados de la segunda evaluación se muestran en el cuadro 4 *vid., supra*. Se estimó la presencia de 109 200 plántulas/ha, originadas en un 98% a partir de semilla y 2%, en forma vegetativa.

De estas plántulas, el 88% se encuentra distribuido en forma aleatoria sobre el terreno y el 12% con una tendencia a formar grupos (*vid., cuadros 4 y 6*); las plántulas tienen

la siguiente correspondencia:

- Especies arbóreas	54 400
- Arbustos	23 600
- Hierbas	24 000
- Lianas	5 600
- Palmas	1 600.

La composición florística se hizo más compleja, pues aunque sólo sobrevivieron 17 familias botánicas (85%) y 23 especies (76.6%), el número de individuos se incrementó y aparecieron 6 nuevas familias y 24 especies.

De acuerdo con Gómez y Vázquez (*op. cit.*), en cada lugar variará el número y frecuencia de los distintos tipos de especies, estando siempre presentes algunas con ciclos de vida bien determinados para cada etapa sucesional, aunque existe mucha coincidencia de la dominancia a nivel genérico o específico, que ocurre en el neotrópico en cualquiera etapa sucesional.

Las especies más abundantes tienen una amplia dispersabilidad, larga permanencia de las semillas viables en el suelo y mecanismos de dispersión especializados.

Tal es el caso del género *Cecropia*, que produce semillas durante casi todo el año, mismas que son dispersadas por agentes muy diversos.

Son abundantes en el suelo y presentan una latencia fotoblástica prolongada.

También se encontraron otras especies características de áreas recién perturbadas, (Gómez y Vázquez *op. cit.*) como los géneros:

- <i>Hamelia</i> ,	- <i>Ardisia</i>	- <i>Malvaviscus</i>
- <i>Eupatorium</i>	- <i>Croton</i>	- <i>Bahinia</i>
- <i>Picramnia</i>	- <i>Trema</i>	- <i>Hampea</i> .

N°	N COMÚN	N CIENTÍFICO	FAMILIA	F BIOL	DIST	ORIG	ALT (m)	I/HA
1	D3	-----	-----	Hierba	GA	S	0.90	10 000
2	Gramínea	-----	Gramineae	Hierba	AG	S	0.12	6 400
3	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laureaceae	Árbol	AG	SB	1.41	5 600
4	Sipché	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Malpighiaceae	Arbusto	AG	S	1.12	4 400
5	Helecho	<i>Pteridium aquillium</i>	Polypodiaceae	Hierba	AG	SE	1.20	2 400
6	Compuesta	-----	Compositae	Hierba	A	S	1.23	2 400
7	Sactáh	<i>Sexmenia</i> sp	Compositae	Hierba	AG	S	3.58	2 400
8	D1	-----	-----	Árbol	AG	SB	1.08	2 000
9	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	Árbol	A	S	2.90	2 000
10	Boop	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	1.26	2 000
11	Serjania	<i>Serjania</i> sp	Sapindaceae	Bejuco	A	S	1.10	1 600
12	Parra ak	<i>Vitex</i> sp	Vitaceae	Bejuco	A	S	0.97	1 600
13	Cakáh	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Árbol	AG	S	2.57	1 200
14	Sacuah	-----	-----	Bejuco	A	S	1.72	1 200
15	Elemuy	<i>Malvea depressa</i>	Annonaceae	Árbol	A	S	0.27	1 200
16	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	Arbusto	A	S	1.85	800
17	Tastab	<i>Guettarda combstii</i>	Rubiaceae	Árbol	A	S	1.60	800
18	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae	Árbol	AG	S	1.40	800
19	Camechín	<i>Ficus</i> sp	Moraceae	Árbol	A	S	1.55	800
20	Canchunup	<i>Sebastiania adenophora</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	A	S	0.37	800
21	Bejuco de agua	<i>Vitex bourgaena</i>	Vitaceae	Bejuco	A	S	0.61	800
22	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae	Árbol	A	S	0.39	800
23	Cordoncillo	<i>Piper</i> sp	Piperaceae	Hierba	AG	SR	0.24	800
24	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Moraceae	Árbol	A	S	7.00	400
25	Pitecelobium	<i>Pithecellobium</i> sp	Leguminosae	Arbusto	A	S	0.40	400
26	Punza huevo	<i>Jacquines</i> sp	Theofrastaceae	Hierba	A	S	1.70	400
27	Ya'axnic	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae	Árbol	A	S	1.00	400
28	Chechem negro	<i>Metopiu brownei</i>	Anacardiaceae	Árbol	A	S	0.17	400
29	Chacbulumché	<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Arbusto	A	S	1.70	400
30	Popox	<i>Tragia nepetaefolia</i>	Euphorbiaceae	Bejuco	A	S	0.07	400
31	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	Ebenaceae	Árbol	A	S	1.80	400
32	Ekix	<i>Cydista potosina</i>	Biognoniaceae	Bejuco	A	S	3.00	400
33	Chilillo	<i>Rourea glabra</i>	Connaraceae	Bejuco	A	S	0.14	400
34	Laurel	<i>Nectandra coriacea</i>	Lauraceae	Árbol	A	S	2.50	400
35	Alamo	<i>Ficus glucescens</i>	Moraceae	Árbol	A	S	1.50	400
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>	<b>28</b>				<b>57 600</b>	

N° = Número

ALT = Altura

G = Grupos

E = Esporas

N = Nombre

I/HA = Individuos por hectárea

S = Semillas

R = Rizomas

F BIOL = Forma biológica

A = Aleatorio

B = Brotes

**Cuadro N° 8.** Características de la regeneración natural en la zona afectada por el huracán "Gilberto" e incendio intenso. Zona de Pozos, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Sarukhán mencionó en 1968, que para esta condición, la composición florística está caracterizada por la dominancia de especies herbáceas y arbustivas de ciclos cortos que eventualmente irán desapareciendo y la vegetación del lugar cambiará, tendiendo a la estabilización de las especies arbustivas y posteriormente de las especies arbóreas .

### **Vegetación afectada por el huracán “Gilberto” y por el incendio forestal de forma intensa en la zona de Pozos.**

Anteriormente la zona estaba cubierta por una comunidad de selva mediana subperennifolia, de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández<sup>10</sup>, creciendo en un suelo tzequel (litosol, según la FAO-UNESCO).

Con dominancia de las siguientes especies arbóreas:

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| - Zapote                      | ( <i>Manilkara zapota</i> )    |
| - Guayabillo                  | ( <i>Psidium sartorianum</i> ) |
| - Una especie no identificada |                                |
| - Yaití                       | ( <i>Gymnanthes lucida</i> )   |
| - Ekulub                      | ( <i>Talisia floresii</i> ).   |

La estructura resultó fuertemente afectada por el huracán y por el incendio forestal, de tal forma que actualmente se estima que sólo sobrevive el 3.9% de la vegetación original, García *op. cit.*

### **Regeneración natural.**

Cada tipo de perturbación tiene sus características peculiares, en relación a los cambios que se generan en el medio biótico y abiótico, y ésto a su vez influye en la composición florística del inicio del proceso de recuperación del ecosistema y es fundamental en los cambios que suceden a través del tiempo.

Gómez y Vázquez, *op. cit.*, señalaron que una perturbación muy drástica que elimine prácticamente todos los propágulos del suelo, se traducirá en un proceso largo y poco predecible.

---

<sup>10</sup> Miranda, F. y Hernández, X, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación.

En 1990 se estimó que existían para esta condición 76 000 plántulas /ha y para 1992, en el mismo lugar se calculó una población de renuevos de 57 600 plántulas/ha, originadas en un 93% a partir de semilla y 7% a partir de formas vegetativas.

El 76% de los individuos se encuentran distribuidos en el terreno en forma aleatoria y el 24% tiende a formar grupos (*vid.*, cuadros 4 y 7). Corresponden del número de individuos:

- Especies arbóreas	19 600
- Arbustos	6 800
- Hierbas	24 800
- Lianas	6 400

En el término de las dos evaluaciones sobreviven 19 familias botánicas (82.6%), 20 especies (74%), y aparecieron 14 nuevas especies y 8 familias.

De acuerdo con Gómez y Vázquez *op. cit.*, entre los géneros típicos de áreas recién perturbadas que se encontraron, figuran:

- <i>Serjania</i>	- <i>Malvaviscus</i>
- <i>Piper</i>	- <i>Cecropia</i>
- <i>Ardisia</i>	

### Vegetación afectada por el huracán “Gilberto”, sin ocurrencia de incendio (zona de Pozos).

La vegetación corresponde a una selva mediana subperennifolia de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández (*op. cit.*), se desarrolla en un suelo tzequel (litosol, según la FAO-UNESCO).

Dominan las siguientes especies arbóreas:

- Chit	( <i>Thrinax radiata</i> )
- Zapotillo	( <i>Pouteria unilocularis</i> )
- Zapote	( <i>Manilkara zapota</i> )
- Ramón	( <i>Brosimum alicastrum</i> ).

La estructura no fue afectada fuertemente por el huracán, por lo que actualmente está recuperada, según lo señala García *op. cit.*

Nº	N COMÚN	N CIENTÍFICO	FAMILIA	F BIOL	DIST	ORIG	ALT (m)	I/HA
1	Zapotillo	<i>Pouteria unilocularis</i>	Sapotaceae	Árbol	GA	S	0.33	25 200
2	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae	Árbol	AG	S	0.39	7 200
3	Laurillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae	Árbol	A	S	1.41	6 800
4	Optimín	<i>Petrea arborea</i>	Vcrbenaceae	Bejuco	A	S	0.99	5 600
5	Bejuco blanco	-----	Bignonaceae	Bejuco	AG	S	1.59	4 800
6	Copal colorado	<i>Cupania glabra</i>	Sapindaceae	Árbol	A	S	0.99	4 000
7	Craminea	-----	Gramineae	Hierba	A	S	0.12	3 600
8	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	Sapindaceae	Árbol	A	S	2.10	3 600
9	Ekulub	<i>Talista floresil</i>	Sapindaceae	Árbol	A	S	1.25	3 200
10	Paulinea	<i>Paulinea sp</i>	Sapindaceae	Bejuco	A	S	0.50	2 400
11	Motuzay	-----	Araceae	Bejuco	A	S	1.72	2 400
12	Chachulumché	<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Arbusto	A	S	1.70	2 000
13	Serjania	<i>Serjania sp</i>	Sapindaceae	Bejuco	A	S	1.10	1 200
14	Toyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	0.94	1 200
15	Yaxcanán	<i>Hamelia sp</i>	Rubiaceae	Hierba	A	S	0.39	1 200
16	Chilillo	<i>Rourea glabra</i>	Connaraceae	Bejuco	A	S	0.14	1 200
17	Copal blanco	<i>Protium copal</i>	Burseraceae	Árbol	A	S	1.90	1 200
18	Boop	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Polygonaceae	Árbol	A	S	0.78	1 200
19	D4	-----	-----	Hierba	A	S	0.15	1 200
20	Kanasín	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Leguminosae	Árbol	A	S	1.14	800
21	Kanixté	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	Árbol	A	S	1.66	800
22	Sacchacáh	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	Árbol	A	S	2.00	800
23	Tastab	<i>Guettarda combisii</i>	Rubiaceae	Árbol	A	S	1.60	800
24	Zapote	<i>Malnikara zapota</i>	Sapotaceae	Árbol	A	S	0.13	800
25	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Moraceae	Árbol	A	S	1.84	800
26	Chakáh	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Árbol	A	S	2.57	800
27	Chechem negro	<i>Metopiu brownei</i>	Anacardiaceae	Árbol	A	S	0.12	800
28	Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	Piperaceae	Hierba	A	S	0.24	800
29	Canahunup	<i>Sebastiania adenophora</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	A	S	0.37	800
30	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	Árbol	A	S	3.00	400
31	Compuesta	-----	Compositae	Hierba	A	S	0.93	400
32	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Palmae	Palma	A	S	0.26	400
33	Leguminosa	-----	Leguminosae	Hierba	A	S	1.00	400
34	Chechem blanco	<i>Sebastiani sp</i>	Euphorbiaceae	Árbol	A	S	0.37	400
35	Cambalux	<i>Radia sp</i>	Rubiaceae	Bejuco	A	S	1.85	400
36	Ibach	<i>Acacia sp</i>	Leguminosae	Arbusto	A	S	0.12	400
37	Granadillo	<i>Plastymiscium yucatanum</i>	Leguminosae	Árbol	A	S	0.36	400
38	Tabaquillo	<i>Alseis yucatanensis</i>	Rubiaceae	Árbol	A	S	4.50	400
39	Guano botán	<i>Sabal japa</i>	Palmae	Palma	A	S	0.10	400
40	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	Árbol	A	S	2.90	400
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>24</b>					<b>91 600</b>

Nº = Número  
ALT = Altura  
G = Grupos

N = Nombre  
I/HA = Individuos por hectárea  
S = Semilla

F BIOL = forma biológica  
A = Aleatorio

**Cuadro N° 9.** Características de la regeneración natural en la zona afectada por el huracán "Gilberto" a tres años de su ocurrencia. Zona de Pozos.

## **Regeneración natural.**

La regeneración natural aumentó de 76 000 individuos/ha en 1990, a 91 600 individuos/ha en 1992, originados a partir de semilla. De estos últimos, el 84% se distribuyen en forma aleatoria en el terreno y el 16% tienden a formar grupos (*vid.*, cuadros 4 y 8).

Pertenecen del total de renuevos:

- Especies arbóreas	62 000
- Arbustos	3 200
- Hierbas	7 600
- Lianas	18 000
- Palmas	800.

De la composición florística, sobreviven 17 familias (70.8%), y 25 especies (62.5%), aparecieron en el mismo lugar 5 nuevas familias y 15 especies, por lo que la diversidad se mantiene.

Dentro de las selvas, ya sean secundarias viejas o primarias estables, aun sin que exista una perturbación notable en el ecosistema, la tasa de regeneración es un proceso continuo y mantiene la proporción existente en la población, tal y como lo plantean Gómez y Vázquez *op. cit.*

Aquí también han ocurrido cambios dinámicos en el estrato herbáceo, algunos individuos murieron y otros aparecieron. Éste es el caso de sactáhi (*Sexmenia sp*) y del zapotillo (*Pouteria unilocularias*).

Las plántulas de la primera especie eran muy abundantes en 1990 y ahora no se encuentran, y en la segunda, la población se triplicó en 1992, principalmente después de la fructificación.

Sin embargo, a los pocos meses o semanas, lo más seguro es que la mayoría muera y sólo sobrevivan unas cuantas que puedan continuar su crecimiento.

De acuerdo con Gómez y Vázquez, *op. cit.*, entre los géneros típicos de áreas recién perturbadas que se encontraron, figuran los siguientes géneros:

- <i>Ardisia</i>	- <i>Serjania</i>
- <i>Hamelia</i>	- <i>Cecropia</i>
- <i>Piper</i> .	

## CONCLUSIONES.

- La magnitud e intensidad de las perturbaciones, así como la flora existente en cada sitio, influyen en el curso del proceso de la regeneración natural y la sucesión ecológica en las primeras etapas de desarrollo.
- El proceso sucesional es diferente y de complejidad variable, según las características de la localidad y ecosistema que se esté regenerando.
- El grado de perturbación de los daños causados por los siniestros juega un papel determinante en el inicio de la recuperación de los ecosistemas.
- La disponibilidad de material genético ha contribuido a la colonización y dominancia de especies arbóreas en las áreas perturbadas por el huracán "Gilberto".
- En las zonas afectadas por los incendios forestales, todavía dominan las fases herbáceas, semileñosas y arbustivas.

## BIBLIOGRAFÍA.

- García, C. X.; Rodríguez, S. B.; Chavelas, P. J. y Escoto, P. J. C. 1991. Evaluación de áreas afectadas por el huracán "Gilberto" y por los incendios forestales en Quintana Roo. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. En prensa. 75 p.
- Gómez, P. A. y Vázquez, Y. C. 1985. "Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México". *En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz.* México. Vol II. Xalapa, Veracruz Méx. pp. 1-25.
- Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Bióticos. 1983. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Consejo Nacional Para la Enseñanza de la Biología. Xalapa, Ver. México. 676 p.
- López, P. J.; Keyes, H. M. R.; González, A.; Cabrera, C. E. y Sánchez, O. 1990. Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico? *En: Ciencia y Desarrollo.* México. Vol XVI. Nº 91.

- Martínez, R, M.; Álvarez, B, E. Sarukhán, K, J. and Pineiro, D. 1988. "Treefall age determination and gap dynamics in a tropical forest". *Journal of Ecology*. pp. 700-716.
- Miranda, F. y Hernández, X, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín Sociedad Botánica Mexicana. México, D F.
- Patíño, V, F. 1989. "La conservación de los recursos genéticos forestales en los trópicos". *En: Dasonomía mexicana*. México, D F. Academia Nacional de Ciencias Forestales. Vol 7. Nº 2. pp. 4-20.
- Rodríguez, F, C.; Vera, C, A. G.; Carrillo, A, F.; Chavelas, P, J.; Escoto, P, J. C. y Parraguirre, L, J. F. C. 1989. Evaluación de daños en el área afectada por el huracán "Gilberto" y el incendio ocurrido en 1989. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Inédito. México.
- Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. 1992. Inventario nacional forestal de gran visión: Síntesis del estado de Quintana Roo. México, D F. 15 p.
- UNASYLVA. 1987. "La silvicultura del año 2000". FAO Roma. Vol 37. Nº147. pp. 7-16.



# MÉTODOS DE PLANTACIÓN EN *Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) OKEN BOJÓN.

Contreras G. José Angel \*  
Rodríguez Santiago Bartolo \*

## RESUMEN.

Se probaron cuatro métodos de plantación para el establecimiento de *Cordia alliodora* y fueron: cepellón o bolsa, cepellón-tocón, tocón y raíz desnuda.

Se analizó su efecto sobre la sobrevivencia, altura total y diámetro normal de *C. alliodora*. A los dos años de establecida la plantación, los resultados indican que no hay diferencias estadísticas significativas entre los métodos de plantación.

A esta edad, se tuvo un rango de sobrevivencia promedio entre 87% y 89% en los tratamientos probados. Una altura total entre 1.85 m y 2.46 m y diámetros normales entre 1.44 cm y 2.08 cm, respectivamente.

Palabras clave: Métodos de plantación, *Cordia alliodora*, especies forestales tropicales.

## ABSTRACT.

To set *Cordia alliodora*, four planting methods were tested: the root ball or bag method, the stump method, the root ball-stump method, and the bare root method.

Their effect on survival, total height and normal diameter of *C. alliodora* was studied. Two years after setting the plantation, the results show no statistically significant differences between the planting methods used.

The survival rate ranged between 87% and 89% with the treatments tested. Total height ranged between 1.85 m and 2.46 m, while normal diameters ranged between 1.44 cm and 2.08 cm respectively.

Key words: Planting methods, *Cordia alliodora*, tropical forest species.

\* Investigadores del Campo Experimental Forestal. "San Felipe-Bacalar". Quintana Roo, CIR-Sureste. INIFAP-SARH.

## INTRODUCCIÓN.

Las plantaciones forestales en un país con alto índice de deforestación como es el caso de México, deberían ser prioritarias dentro de las actividades de las dependencias oficiales y empresas particulares, ya que mediante ellas se podría, no sólo disminuir sino dar alternativas, para abatir el déficit de materia prima para la industria forestal.

Obviamente, las plantaciones de protección no deberían tampoco olvidarse, al contrario incrementarse, fundamentalmente bajo planes de manejo sólidos y bien definidos<sup>1</sup>.

Una de las características más notables de las plantaciones forestales es su rápido crecimiento y alta productividad por unidad de áreas, y por consiguiente: uniformidad y calidad de productos.

Patino señaló en 1990 que a pesar de lo anterior, en México, las plantaciones forestales se han limitado principalmente a la protección de áreas degradadas y pocos son los ejemplos de plantaciones comerciales.

## OBJETIVO.

- El propósito general de esta investigación es determinar el método de plantación para el desarrollo del oken bojón (*Cordia alliodora*).

## ANTECEDENTES.

### Descripción botánica.

El oken bojón (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.) es un árbol hasta de 25 m de altura y diámetro a la altura del pecho hasta 90 cm, tronco derecho, copa redonda, con ramas ascendentes, verticiladas en la parte superior.

Su corteza externa está finamente fisurada, con una coloración pardo grisácea a pardo amarillenta.

<sup>1</sup> Pimental, B. y Vera, C. 1985. "Análisis del desarrollo y estado actual de las experiencias prácticas y técnicas en el manejo de plantaciones". pp. 487-494.

La corteza interna es amarilla clara, cambiando a pardo oscura muy rápidamente, laminada y fibrosa; el grosor total de la corteza es de 15 mm, tal y como lo describieron Pennington y Sarukhán en 1968.

Las ramas jóvenes son pardo verdosas o grisáceas; en diversos puntos de las ramas se presentan abultamientos alargados y huecos producidos por hormigas que habitan en el interior; en su madera la albura es de color crema amarillento.

Las hojas están dispuestas en espiral; simples, laminadas, de 4.5 x 2.0 a 17 x 5 cm, lanceoladas, con el margen entero, ápice agudo, base aguda a veces obtusa, verde oscuras y opacas en el haz y verde más claro en el envés; peciolo de 0.8 a 3.2 cm.

Los árboles de esta especie pierden las hojas durante abril y mayo. Las flores, en panículas auxiliares o terminales vistosas, de 5 cm a 15 cm de largo, desarrollándose frecuentemente a partir de uno de los hinchamientos huecos, estrellados y pubescentes, flores sésiles o sobre pedicelos hasta de 1 mm, de color sumamente suave.

Florece de agosto a abril. Los frutos, son nuecesillas con todas las partes florales persistentes, los pétalos convertidos en alas papiráceas morenas, contienen semillas de 4 a 5 mm de largo, blancas, maduran de septiembre a abril, (*cfr.* Pennington y Sarukhán, 1968).

### **Ecología.**

Es una especie abundante en la vegetación secundaria proveniente de selvas altas o medianas perennifolias o subcaducifolias. En zonas con climas más húmedos presenta un crecimiento notablemente rápido.

Su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta 500 m. Se distribuyen en las áreas tropicales de México y Centroamérica.

### **Usos.**

Madera de muy buena calidad y buenas características de aserrado, secado y torneado, usada para la fabricación de mangos de herramientas y otros artículos, o bien como madera aserrada para muebles de trabajo.

En un futuro, puede usarse favorablemente para la fabricación de chapa y madera terciada, con fines decorativos o parquet.

## ANTECEDENTES.

En 1974, el Centro Agronómico Tropical (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, estableció una plantación de *Cordia alliodora*, bajo el sistema Taungya, en una superficie de 2 500 m<sup>2</sup>.

Se probaron dos métodos de plantación, que fueron:

- Planta completa de 40 cm de altura.
- Pseudoestaca (raíz con tallo de la planta podado) con altura de 20 cm.

En ambos casos, la edad de la planta fue de 13 meses; utilizando una densidad de plantación de 1 600 plantas por hectárea.

A los 12 meses de edad se encontró una mayor sobrevivencia y crecimiento en el tratamiento de pseudoestacas. En este mismo tratamiento, a los 4 años de edad, se tenían los mejores crecimientos en diámetro normal y altura total, siendo éstos de 7.7 cm y 6.5 m, respectivamente<sup>2</sup>.

Según De las Salas<sup>3</sup>, el crecimiento en diámetro de *C. alliodora* en Costa Rica, se estima entre 1.5 y 2.0 cm/año durante los primeros 10 años, pero debe descender con la edad. El crecimiento en altura puede oscilar alrededor de 2 m/año.

En Surinam en el año de 1976, Vega *cit pos.* De las Salas, *op. cit.*, reporta al bojón como una especie exótica, altamente promisoría en sitios bien o moderadamente drenados, situados al pie de las colinas.

En la región de Mapane, el área plantada en 1975 era de 570 hectáreas (ha), establecidas por el método de enriquecimiento y 64 ha en campo abierto, en sitios denominados por Vega como clase I (suelos arenosos), la especie alcanzó alturas entre 18 m y 20 m y diámetro normal (D A P) de 22 cm/año a los 7 años.

Contreras<sup>4</sup>, al trabajar con *C. alliodora* en San Felipe-Bacalar, Quintana Roo, México, determinó que esta especie tuvo los mejores crecimientos en un suelo tipo kacab (rendzina, según la F A O).

Al año de establecida la plantación, se tenía una sobrevivencia del 82% y una altura

---

<sup>2</sup> Combe, J. y Gewald, N. 1979. *Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica.*

<sup>3</sup> Salas, G. de las. 1968. "El laurel (*C. alliodora*), una especie forestal prometedora para el trópico americano: Evidencias en Colombia y Costa Rica". pp. 266-274.

<sup>4</sup> Contreras, G. A. 1990. *Espaciamento y tipos de suelos en C. alliodora.*

promedio de 0.47 m. En el mismo tipo de suelo, tres años después, se tenía una sobrevivencia del 75% y una altura total promedio de 2.3 m.

Por sus excelentes cualidades maderables, de fácil manejo, rápido crecimiento, uso silvicultural relativamente sencillo, esta especie se considera como prometedora, para el establecimiento de plantaciones con fines comerciales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **Ubicación del área de estudio.**

El experimento se estableció en la zona II del Campo Experimental Forestal (C E F), "San Felipe-Bacalar".

Éste se localiza entre los paralelos 18° 46' y 18° 51' de latitud norte y los meridianos 88° 17' y 88° 32' de longitud oeste, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, México, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar, (m s n m), según lo reporta Chavelas<sup>3</sup> (*cfr.* Revista Ciencia Forestal, N° 3).

El clima, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García<sup>6</sup>, es un Aw (x<sup>2</sup>) i, que corresponde a un cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte de invierno.

Presenta una oscilación térmica entre 5 °C y 7 °C, precipitación media anual entre 1 000 y 1 200 mm y temperatura media anual de 26 °C.

Los vientos dominantes son del sureste, como lo señala Chavelas *op. cit.*

### **Germoplasma utilizado.**

La semilla fue colectada en el poblado de Francisco Villa, Quintana Roo, en mayo que es el mes cuando se encuentra fisiológicamente madura.

También es la época cuando se han colectado semillas para otro tipo de estudios.

---

<sup>3</sup> Chavelas, P. J. 1981. "Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar". pp. 65-74.

<sup>6</sup> García, E. 1968. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (para adaptarlo a la República Mexicana).

### **Labores de vivero.**

La siembra de la semilla se realizó en forma manual a "chorrillo", a una profundidad de 2.5 cm, al utilizar eras de germinación de 1.0 m de ancho por 15 m de largo y 20 cm de espesor.

El sustrato utilizado fue una mezcla de suelo ya'axhom (vertisol pélico) y kan'cab (luvisol crómico), en proporción de 1:1 v/v.

El trasplante se realizó a los 4 meses después de la siembra, al utilizar bolsa de polietileno negro de 15 x 25 cm de ancho y largo, respectivamente, seleccionando las plántulas que presentaban buen vigor para su trasplante.

La permanencia de la planta en el vivero fue de 15 meses, tiempo durante el cual presentó buena altura, ya que en el vivero su desarrollo es lento.

Asimismo, se aplicaron dos fertilizaciones foliares, asperjando Groo-green en dosis de 10 gr en 15 litros de agua.

La planta fue producida en el vivero del C E F "San Felipe-Bacalar".

### **Establecimiento en campo.**

La plantación se estableció en suelos de tipo ka'acab (rendzina), en un área de lo que fue un acahual joven de 3 años, derivado de una selva mediana subperennifolia.

Esta superficie se desmontó por el método tradicional de roza-tumba-quema.

El derribo de la vegetación se inició en diciembre de 1989 y la quema en mayo de 1990.

La plantación se realizó en julio de 1990, cuando se establecieron las lluvias en la región.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, conformado por 4 tratamientos y 4 repeticiones. Las unidades experimentales fueron de 49 plantas. El espaciamiento utilizado fue de 3 m entre plantas y líneas, dejando dos líneas de plantas como error de orilla.

Los tratamientos evaluados son los siguientes:

- a) **Cepellón, planta completa de 30 cm de altura en bolsa de polietileno.**

- b) **Cepellón-tocón, parte radicular de la planta en bolsa con eliminación de la parte aérea de la misma, a 2 cm del cuello de la raíz.**
- c) **Tocón, parte radicular de la planta, cortada a 2 cm del cuello de la raíz y sin envase.**
- d) **Raíz desnuda, planta completa sin envase.**

La distancia del vivero al lugar de la plantación fue de 2.5 km; en el caso de la planta a raíz desnuda y tocón, fueron envueltas con periódico húmedo al momento de su salida del vivero, para evitar su posible deshidratación.

Las variables analizadas fueron:

- Supervivencia
- Altura total
- Diámetro normal
- Presencia de plagas y enfermedades.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

De acuerdo al análisis de varianza para las variables supervivencia, altura total y diámetro normal, los resultados indican evidencias no significativas para los tratamientos probados, (*vid.*, cuadro 1).

Estos resultados indican que en el estado inicial de desarrollo, *Cordia alliodora* es resistente a los cambios microambientales y físicos que se presentan al momento de la plantación, independientemente del método de plantación utilizado para su propagación en campo.

FUENTE DE VARIACIÓN	SOBREVIVENCIA			ALTURA TOTAL		DIÁMETRO NORMAL	
	GL	CM	Pr	CM	Pr	CM	Pr
TRATAMIENTO	3	0.05287	0.61 NS	0.31680	0.19 NS	0.36986	0.32 NS
REPETICIÓN	3	0.28318	0.06 NS	0.11421	0.58 NS	0.26083	0.46 NS
ERROR	9	0.08224		0.16516		0.27761	
TOTAL	15						

NS: No significativo al nivel de probabilidad indicado.

GL : Grados de libertad

GM : Cuadrados medios

NS : Nivel de significancia

**Cuadro N° 1.** Análisis de varianza para las características evaluadas en *C. alliodora*, a dos años de establecida la plantación.

En el cuadro 2 se presentan las características evaluadas por métodos de plantación en *Cordia alliodora*., las cuales fueron obtenidas con el total de los individuos por tratamiento.

### Sobrevivencia.

A los dos años de establecida la plantación, *C. alliodora* presenta una sobrevivencia más o menos homogénea, con los siguientes promedios:

- En los tratamientos a raíz desnuda y cepellón 89%
- En cepellón-tocón 88%
- En el de tocón 87%

Con coeficientes de variación entre el 6% y 19%.

Al tener valor máximo de 100% y valor mínimo de 61%, (*vid.*, cuadro 2 y figura 1), lo anterior indica que esta especie no es afectada por el método de plantación utilizado al propagarla en campo, bajo las condiciones de sitio y clima del lugar donde se realizó la plantación.

PARÁMETRO ESTIMADO	SISTEMAS DE PLANTACIÓN			
	CEPELLÓN	CEPELLÓN-TOCÓN	TOCÓN	RAÍZ DESNUDA
PRO	89	88	87	89
MAX SOB	100	96	100	100
MIN (%)	71	82	61	79
DE	14	6	17	9
CV	15	6	19	10
PRO	2.34	2.37	2.46	1.85
MAX ALT	5.30	5.30	5.20	3.90
MIN (M)	0.55	0.30	0.53	3.90
DE	0.90	0.89	1.14	0.81
CV	38	37	46	43
PRO	1.90	1.96	2.08	1.44
MAX DN	6.70	6.70	5.30	5.00
MIN (CM)	0.30	0.40	0.20	0.20
DE	1.12	1.15	1.14	0.99
CV	58	59	54	68

PRO = Promedios por tratamiento  
 MIN = Valor mínimo por tratamiento  
 CV = Coeficiente de variación (%)

MAX = Valor máximo por tratamiento  
 DE = Desviación estándar  
 SOB = Supervivencia (%)

**Cuadro N° 2.** Características de las variables evaluadas en *C. alliodora*, a dos años de establecida la plantación.

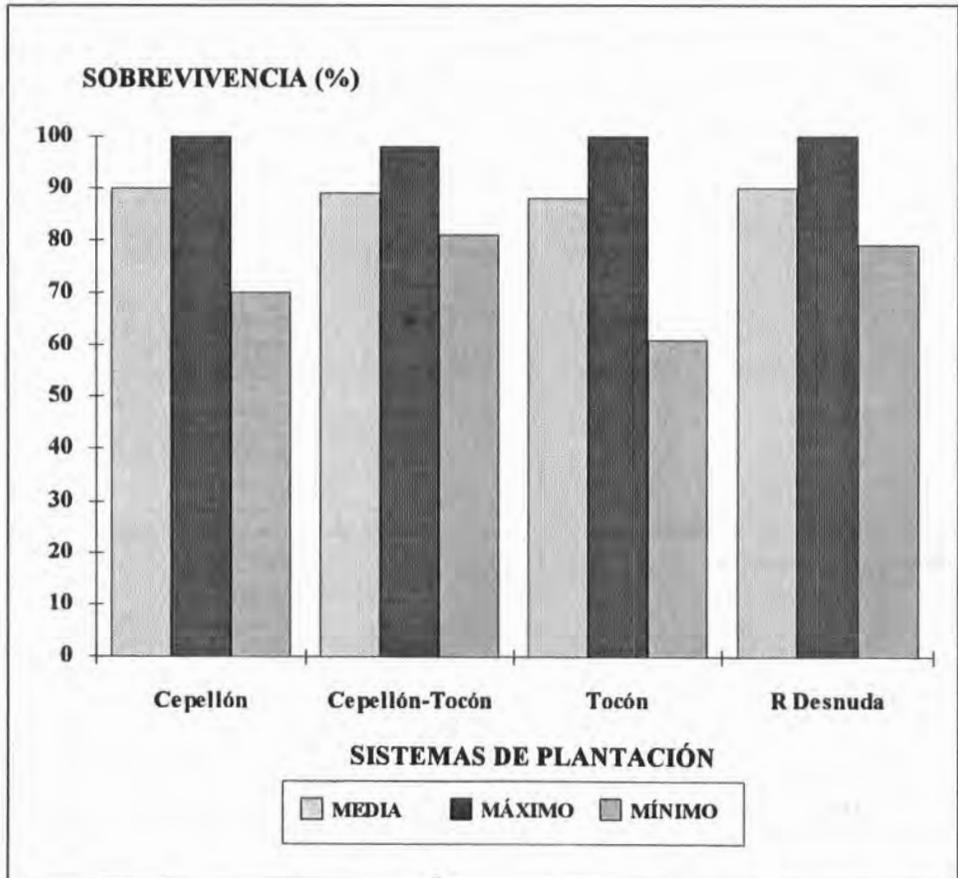
### Altura total.

En el cuadro 2, se presentan los resultados de crecimiento en altura promedio, alcanzada por *C. alliodora* a los dos años de establecida la plantación.

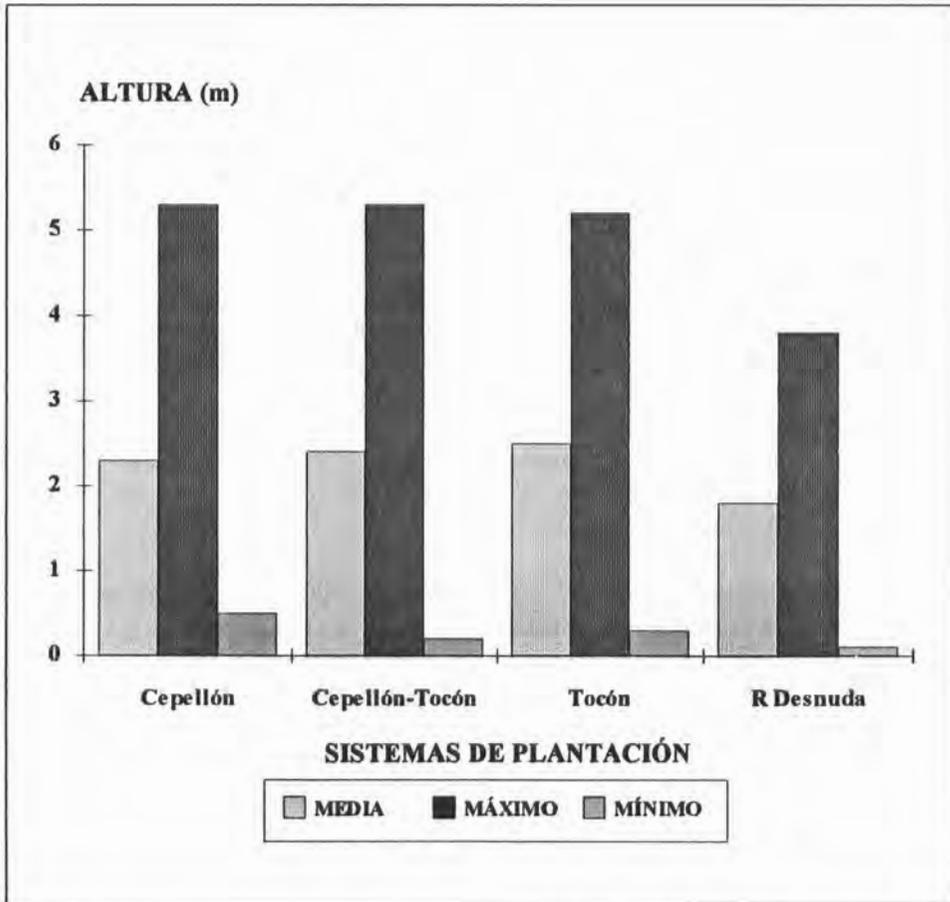
En él se observa que no hay diferencia marcada entre los métodos de plantación; se tiene una altura total entre 1.85 m y 2.46 m para los métodos de plantación, altura máxima entre 3.90 m y 5.30 m, obteniéndose la menor altura promedio y el valor más bajo en raíz desnuda, con el 1.85 m y 3.90 m, respectivamente.

El coeficiente de variación mayor se encontró en el método de tocón, con un 46% y el más bajo se presentó en cepellón-tocón con un 37%.

Lo anterior indica que hay variación del crecimiento entre los individuos de cada método de plantación (*vid., infra*, figura 2), aunque estadísticamente no sea diferente.



**Figura N° 1.** Sobrevivencia de *C. alliodora* en diferentes métodos de plantación.



**Figura 2.** Crecimiento en altura de *C. alliodora* en diferentes métodos de plantación

### **Diámetro normal.**

A la edad de 2 años, *C. alliodora* presenta un crecimiento en diámetro normal de 1.90 cm y 2.08 cm en los métodos de plantación de cepellón, cepellón-tocón y el tocón, siendo más bajo en raíz desnuda, con 1.44 cm.

Se tienen diámetros máximos de 6.70 cm en cepellón y cepellón tocón, y de 5.30 y 5.0 cm en el de tocón y raíz desnuda (*vid.*, cuadro 2 y figura 3).

En esta variable, el coeficiente de variación se estimó entre el 54% y 68%, lo que indica alta variación de los individuos con respecto a esta característica.

Los resultados indican, que en el estado de desarrollo actual de la especie, aún no se manifiesta el efecto del método de plantación empleado.

Los porcentajes de sobrevivencia y el crecimiento alcanzado fueron buenos en general, por lo que la especie se adapta favorablemente y su desarrollo es independiente de los métodos de plantación.

Desde el punto de vista de costos de producción de planta en vivero y de transporte, las plantas a raíz desnuda y tocón resultan más económicas para su establecimiento en campo.

Aunque este trabajo no tuvo la finalidad de evaluar costos de producción, los resultados obtenidos en campo demuestran la factibilidad de propagar a esta especie con cualesquiera de los sistemas de plantación utilizados.

Considerando además, que durante la etapa de desarrollo estudiada, esta especie ha permanecido libre de plagas y enfermedades.

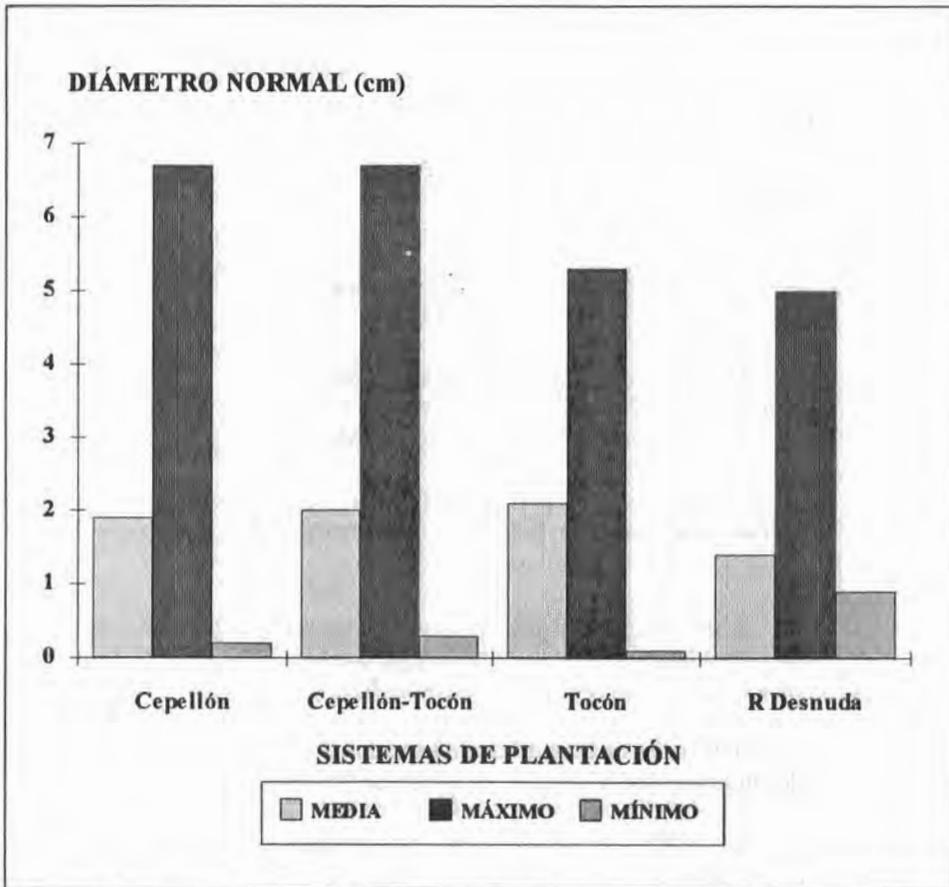
También es importante considerar la distancia de plantación y el tiempo de exposición de la planta a las condiciones de insolación y de viento.

Samek<sup>7</sup>, reporta una mortalidad promedio en la plantación entre el 60% y 90%, debido al transporte a larga distancia y a la exposición al sol y aire.

El mismo autor señala una sobrevivencia del 100% en plantas a raíz desnuda, plantadas inmediatamente después de sacarlas del vivero, pero al dejar pasar cuatro días y con las plantas resguardadas adecuadamente, la sobrevivencia bajó al 40%.

---

<sup>7</sup> Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifoliados.



**Figura N° 3.** Crecimiento en diámetro normal de *C. alliodora*, bajo diferentes métodos de plantación.

## CONCLUSIONES.

- Hasta el momento, no se ha manifestado ningún efecto en el crecimiento y sobrevivencia de *Cordia alliodora*, atribuible a los métodos de plantación utilizados.

- Para efectos de propagación de planta se puede utilizar cualesquiera de los sistemas de plantación analizados en este trabajo.

- En la fase de establecimiento, *C. alliodora* no fue susceptible al ataque de plagas y enfermedades.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Combe, J. y Gewald, N. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del C A T I E en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. C A T I E. 378 p.
- Contreras, G, A. 1990. Espaciamiento y tipos de suelos en *C. alliodora*. Taller Internacional sobre Investigación de Silvicultura y Manejo de Selvas. S A R H- I N I F A P- C O F A N. Escárcega, Campeche, México. 16 p.
- Chavelas, P, J. 1981. "Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar, Quintana Roo". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal. Vol 1. Nº 3. pp. 65-74.
- García, E. 1968. 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, D F. 252 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1986. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo. Gobierno del estado de Quintana Roo. México. 728 p.
- Pimental, B, y Vera, C. 1985. "Análisis del desarrollo y estado actual de las experiencias prácticas y técnicas en el manejo de plantaciones". En: III Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México, D F. pp. 487-494.
- Salas, G, de las. 1968. "El laurel (*C. alliodora*) una especie forestal prometedora para el trópico americano: Evidencias en Colombia y Costa Rica". En: Simposio Producción de madera en los neotropicos por medio de plantaciones, IUFRO.MAB-SERVICIO FORESTAL, Río Piedras. Puerto Rico. pp. 266-274.
- Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifoliados. Ciencia y Técnica. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 291 p.

# BOSQUEJO HISTÓRICO SOBRE DIVERSOS ASPECTOS DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN MÉXICO.

Rodríguez Trejo Dante Arturo \*  
Sierra Pineda Antonio \*\*

## RESUMEN.

Personal tanto del área operativa como de la investigación, técnicos y administradores se dedican con esmero a diversas facetas de los incendios en México.

El principal objetivo de este trabajo es dar a conocer investigaciones elaboradas en relación a los incendios que han ocurrido desde el establecimiento de las culturas prehispánicas, hasta el siglo XX (agosto de 1990).

La importancia que ha cobrado en la actualidad la investigación sobre incendios en México se plasma en más de cincuenta trabajos que se están realizando en el país sobre diversos aspectos de estos eventos.

Entre otros factores se refleja la imposibilidad de registrar todos los siniestros que se presentan, así como de evaluar el impacto económico de los mismos. Todo esto a causa de los insuficientes recursos que se destinan a la prevención, supresión y supresión de los incendios.

Palabras clave: Incendios forestales, protección forestal, Ecología del fuego.

## ABSTRACT.

Operating, research, technical, and management personnel are working very hard on various fire facets in Mexico.

\* Ingeniero Agrónomo. Especialista en Bosques. Profesor de la Universidad Autónoma Chapingo.

\*\* Ingeniero Agrónomo. Especialista en Bosques. Consultor Forestal.

The main purpose of this work is to disclose research on fires occurring from the settlement of pre Columbian cultures to the 20th. Century (August, 1990).

The significance today on fire research in Mexico is highlighted in over fifty research projects conducted in the Country on various issues related to these events..

Among other factors, the impossibility to record all fires and to evaluate their economic impact are strongly highlighted. All of this because of insufficient resources allocated to fires prevention, presuppression and suppression.

Key words: Forest fires, forest protection, fire Ecology.

## INTRODUCCIÓN.

Cuando los investigadores escriben sobre incendios forestales en el país, generalmente refieren la escasa información existente, aunque en realidad hay más trabajos de los que se cree a primera vista, realizados a diferentes niveles de profundidad y encarados desde diversos ángulos, que han tenido poca difusión.

La presente investigación pretende ofrecer un panorama completo. Sin embargo, debe reconocerse que seguramente se cometieron omisiones involuntarias y no se consideró toda la experiencia y conocimientos respecto al tema que nos ocupa.

Se han incluido algunas experiencias e ideas de los diversos autores consultados.

El tema se dividió en tres partes:

- Hasta las culturas prehispánicas
- De la conquista al siglo XIX
- El siglo XX (hasta agosto de 1990).

La última parte está comprendida por los temas de prevención, presupresión, supresión y ecología del fuego.

En la actualidad la investigación sobre incendios ha cobrado importancia, misma que tiene un claro reflejo en los más de 50 trabajos que se están realizando en México sobre diversos aspectos de incendios, cifra sin precedentes.

Sean bienvenidas tales aportaciones, en espera que una vez concluidas, sean el comienzo

de la investigación en forma sobre tan importante asunto para el país.

## HASTA LAS CULTURAS PREHISPÁNICAS.

Se sabe que la vegetación colonizó la superficie terrestre hace cerca de 500 millones de años. Sin duda, desde entonces comenzaron los incendios originados por tormentas eléctricas, erupciones volcánicas, chispas provocadas por caída de piedras, meteoritos y fragmentos de cometas.

Hoyle<sup>1</sup> señala que diariamente caen en la superficie terrestre varias toneladas de meteoritos, la gran mayoría del tamaño de un guijarro. Esos materiales llegan en estado incandescente (cuando no se desintegran en la atmósfera), por lo que al menos una parte de los incendios originados en el mundo por esta causa, son subestimados y atribuidos a descargas eléctricas.

Respecto al aún más raro evento de los cometas, Allen<sup>2</sup> nos recuerda que la versión científicamente más aceptada sobre la misteriosa explosión ocurrida en 1908 en Tunguska, Siberia, es la de Whipple y Astapovich, quienes en forma independiente explicaron que un cometa o trozo de cometa mayor explotó a 8.5 km de la superficie terrestre, arrasando más de 2 000 km<sup>2</sup> de bosques y ocasionando un gran incendio forestal, en una zona de unos 18 kilómetros a la redonda.

En la actualidad, las causas naturales son mucho menos frecuentes que las relacionadas con el hombre, pero antes del arribo de éste al continente americano, fueron las que originaron los incendios que afectaron a la vegetación del territorio mexicano, que en aquel entonces no estaba cubierto por mar.

Recordemos que, según Ayala<sup>3</sup> la actual configuración del continente data de hace 8 000 años.

La evolución de las plantas, así como la dinámica de las comunidades que han formado, han estado y están influenciadas por infinidad de factores, tanto bióticos como abióticos.

Sin duda, uno de los más importantes de estos últimos es el fuego, especialmente en las coníferas, cuya dominancia a través de distintas épocas en muchas áreas del país, deja ver la relevancia de tal elemento como factor ecológico.

<sup>1</sup> Hoyle, F. 1985. Iniciación a la Astronomía.

<sup>2</sup> Allen, C. 1986. Las huellas de cometas y meteoritos pasados.

<sup>3</sup> Ayala, A. A. S. F. México antes de los aztecas.

Al referirse a los orígenes de la flora mexicana, Rzedowski<sup>4</sup> con base en Guzmán y Cserna (1963), apunta que aparentemente durante la edad paleozoica hubo grandes transgresiones y regresiones marinas que afectaron gran parte del territorio.

Fue hasta fines del cretácico, escribe el mismo autor, cuando la mayor parte del continente emergió definitivamente de los fondos marinos, cita, asimismo a Rueda-Gaxiola (1967), y a Weber (1972), para exponer que del período cretácico superior, en Coahuila se han hallado fósiles de varios géneros, entre ellos:

- *Abies*
- *Picea*
- *Pinus pseudotsuga*
- *Sequoia*.

Los coautores Rzedowski, Vera y Madrigal<sup>5</sup> (*cf.*: Revista Ciencia Forestal N° 5), señalan que del cretácico inferior en Oaxaca, en 1899, Nahorst describió dos especies de *Sequoia*.

Rzedowski *op. cit.*, deduce que aparentemente las coníferas jugaban un papel mucho más importante en la vegetación cretácica de México, que en la actual.

Sobre épocas más recientes, Álvarez *cit pos.* Vázquez Soto<sup>6</sup>, nos dice que durante el pleistoceno y el holoceno se abatió periódicamente la temperatura y como respuesta hubo cambios en la vegetación del Ajusco; en los períodos con clima frío y seco, las montañas se cubrían con un pastizal alpino, que se alternaba con un bosque de pinos y gramíneas en tiempos de clima frío y húmedo, pero si las condiciones se volvían más benignas, tendiendo al clima templado-húmedo, se incrementaba la riqueza florística y aparecían:

- *Abies*
- *Quercus*
- *Tilia*
- *Liquidambar*
- *Picea*.

El régimen de fuego, entendido como la conjugación de su periodicidad natural, intensidad y extensión, en las comunidades piroclímax o en las serales, mantenidas por el fuego del antiguo continente americano, debió ser más o menos estable hasta la llegada del hombre al mismo, que paralelamente con el crecimiento de su población, incrementó la periodicidad de los siniestros.

---

<sup>4</sup> Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México.

<sup>5</sup> Rzedowski, J. *et al.* 1977. Algunas consideraciones acerca de los bosques de coníferas en México.

<sup>6</sup> Vázquez-Soto, J. 1988. Los tratamientos silvícolas del Desierto de los Leones. Sus fundamentos.

De acuerdo con Arredondo<sup>7</sup> el ser humano arribó a nuestro continente hace 30 000 años, cruzando por el estrecho de Bering, aprovechando un puente de hielo que se formó durante la última glaciación. Arredondo *op. cit.*, explica que en el cerro de Tlapacoya, Puebla, se hallaron los restos fósiles humanos más antiguos encontrados en el continente y que se remontan a 24 000 años; lo que arroja una fecha bastante aproximada sobre la llegada del hombre a México.

Cuando ésto aconteció, la humanidad tenía ya cientos de miles de años (más de 500 000 según Howell<sup>8</sup>), de utilizar el fuego.

Es fácil imaginar incendios ocasionados por las fogatas que los prístinos moradores del país usaban para obtener calor, asar sus alimentos, como herramienta en su incipiente alfarería o durante sus rituales. Indudablemente, las teas con las que se alumbraban por las noches, o las fogatas con el mismo fin, también los originaron.

Se sabe que los naturales prendían fuego a la vegetación para acorrallar a sus presas mayores (como mamutes y bisontes), o para acorrallar o quemar a presas menores como liebres, ratones y culebras.

El fuego también debió servirles con fines bélicos, al aplicarlo sobre la floresta contra otros grupos humanos con los que rivalizaban, sin olvidar la utilidad de dicho elemento para limpiar áreas dentro del bosque, o para abrirse paso por entre la espesura y, aunque parezca curioso, no deben descartarse los siniestros debidos a travesuras infantiles, tal y como sigue aconteciendo en nuestros tiempos.

El empleo del fuego durante sus cacerías, nos deja ver que el hombre primitivo conocía las bases del comportamiento del mismo, pues aplicado sin táctica disminuiría su valor en el acorralamiento de las bestias, independientemente del mayor peligro que esto implicaría para el propio cazador.

Debió aprender muy bien y a costa del empirismo de muchas generaciones, que el viento dicta en gran parte la dirección del avance de las llamas. Debió entender también las condiciones atmosféricas y la época del año más favorable para el desarrollo de un incendio.

Es muy probable que, el hombre nómada haya tenido que enfrentarse por primera vez a un incendio superficial para defender su vida al quedar rodeado por aquél; en su desesperación, seguramente muchas veces saltó por el incandescente muro que le atrapaba, logrando escapar ileso o lesionado; esto último sobre todo en incendios de matorral, que con los de copa seguramente quemaron, asfixiaron o mataron de pánico a muchos hombres primitivos.

---

<sup>7</sup> Arredondo, M. B. 1987. ¿Qué es el hombre?

<sup>8</sup> Howell, F. S. 1979. El hombre prehistórico.

Pero tuvo que haber una primera vez en la que algún hombre, en su desesperación, utilizó tierra o ramas de arbustos para aminorar la intensidad de las llamas, formando un pequeño corredor temporal, por el cual escapó.

Análogamente, también debió darse una prístina ocasión en la que se organizó en grupo, probablemente para proteger su campamento o su aldea contra el fuego en algún pastizal. Quizá entonces limpió a mano o con herramientas rudimentarias los pastos, hasta dejar descubierto el suelo mineral, a guisa de brecha cortafuego, o le hizo frente, empleando ramas como abate fuegos.

Probablemente ya había descubierto el recurso del contrafuego y la seguridad que representan las áreas ya quemadas y las barreras naturales como pedregales, cursos o depósitos de agua y áreas desprovistas de vegetales.

No siempre consiguió la victoria en esas lides (hoy todavía hay muchos incendios que el hombre no puede controlar), pero tuvo que existir una primera vez en que sofocó las llamas que se propagaban libremente en forma superficial.

Vaillant<sup>9</sup> menciona que las zonas boscosas presentaban serios problemas para el hombre de la edad de piedra; ya que para sembrar tenía que limpiar el terreno, haciendo la roza de los árboles y del monte bajo, para después quemarlos. Este sistema agotaba pronto las tierras, por lo que tenían que trasladar a todo el pueblo en cuanto esto sucedía.

Sobre el particular, es interesante destacar que Morley<sup>10</sup> refiere la utilización del sistema tumba-roza y quema por los mayas en las selvas del país desde hace 3 000 años.

No debe olvidarse que las catástrofes naturales seguían causando o facilitando la ocurrencia de estos fenómenos, como debe haber acontecido con la sequía que según Bernal<sup>11</sup> asoló al valle de México, en el siglo VIII a c, provocando un descenso en el nivel de los lagos y dificultando la agricultura y otras actividades de importancia para los moradores del mismo.

La erupción del Xitle, dentro del contemporáneo Distrito Federal, que aconteció de acuerdo con Cantarell<sup>12</sup>, en el 300 a c, y que cubrió con lava las construcciones de la civilización cuicuila y miles de hectáreas arboladas, seguramente provocó incendios que afectaron una superficie extensa.

Los incendios de origen antropogénico eran escasos cuando sólo unos centenares de

---

<sup>9</sup> Vaillant, G. C. 1973. La civilización azteca.

<sup>10</sup> Morley, S. G. 1961. La civilización maya.

<sup>11</sup> Bernal, I. 1984. Tenochtitlán en una isla.

<sup>12</sup> Cantarell, A. 1987. Cuando bramó la tierra.

hombres habitaban el valle de México y es claro que se incrementaron con la población humana, que en Tenochtitlan, anota Vaillant *op. cit.*, alcanzó los 300 000 habitantes.

Estos siniestros debieron ser comunes en Teotihuacan, debido a los hornos de carbón vegetal; ya que según Vázquez<sup>13</sup> el carbón era necesario para los hornos donde se fabricaba el estuco en abundancia, durante el siglo IX.

Por su parte, Moncayo<sup>14</sup>, cita a Norton para señalar que el método empleado en el México antiguo para derribar grandes árboles, consistía en cincharlos con el hacha de piedra para después de algún tiempo amontonarles arbustos y ramas en la base del tronco y prenderles fuego.

Como puede colegirse, muchas de las tareas a que se entregaban los antiguos mexicanos eran fuente tanto accidental, como intencional de incendios en los montes.

No obstante, es justo señalar que también tenían un marcado espíritu conservacionista, sabedores de todos los bienes que vegetales y animales les proporcionaban. Lo anterior ocasionó, según Aguilera<sup>15</sup>, que se les considerara dioses; de acuerdo con la misma autora, al incrementarse la población, estratificarse la sociedad y sufrir el agotamiento de los recursos, sequías y hambres, el cuidado de la flora y la fauna se volvió un quehacer comunal y oficial.

Torres<sup>16</sup> nos recuerda que el rey texcocano Netzahualcóyotl dictó leyes para el cuidado de los bosques y que personalmente salía a vigilar su estricta observancia; también él mismo marcó los límites de explotación de los bosques de su reino, prohibió el fraccionamiento de los mismos e hizo que su pueblo respetara y amara al árbol.

Asimismo, Villaseñor<sup>17</sup> indica que Nopáltzin, rey chichimeca, estableció normas para restringir la quema de pastos y montes.

En los dos casos citados, la contravención de las normas era castigada con la pena de muerte.

Un elemento tan útil y tan de temer como el fuego, necesariamente tuvo que formar parte de la rica mitología prehispánica, Vaillant *op. cit.*, narra que el dios viejo Huehueteotl, también conocido como el dios del fuego Xiuhtecutli, fue importante en las civilizaciones teotihuacana y azteca.

---

<sup>13</sup> Vázquez, Y. C. 1982. Deterioro ambiental.

<sup>14</sup> Moncayo, R. F. 1981. Relación de algunas cosas de los montes de México.

<sup>15</sup> Aguilera, C. 1985. Flora y fauna mexicanas.

<sup>16</sup> Torres, C. H. 1923. Netzahualcóyotl forestal.

<sup>17</sup> Villaseñor, A. R. 1980. Desarrollo histórico del subsector forestal.

Por su parte, Acosta<sup>18</sup> describe cómo el dios Quetzalcóatl, de la mitología azteca, hizo que lloviera fuego en forma de rayos y relámpagos, acabando con la vida y concluyendo así el tercer Sol (o tercera época de la Tierra).

Acosta, *op. cit.*, narra también que los dioses prendieron un gran fuego en lo alto del monte, al cual ofrendó su vida el humilde y valiente dios Nanahual, para convertirse así en el Sol.

## DE LA CONQUISTA AL SIGLO XIX.

Posteriormente a la conquista, se intensifica la práctica de la agricultura en terrenos de vocación forestal, lo que aunado a prácticas nativas, como la elaboración de carbón y a las traídas por los españoles, como la minería y la ganadería, así como a la gran demanda de combustibles que caracterizó a la colonia y que era satisfecha fundamentalmente con madera, se deriva una mayor explotación de los bosques y, por ende, una mayor frecuencia de incendios.

Gutiérrez<sup>19</sup> señala que pocos años después de la conquista era ya evidente el perenne sistema de milpas y tlacoles; su quema, hoy sigue siendo importante fuente de incendios.

A partir del decreto de la Ley IX, que Esquinca<sup>20</sup> relata aconteció en 1532 "...que en cuanto a los montes y pastos las audiencias executen los (*sic*) conveniente al gobierno", es probable que se hayan iniciado los intentos oficiales en la Nueva España para la prevención y combate de incendios forestales.

Lo mismo propician las leyes de 1533 y 1541 (emitidas por D Carlos) y dos de 1559 (emitidas por Felipe II), referidas por Esquinca *op. cit.*, pues tal como anota Quevedo<sup>21</sup>, a principios del siglo actual se conservaba en muchas regiones, incluido el Distrito Federal, la costumbre de los regidores de montes, legado de la Colonia, que se ocupaban del cuidado y conservación de los montes públicos de la comuna.

Disponían de auxiliares monteros para la vigilancia, muy efectiva en lo que toca a incendios, continúa relatando Quevedo, que se completaba con la obligación que cada vecino válido consideraba debía prestar para la extinción inmediata del fuego al iniciarse, a fin de salvar el bosque del pueblo, cosa que ha mermado en la actualidad, concluye

<sup>18</sup> Acosta, J. V. 1985. Hombres, dioses y soles.

<sup>19</sup> Gutiérrez, P. A. 1989. Conservacionismo y desarrollo del recurso forestal.

<sup>20</sup> Esquinca, R. O. 1950. El problema forestal de México en relación con el derecho agrario.

<sup>21</sup> Quevedo, M. A. de. 1928\*. Los incendios de nuestros bosques y la necesaria atención para prevenirlos.

Quevedo, al referir que los incendios despiertan la codicia de quienes como producto de ellos, pueden obtener maderas muertas.

Para 1677, Gutiérrez *op. cit.*, reporta la expedición de una ordenanza que dice: "...que por cuanto de pegar fuego en los campos y zavañas (*sic*) se ha visto suceder inconvenientes generales y particulares, y en especial se ha visto ser dañoso para la conservación de los pastos para los ganados, y el efecto para que se hace es vicio, o para casi ningún provecho sin efecto; por la presente ordeno y mando que ninguna persona de ninguna calidad que juere (*sic*) sea osada de pegar fuego en ningún monte o zavana, so pena de que si fuera español. de cien pesos en oro común, y si fuere mestizo, mulato, morisco o indio, le sean dados cien azotes, y sea desterrado por tres años precisos de la parte donde pusiere el tal fuego, y seis leguas a la redonda. Y mando a las justicias que de esto tengan particular cuidado, e para la guarda de ello pongan los alguaciles y guardas que les pareciere convenir".

Amén del racismo típico de la época, las líneas anteriores constatan la importancia que se daba al problema de los incendios.

Otros ejemplos de ordenanzas, son las decretadas por el rey Carlos V en 1803, entre las que según señala Villaseñor *op. cit.*, se incluye el control de pastos y de incendios forestales, la protección de las zonas quemadas para facilitar su repoblación, llegando a la obligatoriedad de combatir los incendios.

Desgraciadamente, agrega el mismo autor, todas las buenas intenciones de las ordenanzas no funcionaron y la destrucción de los bosques continuó.

Hacia 1853, se crea la Secretaría de Fomento (Gutiérrez, *op. cit.*). A su vez, Verduzco<sup>22</sup> señala que la primera vez que el gobierno independiente tomó la decisión de organizar un servicio forestal fue en 1861; cita, asimismo, que México quizá tiene el servicio forestal más antiguo de América. En el año referido, el gobierno crea plazas para guardabosques, que debían residir en el lugar de la demarcación señalada para vigilar y no podían ausentarse de ella, ni mudar de residencia sin permiso del agente de fomento (Esquinca, *op. cit.*).

Otros casos de legislación relativa a incendios, además del Reglamento Forestal de 1861 expedido por el gobierno federal, son la sanción por medio de multas que en 1892 establece el gobierno del Distrito Federal para quienes no localicen los hornos de carbón en lugares adecuados<sup>23</sup>.

La ley sobre ocupación y enajenación de terrenos baldíos que decreta Porfirio Díaz en 1894 (Esquinca, *Ibidem*), la cual incluye la prohibición de quemar los pastos, hacer fogatas en

---

<sup>22</sup> Verduzco, G. J. 1959. *La investigación forestal en México*.

<sup>23</sup> Moral, C. del. 1976. *Algunos aspectos de la historia forestal en México*.

los montes que pudieran ocasionar incendios en ellos y cuando se produjeran, sea por una u otra causa, debía procurarse el auxilio de las autoridades locales, de los explotadores y los particulares, quienes quedaban obligados a prestar sus servicios para extinguirlos, imponiéndoles, en caso contrario, una multa de dos pesos; debía, también, procurarse la aprehensión del responsable, el cual sería consignado ante el juez competente.

En 1895, Vera<sup>24</sup> (su trabajo se publicó hasta 1903), comenta algunas causas de incendios y expone que "la única manera" de prevenirlos es por medio de una vigilancia estricta y una policía cuidadosa, precepto aún valedero, si cambiamos el término "la única" por "una".

## EL SIGLO XX.

### Prevención, presupresión y supresión de incendios forestales.

Entre otros méritos, cabe a Miguel Angel de Quevedo el de ser un persistente promotor y ejecutor de la prevención y combate de los incendios forestales, desde fines del siglo pasado (Gutiérrez, *com pers.*, 1990).

En 1979 en la revista Bosques y Fauna se refiere que ante el Congreso de Climatología y Meteorología de 1900 realizado en México, Quevedo proclama la urgencia de una campaña de protección forestal, preferentemente en las cuencas superiores de los principales cursos de agua.

A raíz de lo anterior, se crea una comisión para el efecto, presidida por él; misma que según señala Gutiérrez, *op. cit.*, se transforma en la Junta Central de Bosques y Arbolados en 1904.

Dicha junta se encarga de las labores de protección, aunque con recursos precarios, situación que siguen padeciendo las dependencias correspondientes hoy en día.

Como ejemplo de la política que se seguía a principios de siglo en relación al fuego, puede citarse a Julio Prieto<sup>25</sup>, agente de Agricultura en Chihuahua, que en circular publicada en la revista México Forestal habla del daño que a renuevos y pastos producen los incendios, expone algunas causas de los mismos (hogueras de arrieros, descargas eléctricas, chispas de locomotoras) y propone la creación de una sociedad protectora de pastos con los agricultores.

<sup>24</sup> Vera, M. R. 1903. La Dasonomía.

<sup>25</sup> Prieto, J. 1923. Importantes disposiciones dictadas para la protección de los bosques y pastos forestales contra el fuego en el estado de Chihuahua.

Quevedo<sup>26</sup>, explica que el fuego impide la regeneración espontánea del bosque, lo empobrece, si no es que lo acaba, y termina también con los pastos. Refiere además que “en la región de Cumbres de Maltrata y Acultzingo, Veracruz, que forman la cuenca superior del río Blanco, los incendios están transformando las bellas comarcas en serranías peladas”.

Fabila<sup>27</sup> agregado de la legación mexicana que visitó Washington en 1928, menciona en su informe que la organización del servicio forestal y especialmente de la lucha contra incendios en los Estados Unidos data de 1905, aunque por desastres posteriores se organizó en forma más completa en 1920.

Refiere el inicio del uso de aeroplanos en las labores de detección en dicho país y, describiendo las labores de ese servicio, explica que durante la estación de calma se puede decir que hay más actividad en la estación de incendios, y que todos los resultados que se obtienen en la temporada de siniestros, dependen de la organización preparatoria que han hecho.

Aunque no lo especifica, Fabila hablaba de las labores de prevención y presupresión, las cuales siguen sin recibir la atención debida en México, en mucho por la escasez de recursos, a pesar de encontrarnos cerca del siglo XXI. Fabila, *op. cit.*, también menciona el entonces moderno uso de bombas y extinguidores químicos para el combate de siniestros en Norteamérica.

Hacia 1928, la revista México Forestal dedica un número a los incendios, en el cual Quevedo *op. cit.*, escribe uno de los primeros artículos técnicos sobre el tema. En él expone las causas de incendios; aludiendo a la combustión espontánea como conseja de gente ignorante y refiere como causas muy raras a los aerolitos, la concentración del calor de los rayos solares a través de un vidrio en el monte y a los rayos, por la lluvia que en nuestro país muchas veces les acompaña; causas, decía, que deben descartarse y reconocer que los incendios son producidos por el hombre, directa o intencionalmente o por accidentes que él mismo provoca (chispas de locomotoras, cartuchos encendidos de cazador, colillas, fogatas, hornos de carbón y líneas de transporte de energía eléctrica).

Es muy importante que se reconozca al propio hombre como el principal causante de incendios.

En ese artículo, no obstante que faltaban aún décadas para dar la debida importancia al uso técnico del fuego. Quevedo refiere como medida eficaz de prevención a la cultura del

---

<sup>26</sup> Quevedo, M. A. de. 1928<sup>b</sup>. Los incendios de pastos y bosques.

<sup>27</sup> Fabila, G. 1928. Organización del servicio de protección forestal y especialmente contra incendios en los Estados Unidos de Norteamérica.

pueblo, principalmente de quienes viven o trabajan en el monte; habla de seguros contra incendios en el extranjero y remarca la insuficiente protección que contra estos fenómenos padecía el país, en virtud de la situación económica y política por la que atravesaba.

Expone, para la época, que en España se contaba con un guarda por cada 3 500 ha, sin contar el personal técnico y que en Francia había un guarda por cada 1 000 ha. Apunta Quevedo que en México, entre bosques comunales, ejidales y nacionales, se contaba con 25 millones de hectáreas y que la Dirección General Forestal contaba con sólo 259 guardas o celadores de impuestos y que aún más insuficiente era el personal técnico (lo que equivalía a un guarda para cada 96 525 ha, independientemente de la subestimación hecha para la superficie boscosa, en razón de la carencia de un inventario forestal formal en aquellas fechas).

Conviene considerar que la nuestra es una nación con mucho más territorio que España y Francia; Quevedo *op. cit.*, además critica como contraproducentes a las vedas, como las que se habían establecido en la región de Zoquiapan y Río Frío, pues si no se tienen resguardos suficientes contra incendios, éstos continuarán afectando mucho a dichos bosques.

También en 1928, la revista México Forestal reproduce un artículo del español Ximénez<sup>28</sup>, mismo que previamente la compañía Fábrica de Papel San Rafael y Anexas distribuyó impreso en folleto. Ximénez describe el ataque directo y el uso de la brecha cortafuego cuando el procedimiento anterior no funciona, por ser ya de mayores proporciones la conflagración y el recurso del contrafuego.

No deben olvidarse los esfuerzos que en la década de los veinte hicieron los lumbreros de la compañía Fábrica de Papel Loreto y Peña Pobre, encabezados por el entusiasta esfuerzo del señor Hans Lenz<sup>29</sup>.

Gaitán<sup>30</sup> reconoce a los incendios como la principal causa de merma en los bosques mexicanos y describe varias causas de éstos, entre las que incluye la creencia arraigada en diversas comunidades indígenas del norte de la República, de que el humo provocado por el fuego forma parte de las nubes.

Cita la temporada de incendios entre noviembre y mayo y refiere reglas generales para el combate, como son el ataque nocturno y al amanecer, cuando la atmósfera está más húmeda, si bien no menciona el mayor riesgo que tienen los combates durante el primero, debido a dificultades en orientación y a la inversión térmica, que implica posibilidades de un comportamiento agresivo de las llamas, sobre el tercio medio de las montañas; concluye refiriendo que es más fácil prevenir el mal, que tener que combatirlo.

---

<sup>28</sup> Ximénez, E. J. de. 1928. ¿Cómo se defiende un bosque?

<sup>29</sup> Lenz y Tirado. 1987. La lucha contra la contaminación.

<sup>30</sup> Gaitán, M. G. 1928. Los incendios de bosques.

La instalación de torres observatorio se inicia en 1928, la primera en instalarse fue la de la cumbre del cerro Rumurachic, por el servicio forestal<sup>31</sup>.

Quevedo<sup>32</sup> reconoce la quema de pastos para obtener "pelillo" como la principal causa de incendios en México y explica que ciertamente el juicioso aprovechamiento de los pastizales o praderas naturales y su protección contra las quemadas, es el campo de conexión entre ingenieros agrónomos e ingenieros forestales, a quienes corresponde unirse en acciones concordantes para realizar una labor altamente patriótica y de bienestar público.

En la década de los veinte, al igual que en los Estados Unidos, el fuego era visto únicamente como enemigo acérrimo; faltaba mucho tiempo para que comenzara a verse la otra cara de la moneda, al parecer en aquellos tiempos era fuerte la actividad contra los incendiarios.

Como ejemplo, en un artículo de la revista México Forestal<sup>33</sup> se hace referencia al pedido a los presidentes municipales de Río Blanco y Orizaba, Veracruz, para que se investigara hasta dar los con causantes de incendios en tales municipios.

Es justo señalar que la problemática socioeconómica que en buena medida los originaba, aparentemente no era muy tomada en cuenta.

En 1934 se crea el Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca (Gutiérrez, *op. cit.*), cuyo primer titular fue el ingeniero Quevedo. La oficina de incendios queda a cargo del señor G. Gaitán.

Consultando los informes de esta oficina en el boletín del mismo Departamento, se puede apreciar la situación que prevalecía en los años treinta, en relación al tema que nos ocupa; continuaba la marcada escasez de recursos que impedía, entre otras cosas, llevar siquiera un regular registro de los siniestros que acontecían en la República.

Así, las acciones oficiales en buena medida se encaminaban a la coordinación y a la concertación. Como ejemplo, se cita en el boletín del Departamento<sup>34</sup> que Quevedo exhorta al gobernador del estado de Guerrero para contar con su apoyo en la prevención y combate de conflagraciones debidas a la quema de tlacololes en los cerros frente al puerto de Acapulco y en otro artículo<sup>35</sup> se señalan gestiones hechas ante Ferrocarriles Nacionales a fin de que en las locomotoras de la línea México-Balsas se tomen las precauciones necesarias para evitar incendios cuando aquéllas atraviesan por la zona boscosa, al norte del estado de Morelos.

<sup>31</sup> S M F. 1928. Torres observatorio para descubrir incendios de bosques.

<sup>32</sup> Quevedo, M. A. de. 1928. La quema de pastos es la causa principal de incendios en nuestros bosques.

<sup>33</sup> S M F. 1929. Los incendios de bosques y quemadas de pastos en la actual temporada de secas.

<sup>34</sup> Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1936. Informes mensuales del Departamento.

<sup>35</sup> Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1937. Informes mensuales del Departamento.

Entre las actividades que lleva a cabo el Departamento estaban la distribución de herramienta en todos los resguardos de la República, la instalación de letreros de madera, especialmente en los caminos, llamando la atención sobre las precauciones que deben tomarse para evitar incendios y la creación de cuerpos voluntarios (corporaciones contra incendios), que acorde con uno de los informes mensuales del año de 1938, alcanzaron la cifra de 1 608 con 27 676 elementos, principalmente campesinos, que apoyaban a las brigadas de combate oficiales en sus labores.

A nuestro juicio, la misma escasez de recursos humanos y materiales imponía dificultades al Departamento en la supervisión y coordinación de las corporaciones, que aunque las había en alto número, al parecer no funcionaban plenamente; sin embargo, debe reconocerse en este intento una medida muy inteligente de las autoridades responsables al no contar prácticamente con otros medios.

Era común en los informes señalados, anotar la distribución de carteles alusivos a los incendios y a la realización de investigaciones para dar con los incendiarios. Aunque las estadísticas se limitaban a referir las acciones para la extinción de varios siniestros, sin concretar números, según un informe, los primeros mapas de incidencia se elaboraron en 1938, pues puede leerse que continuaba haciéndose el estudio preliminar de los incendios ocurridos durante la última sequía para precisar las zonas de incendios de la República Mexicana y organizar la campaña respectiva.

Conviene hacer un paréntesis para mencionar la participación importante de las fuerzas armadas, en diferentes épocas, en la lucha contra el fuego. Su labor era ya ampliamente reconocida en los informes del boletín del Departamento.

El Diario Oficial publica el 25 de octubre de 1937 el acuerdo relativo a la Prevención, Localización y Extinción de Incendios Forestales, en el que, con fundamento en la Ley Forestal de 1926, se prohíbe la quema de pastos, dentro o fuera de los bosques, se establece la campaña de incendios (del 1º de enero al 31 de julio de cada año) y se cita a la obligación de colaborar en la prevención, localización y combate de los siniestros por parte de las dependencias del ejecutivo federal y de los gobiernos de los estados y municipios y particulares, tales como el servicio forestal, las corporaciones de defensa contra incendios, las autoridades militares, municipales y la policía rural y urbana, entre otras.

Para cerrar esta década diremos, con base en los boletines del Departamento, que durante la misma, se inició el apoyo de la aviación en las labores de detección.

En 1941 se lleva a cabo la I Convención Nacional Forestal, donde son presentadas 198 ponencias de autores de diversos sectores, seis de ellas relativas específicamente a incendios: "Control de incendios en la República Mexicana"; "Destino a reforestación de

productos provenientes de incendios”<sup>36</sup>, “Control de incendios”<sup>37</sup>, “Incendios forestales”<sup>38</sup>, “Control de incendios”<sup>39</sup> y “Los desastres causados por las quemas de limpia para transformar terrenos boscosos en terrenos de cultivo agrícola”<sup>40</sup>.

En la memoria de esta convención, Gaitán *op. cit.*, expone las siguientes causas de incendios para el país:

- Rozas	40%
- Pastoreo	25%
- Explotadores clandestinos	8%
- Incendiaris	5%
- Carboneo	10%
- Fogatas	5%
- Ferrocarriles	4%
- Colillas y cerillos	3%

Entre los trabajos de tipo operativo durante los años cincuenta, están los de Verduzco y Medina<sup>41</sup> y el de Moreno<sup>42</sup>.

Herrera<sup>43</sup> refiere disposiciones legales, clasificación de los incendios, factores que los favorecen y su prevención, distribución y magnitud en el estado de Michoacán para 1956, cuando según apunta, se presentaron 495 siniestros sobre 5 478 ha y estima los daños en \$ 2 300.00.

Acorde a lo señalado por Beltrán<sup>44</sup> y con el Comité de Asesoría Técnica Forestal<sup>45</sup>, citando a Verduzco<sup>46</sup>, entre 1944 y 1953 acontecieron 7 219 incendios en el país sobre 723 466 ha; lo que arrojó pérdidas por \$296 000 000.00 (Beltrán, *op. cit.*).

Sobre la marcada escasez de recursos, Sierra y Gaitán<sup>47</sup> exponen en la II Convención Nacional Forestal “...además se debe ampliar en proporción razonable la partida del

<sup>36</sup> Gaitán, M. G. 1942. Control de incendios en la República Mexicana.

<sup>37</sup> Ibarra, M. A. 1942. Control de incendios.

<sup>38</sup> Cervantes, R. M. 1942. Incendios forestales.

<sup>39</sup> Hidalgo, J. R. 1942. Control de incendios.

<sup>40</sup> Arana, S. A. 1942. Los desastres causados por las quemas de limpia para transformar terrenos boscosos en terrenos de cultivo agrícola.

<sup>41</sup> Verduzco, G. J. y Medina, G. 1955. Combate de incendios forestales.

<sup>42</sup> Moreno, A. G. 1957. Organización para el combate de incendios forestales.

<sup>43</sup> Herrera, B. S. 1958. Incendios forestales en Michoacán.

<sup>44</sup> Beltrán, E. 1956. Problemas forestales en México.

<sup>45</sup> Comité de Asesoría Técnica Forestal. 1958. La situación forestal de México es grave.

<sup>46</sup> Verduzco, G. J. S. F. Octava reunión del grupo de estudio del manejo de incendios forestales.

<sup>47</sup> Sierra, P. A. y Gaitán, M. G. 1959 Incendios forestales.

presupuesto de egresos destinados a la prevención y combate de incendios, ya que actualmente no basta para llenar ni siquiera las necesidades del valle de México y zonas circunvecinas; fundamentalmente se requiere adquirir vehículos, equipo y herramientas, aumentar el número de guardafuegos, sobre todo en la época de secas, a cuando menos 10 brigadas en cada estado; sería muy conveniente la creación de un cuerpo de guardafuegos forestales, con similitud a los cuerpos de bomberos que existen en las ciudades, con preparación y funciones específicas”.

Sobre el rubro preparación, cabe destacar que si bien actualmente hay muchos combatientes capacitados para realizar sus labores, amén de la riqueza de su experiencia, aún son abundantes las brigadas que deben concientizarse y recibir capacitación, así como equiparse apropiadamente en diversos organismos.

Verduzco<sup>48</sup> y coautores, citan el inicio de un proyecto de investigación llevado a cabo por Verduzco, Carrillo, Yáñez y Jasso, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, hacia 1957, donde ya se habla de los incendios no sólo como agentes dañinos sino también benéficos y mencionan que la lumbre, usada bajo control estricto, es quizá el instrumento silvícola más barato y de mayor utilidad en la reducción de desperdicios, eliminación de vegetación indeseable y en la destrucción de capas de material orgánico muy gruesas ante los procesos de regeneración.

Continuando con aspectos operativos, Garduño y Sierra<sup>49</sup> señalan a los incendios como el principal agente de destrucción en los bosques mexicanos ante el V Congreso Mundial Forestal, en Seattle, E U.

Beltrán<sup>50</sup> en su escrito "Los incendios en los años 1956 a 1960 en México" no menciona el término pérdidas (por dichos incendios), sino valor mínimo de pérdidas, sabedor de los incompletos registros existentes y de la dificultad para evaluar ciertas pérdidas indirectas. También comenta la aprobación del presidente Adolfo López Mateos al Programa Quinquenal de Prevención y Combate de Incendios.

En un artículo publicado por la A M P F en la revista México y sus bosques<sup>51</sup> en el año de 1963 se menciona que antes del establecimiento del mencionado programa, (en 1961), en el valle de México, la región con mayor incidencia en el país, se tenían tres casetas y tres torres vigías, con un cuerpo de 75 hombres (siete patrullas), y diez vehículos.

El Departamento de Prevención y Combate de Incendios<sup>52</sup> explica que en los esfuerzos

<sup>48</sup> Verduzco, G, J. *et al.* 1961. Proyectos de trabajo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales

<sup>49</sup> Garduño, G, R. y Sierra, P, A. 1960. Causas de la destrucción forestal en México.

<sup>50</sup> Beltrán, E. 1960. Incendios forestales.

<sup>51</sup> A M P F: 1963. Plan para combatir los incendios forestales en México.

<sup>52</sup> Departamento de Prevención y Combate de Incendios. 1964. Seis años de actividades forestales y de la fauna.

en la lucha contra el fuego no se habían logrado frutos apreciables, debido a lo exiguo de los recursos económicos con los que se contaba (\$150 000.00 anuales hasta 1960).

Esto implicaba lentitud en la detección; por lo que el ataque se realizaba cuando muchos siniestros habían alcanzado ya grandes proporciones.

El mismo departamento comenta que las unidades industriales de explotación forestal no habían alcanzado el grado de organización, en lo concerniente al control de incendios. El programa quinquenal se aplicó entre 1961 y 1964 y contó con una erogación de \$ 26 842 574.00 que sirvieron para la adquisición de cinco helicópteros que operarían en la detección, la formación de 48 brigadas (con diez elementos cada una), provistas con herramientas, la instalación de 48 torres observatorio con localizadores y de 48 casetas-alojamiento-bodega.

Además, se instalaron en algunas torres aparatos de radio; en la misma fuente se describe la colaboración de los aviones de las unidades industriales, en la detección.

El Departamento de Prevención y Combate de Incendios (*op.cit.*), reporta la realización de quemas controladas en fajas sobre pastizales en bosques atravesados por carreteras y se menciona que la O N U, por medio de la F A O, crea la Comisión Forestal de América del Norte, cuyo grupo de trabajo sobre incendios forestales tuvo su primera reunión de trabajo en Washington, D C, en julio de 1961.

Se formaron tres subcomités: Prevención, Control e Investigación, y se definió la mutua colaboración, sobre todo en las fronteras, de los países involucrados (Canadá, Estados Unidos y México).

Acorde a la misma fuente, de la segunda de estas reuniones (a la fecha se han celebrado más de veinte), llevada a cabo en Ottawa, en 1963, es interesante destacar una campaña para reducir los incendios de pastos y bosques y los causados por niños que juegan con cerillos.

En 1966 se realiza la III Convención Nacional Forestal, con las siguientes ponencias sobre el tema que nos ocupa: "La creación de brigadas contra incendio"<sup>53</sup>, "Protección Forestal"<sup>55</sup> y "Prevención y combate de incendios"<sup>56</sup>.

Este último, animosamente reconoce en los incendiarios a los desertificadores de la patria.

<sup>53</sup> Cuenca, D. H. 1967. La creación de brigadas contra incendios.

<sup>54</sup> Verdúzco, G. J. 1967. Causas fundamentales de la deforestación y plan para restaurar terrenos forestales degradados.

<sup>55</sup> Garduño, G. R. 1967. Protección forestal.

<sup>56</sup> Gamaliel, H. M. 1967. Prevención y combate de incendios.

Garduño<sup>57</sup> refiere actividades de prevención y combate y en otra de sus aportaciones<sup>58</sup> alude una campaña de educación popular en relación a los incendios.

Entre otras estimaciones relativas al daño que estos siniestros ocasionan, en un artículo de la S F F publicado en la revista Bosques<sup>59</sup> se reportan registros de pérdidas por \$ 8 000 000.00 anuales en el estado de Michoacán.

No obstante que, tal y como aún sucede, los registros de las conflagraciones eran incompletos, había ya interesantes estadísticas, como las presentadas por la unidad industrial de explotación forestal de Atenquique<sup>60</sup>.

Por año, para sus 1 048 000 ha, refieren 5 grupos causales, de 112 a 293 siniestros en una superficie de 5 638 ha, así como el empleo de 150 a 175 elementos y la utilización de una patrulla aérea (Cessna 180) en la detección de incendios para el período 1956 a 1965.

Otras contribuciones de fines de los sesenta y principios de los setenta son:

- La de Jurado<sup>61</sup>, relativa a la prevención de incendios originados por actividades agrícolas y ganaderas.
- La de Verduzco y Gaitán<sup>62</sup> sobre combate.
- De la Comisión Forestal del estado de Chihuahua<sup>63</sup> sobre prevención y combate.
- Las de Caballero<sup>64, 65</sup> quien considera a los incendios como los principales causantes de daños en bosques de coníferas.

El ingeniero Alfonso Gutiérrez<sup>66</sup> en su obra "Texto Guía Forestal" aborda la problemática de los incendios, pero también divulga su lado positivo, sumándose a esta posición Zendejas y Villarreal<sup>67</sup>.

<sup>57</sup> Garduño, G. R. 1964. Prevención y combate de incendios forestales.

<sup>58</sup> Garduño, G. R. 1966. Causas de la destrucción forestal en México.

<sup>59</sup> S F F. 1966. Los recursos forestales de Michoacán.

<sup>60</sup> Unidad Industrial de Explotación Forestal de Atenquique. 1967. Informe general de actividades.

<sup>61</sup> Jurado, D. F. 1967. Prevención de incendios forestales.

<sup>62</sup> Verduzco, G. J. y Gaitán, M. G. 1968. Combate de incendios forestales.

<sup>63</sup> Comisión Forestal del estado de Chihuahua. 1970. Instructivo gráfico explicativo para prevención y combate de incendios.

<sup>64</sup> Caballero, D. M. 1968. Los principales enemigos del bosque en los estados de Baja California, Chihuahua, Navarri y Sonora.

<sup>65</sup> Caballero, D. M. 1970. La frecuencia de los daños del bosque (áreas de coníferas), en Zacatecas, Sinaloa y Jalisco.

<sup>66</sup> Gutiérrez, P. A. 1970. Texto Guía Forestal.

<sup>67</sup> Zendejas, E. J. A. y Villarreal, C. R. 1971. Efectos de las altas temperaturas originadas por el fuego en los conos y semillas de *Pinus montezumae* y *P. oocarpa*.

La realización de diversas acciones<sup>68</sup> y tratados sobre protección<sup>69</sup>; llevan al ingeniero José Verduzco<sup>70</sup> a la elaboración de su obra sobre protección forestal<sup>71</sup>, donde se abordan a profundidad las acciones de prevención y combate, además de muchos otros aspectos del fuego.

Consideramos que éste y el de Gutiérrez, *op. cit.*, son dos clásicos para la dasonomía mexicana.

De los años sesenta también son las siguientes aportaciones:

- “Introducción al sistema de tierras de propiedad colectiva y las corporaciones para la prevención de incendios”<sup>72</sup>
- “PROFORTARAH y los incendios forestales”<sup>73</sup>.
- Gutiérrez<sup>74</sup> evalúa a nivel nacional los incendios.
- Borja y Zerecero<sup>75</sup> generan “Los incendios forestales destruyen anualmente enormes áreas de nuestros recursos”.
- Zerecero y Martínez<sup>76</sup> elaboran un informe del viaje de estudios que para el manejo de estos fenómenos hicieron a Washington.

En nota publicada por la Sociedad Mexicana Forestal<sup>77</sup> se menciona la nueva política del Servicio Forestal Norteamericano sobre el no combate a incendios naturales, política iniciada en 1968 en California, en período de prueba; Vélez<sup>78</sup> (1976) describe los efectos socioeconómicos y ecológicos de estos siniestros.

Los trabajos sobre técnicas para la evaluación de cargas de combustibles forestales como

---

<sup>68</sup> Verduzco, G. J. 1971. Apuntes de protección forestal.

<sup>69</sup> Verduzco, G. J. y Verduzco, T. M. 1972. Control de incendios forestales.

<sup>70</sup> Verduzco, G. J. 1974. Combate de incendios forestales.

<sup>71</sup> Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal.

<sup>72</sup> PROFORTARAH. 1975<sup>a</sup>. Introducción al sistema de tierras de propiedad colectiva y las corporaciones para la prevención de incendios.

<sup>73</sup> PROFORTARAH. 1975<sup>b</sup>. PROFORTARAH y los incendios forestales.

<sup>74</sup> Gutiérrez, P. A. 1975. Evaluación de los incendios forestales.

<sup>75</sup> Borja, L. G. y Zerecero, L. G. 1975. Los incendios forestales destruyen anualmente enormes áreas de nuestros bosques.

<sup>76</sup> Zerecero, L. G. y Martínez, V. 1975. Informe sobre los incendios forestales en México.

<sup>77</sup> S M F. 1974. Déjenlos que se quemem.

<sup>78</sup> Vélez, M. R. 1976. Efectos socioeconómicos y ecológicos de los incendios forestales.

los de Warren y Olsen<sup>79</sup>, Van Wagner<sup>80</sup> y Brown<sup>81, 82</sup>, *cit pos.* Alvarado<sup>83</sup>, son la base para los inventarios de combustibles en México.

Dichos inventarios comienzan con la presentación de la técnica de intersecciones planares para determinar volumen de residuos leñosos en un bosque de *Pinus hartwegii* de 502 ha en Zoquiapan, por Vera y Musálem<sup>84</sup>, quienes encuentran un volumen promedio de 0.3071 m<sup>3</sup>/ha.

En 1983 Sánchez y Zerecero<sup>85</sup> proponen el método de Brown *op. cit.*; Alvarado *idem*, estudia el comportamiento del fuego de quemas en rodales de *Pinus montezumae*, en el primer trabajo de este tipo para el país, con base en el modelo de Rothermel<sup>86</sup>, para lo cual tuvo que determinar previamente la carga de los combustibles superficiales mediante modelos matemáticos en una excelente tesis de maestría en ciencias. Su director, Mendoza (*com pers.*) sostiene que ésta contribuyó a demostrar que la física del fuego es la misma en cualquier parte del mundo.

El primer inventario de combustibles sobre una gran superficie se debe a Sierra y colaboradores<sup>87</sup>, quienes lo generan con la ayuda de campo de 100 elementos para las 35 000 hectáreas boscosas del Distrito Federal.

El trabajo se hizo para alimentar el primer sistema mexicano, basado en inteligencia artificial, para la prevención y combate de incendios que se detallará más adelante. Rodríguez<sup>88</sup> profundizó los resultados de dicho inventario.

Dejando el rubro de los combustibles, citaremos a Pérez<sup>89</sup> (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 29), quien al estudiar a los incendios como vectores de plagas forestales en Michoacán, concluye que después del siniestro hay una alta probabilidad de ataque de plagas (25% de los árboles agredidos, un año después); reconoce además a *Pinus michoacana* como

<sup>79</sup> Warren, G. W. and Olsen, P. F. 1964. A line intersect technique for assessing logging waste.

<sup>80</sup> Van Wagner, C. E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling.

<sup>81</sup> Brown, J. K. 1971. A planar intersect method for sampling fuel volume & surface area.

<sup>82</sup> Brown, J. K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material.

<sup>83</sup> Alvarado, C. E. 1986. Comportamiento del fuego en rodales poco perturbados de *Pinus montezumae* Lamb.

<sup>84</sup> Vera, G. F. y Musálem, M. A. 1981. Presentación de la técnica de intersecciones planares en un caso de inventario de residuos forestales en el C E F de Zoquiapan, México.

<sup>85</sup> Sánchez, C. J. y Zerecero, L. G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca.

<sup>86</sup> Rothermel, R. C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels.

<sup>87</sup> Sierra, P. A. *et al.* 1988. Informe y resultados del proyecto de evaluación de combustibles forestales en las zonas de protección extensiva de la COCODER.

<sup>88</sup> Rodríguez, T. D. A. 1989. Evaluación de los combustibles forestales en las zonas de protección extensiva e intensiva de la COCODER.

<sup>89</sup> Pérez, Ch. R. 1981. Los incendios forestales como vectores de plagas en el bosque.

muy resistente a fuego y plagas; y a *P. leiophylla* como susceptible a ambos.

Sobre el uso del fuego como herramienta silvícola, Aguirre<sup>90,91</sup> menciona la utilidad de las quemas en la disminución del peligro de incendios, la regulación y control de la sucesión vegetal, de plagas y enfermedades, así como en el mejoramiento de la calidad del sitio forestal, la categoría y rendimiento del pastizal y las condiciones del hábitat para la fauna silvestre, entre otros puntos.

Sobre el mismo tópico trata el trabajo de Velázquez y coautores realizado en 1986 *cit pos.* Alvarado, *op. cit.*

Carrillo y Musálem<sup>92</sup> no encontraron diferencia significativa en la supervivencia de renuevo de *Pinus montezumae*, entre los tratamientos al suelo, de quema y remoción manual con palas rectas.

Otras contribuciones son las de Zerecero<sup>93</sup> y Magaña<sup>94</sup>. El primero cita para 1981 la ocurrencia de 2 718 incendios en el país, sobre 64 665 hectáreas y que el gobierno federal contaba con 103 brigadas, con 15 combatientes cada una, más 73 brigadas de las U I A F y 350 grupos cívicos (con 10 hombres cada uno).

Expone asimismo, que en la nación al igual que en muchas otras, se usaron durante muchos años cantidades simbólicas para evaluar daños, pero ante su inutilidad se dejaron de usar.

El segundo de los autores identifica los factores meteorológicos que ejercen la mayor influencia en la presencia de incendios y a partir de éstos desarrolla modelos matemáticos de predicción y genera una ecuación de probabilidad de ocurrencia.

Posteriormente, Magaña<sup>95</sup> aporta más sobre índices de peligro, lo mismo que Garrido y Galeote<sup>96</sup>, quienes proponen un sistema de predicción de peligro para la República Mexicana, a partir de subíndices de riesgo, inflamabilidad, causalidad y aspectos meteorológicos, en una escala de hasta 100.

<sup>90</sup> Aguirre, B. C. 1979. La situación histórico-ecológica del fuego, su estado actual y la perspectiva de utilización en el manejo de ecosistemas forestales.

<sup>91</sup> Aguirre, B. C. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo.

<sup>92</sup> Carrillo, F. y Musálem, M. A. 1986. Influencia de tratamientos al suelo y edad de la planta en la regeneración artificial de *Pinus montezumae* Lamb.

<sup>93</sup> Zerecero, L. G. 1983\*. Incendios forestales y quemas controladas.

<sup>94</sup> Magaña, T. O. S. 1983. Determinación de un índice de peligro de incendios forestales para el municipio de Tlahuapan, Puebla.

<sup>95</sup> Magaña, T. O. S. 1985. Índices de peligro de incendios forestales.

<sup>96</sup> Garrido, L. I. y Galeote, R. G. 1990. Propuesta metodológica para obtener un sistema de predicción de peligro de incendios forestales para la República Mexicana.

Marín y Borja<sup>97</sup> elaboraron un índice de ocurrencia para el estado de México, encontrando los mayores valores, con base en la información de 10 años, en el Nevado de Toluca, la sierra Nevada, la serranía del Ajusco, Monte Alto y las Cruces.

- Su índice se define por  $10 = P(D)$

donde:

- 10 es el índice
- P el porcentaje de superficie forestal afectada
- D un índice de densidad.

a su vez:

- $P = \text{superficie afectada} / \text{superficie total forestal}$
- $D = N^{\circ} \text{ de incendios} / \text{superficie total forestal}$ .

Toledo<sup>98</sup> trabaja actualmente índices de ocurrencia en el estado de Michoacán.

García<sup>99, 100</sup> (*cfr.* Revista Ciencia Forestal N° 54), identifica los municipios de mayor incidencia en Chihuahua (Madera, Bocoyna y Guachochic), y entre las causas menciona:

- Fogatas	32.2%
- Fumadores	20.4%
- Rozas	4.9%
- Descargas eléctricas	4.6%
- Incendiaros	3.4%
- Quemados de pastos	2.9%
- Ferrocarriles	1.2%
- Explotaciones industriales	0.4%
- Causas desconocidas	30.0%

El autor recomienda la realización de quemados prescritos por la gran cantidad de combustibles en los bosques del estado.

Zerecero<sup>101</sup> publica sobre los incendios en el país, Mejía<sup>102</sup> señala la necesaria vinculación

---

<sup>97</sup> Marín, Ch, J. y Borja, L, G. 1984. Los incendios forestales en el estado de México.

<sup>98</sup> Martínez, D, R. 1990. Fundamentos para la formulación de programas de protección contra incendios en bosques de clima templado-frío.

<sup>99</sup> García, V, E. 1983. Chihuahua y los incendios forestales.

<sup>100</sup> García, V, E. 1985. Chihuahua y los incendios forestales.

<sup>101</sup> Zerecero, L, G. 1983<sup>b</sup>. Incendios forestales.

<sup>102</sup> Mejía, F, L. 1984. Vinculación del estado, empresas y población en las tareas de protección forestal.

entre estado, empresas y público en general, en las tareas de protección forestal. En un documento publicado por la S A R H<sup>103</sup> en 1985, se exponen las principales causas y acciones por estado.

Cardeña y Mathus<sup>104</sup> se refieren a acciones de protección y Cardeña<sup>105</sup> apunta que aún hay desconocimiento de las causas; deficiencias en calidad y cantidad de la información estadística, falta de un registro sobre participación de voluntarios y otras dependencias y la destacada participación de estados como Michoacan., México y Jalisco ante las conflagraciones.

Hacia 1985, la S A R H inicia el uso de equipo aéreo para el combate, en forma experimental, con el avión cisterna con carga en tierra Fairchild C-119, con capacidad de 7 500 litros y rango de operación de 0 a 4 000 metros sobre el nivel del mar (m s n m) y con el Canadair CL-2115, con carga en espejos de agua, 5 700 litros de capacidad y rango de operación de 0 a 2 000 m s n m.

Éstos se volvieron a utilizar en varios estados desde 1986, además del helicóptero Bell 212, con aditamentos para la supresión<sup>106</sup>.

Otro hecho importante es el establecimiento y operación del primer comando central de despacho formal en el país, diseñado e instalado para la COCODER, D D F, por Sierra y Rodríguez<sup>107</sup> a fines de 1986, con el objetivo de coordinar y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales (más de 20 brigadas con más de 200 hombres), de la dependencia, sobre las 35 000 ha de carácter forestal en el Distrito Federal.

Cuenta con equipo de radiocomunicación, dos enormes mapas magnéticos (esc. 1 a 10 000), con indicadores de patrullas, incendios, quemas, casetas, puestos fijos de observación, mapoteca, tarjetero de recursos y tarjetero de incendios, manual y el sistema computarizado EXTINGE (Experto Técnico en Incendios Generalizados), basado en inteligencia artificial.

El EXTINGE se debe al ingeniero Antonio Sierra Pineda y al doctor Roberto Armijo, experto en inteligencia artificial. El sistema se trabajó entre 1987 y 1988 y se concluyó a fines de 1988 (aunque el prototipo se logró en 1987).

A partir del modelo de Rothermel *op. cit.* predice el comportamiento del fuego (velocidad de propagación, largo de llama, intensidad calorífica).

<sup>103</sup> S A R H. 1985. Estrategias para la prevención y combate de incendios forestales.

<sup>104</sup> Cardeña, R. J. y Mathus, M. J. G. 1987. Incendios forestales y otras acciones de protección.

<sup>105</sup> Cardeña, R. J. 1987. Informe de la delegación mexicana.

<sup>106</sup> Galeote, R. G. 1987. Evaluación del uso de equipo aéreo en el combate de incendios forestales.

<sup>107</sup> Sierra, P. A. y Rodríguez, T. D. A. 1987. Comando central de despacho.

Parte del tiempo atmosférico prevaleciente al momento del siniestro, del que se registran velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa con el auxilio de estuches meteorológicos portátiles.

La información se transmite por radio; también se basa en la topografía (pendiente), y en la descripción del complejo de combustibles.

Asimismo, el EXTINGE proporciona recomendaciones sobre el número de brigadas a enviar y el tipo de combate a emplear (directo, con brechas cortafuego o empleando contrafuego), calculando también el tamaño del incendio a diferentes momentos.

Las recomendaciones sobre ataque, las da a partir de entrevistas que se hicieron a expertos en incendios de la COCODER (graduados en los cursos de Marana y otros), cuya experiencia básica acerca de diversas situaciones en el combate de incendios, sirvió para alimentar la inteligencia artificial del sistema.

Entre muchas otras funciones; partiendo del complejo de combustibles, tiempo atmosférico al momento de la observación y la ocurrencia de incendios en años pasados (obtenida de mapas de incidencias de 5 años), la computadora despliega en su monitor mapas de peligro para todos los frentes de trabajo, cuadrículados en cuadrantes de 100 ha, que sirven también para detallar el complejo de combustibles previamente alimentado.

Las simulaciones de incendios no sólo son útiles en la supresión; también lo son en la prescripción de quemas, donde los autores de estas líneas han probado al EXTINGE con excelentes resultados durante 1989.

A fines de 1989, la S A R H obtuvo el programa computarizado interactivo BEHAVE (Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System), de origen norteamericano, mismo que a partir del modelo de Rothermel *op. cit.*, predice el comportamiento del fuego entre muchas otras funciones, como predicción de la mortandad en el arbolado y recomendaciones para el combate.

Este programa puede operar con grupos clave de combustibles y fue desarrollado por Andrews<sup>108</sup>, Chase<sup>109</sup>, Burgan y Rothermel<sup>110</sup>. Fue facilitado por el doctor Ernesto Alvarado al ingeniero Roberto Martínez.

Con el EXTINGE se inicia en México el uso de programas de computadora en el manejo

<sup>108</sup> Andrews, P. C. 1986. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system. Burn subsystem.

<sup>109</sup> Andrews, P. C. and Chase, C. H. 1986. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system. Burn subsystem. Part 2.

<sup>110</sup> Burgan, R. E. and Rothermel, R. C. 1986. Fire behavior and fuel modeling system. Fuel subsystem.

del fuego, que esperamos mejore aún más y se intensifique en un futuro cercano. Es justo señalar la asesoría de especialistas norteamericanos para el desarrollo del EXTINGE.

En cuanto a ergonomía, Arteaga<sup>111</sup> estudia rendimientos de brigadas en diferentes formaciones y Rodríguez<sup>112</sup> describe los diversos factores que influyen en la capacidad de respuesta de los combatientes; cita elementos para mejorar su aptitud física, el nivel adecuado de ésta y cómo identificarlo.

Por otro lado el ingeniero Reyes Bonilla<sup>113</sup> se refiere a la problemática de los incendios en la nación y compila casos (de 1965 a 1988).

Entre las investigaciones de corte operativo están las de Magaña<sup>114</sup> y López y Magaña<sup>115, 116</sup>, quienes realizan sendos trabajos sobre el uso de retardantes y bomba WEPS (agua con espumante) en el combate.

Cedeño<sup>117</sup> señala que a través de verdaderos programas de quemas controladas, los cuales en principio sean conducidos por los técnicos especialistas y debidamente concertados con los ganaderos, se podría ir dando en forma paulatina, solución al problema en el Distrito Federal.

Comenta también acerca de quemas realizadas en el Distrito Federal, en 1985 en la comunidad de Santo Tomás Ajusco, para satisfacer necesidades de forraje.

Se llevaron a cabo en zacatonal (*Muhlenbergia*) con brinzales de *Pinus rudis* y estrato superior de la misma especie. Una de dichas quemas se inició a las 6:45 A M con una temperatura de -3 °C, con helada, sin viento. El fuego se propagó muy lentamente y 15 días después se registró una mortandad del 2.5% entre los brinzales.

Sirén<sup>118</sup> considera a las quemas como una herramienta silvícola; Sánchez<sup>119</sup> las reseña

<sup>111</sup> Arteaga, M. A. 1986. Determinación del rendimiento de cuatro herramientas manuales en la apertura de brechas corta-fuegos.

<sup>112</sup> Rodríguez, T. D. A. 1988. Generalidades de aptitud física, factores que influyen en el rendimiento y evaluación del esfuerzo físico en combatientes de incendios.

<sup>113</sup> Bonilla, B. R. 1989. Protección forestal.

<sup>114</sup> Magaña, T. O. S. 1984. Utilización de retardantes en el control de incendios forestales.

<sup>115</sup> López, R. C. y Magaña, T. O. S. 1990<sup>a</sup>. Evaluación y validación de tres retardantes para el combate de incendios forestales (en ataque directo).

<sup>116</sup> López, R. C. y Magaña, T. O. S. 1990<sup>b</sup>. Evaluación y validación del sistema de bombeo expansivo del agua (WEPS) para el control y combate de incendios forestales.

<sup>117</sup> Cedeño, O. 1989. Quemas controladas: Posible solución a la reforestación natural en los bosques del Ajusco.

<sup>118</sup> Sirén, G. 1977. Otros tratamientos culturales. Preparación del suelo, quemas controladas, podas.

<sup>119</sup> Sánchez, C. J. 1983. Quemas controladas en el estado de Chihuahua.

para el estado de Chihuahua; Sánchez y Dieterich<sup>120</sup> determinaron su efecto en *Pinus durangensis* en Chihuahua; la S A R H<sup>121</sup> en un documento publicado en 1986 describe métodos para realizarlas, de acuerdo a los objetivos que se persigan.

Vázquez-Soto, Rodríguez y Gómez-Santamaría<sup>122</sup> proponen métodos para su distribución en espacio y tiempo, a partir de incidencias de 5 años en el volcán Pelado, en el D F, considerando una aproximación al régimen natural de incendios en los pinares y zacatonales de la zona.

Coria, Sánchez y Quiñones<sup>123</sup> estudian su efecto en relación a dos tratamientos del Método de Desarrollo Silvícola (tercer aclareo y cortas de regeneración); Méndez y Almaraz<sup>124</sup> las describen y Martínez, R (*com pers.* en 1990) propone cómo realizarlas en Valle de Bravo, estado de México.

Gutiérrez<sup>125</sup>, *cit pos.*, Martínez y Galeote<sup>126</sup>, hablan de pérdidas (replacación, erosión, régimen hidrológico, recreación.) por siniestros en el Ajusco, Distrito Federal, y Cedeño<sup>127</sup> sobre campañas de prevención, en una ponencia presentada ante el IX Congreso Mundial Forestal.

Aguilar<sup>128</sup> refiere que hacia 1974, Gutiérrez y Aguilar inician experimentalmente un trabajo con la veza de invierno, (*Vicia villosa*), como alternativa forrajera para disminuir los incendios por ganaderos.

Entre otras aportaciones sobre veza del ingeniero Alfonso Gutiérrez Palacios<sup>129</sup>, está una de 1980. Posteriormente autores como Gómez<sup>130,131</sup> también describen cómo cultivarla, la preparación del terreno, inoculación, siembra, labores culturales, cosecha de forraje y de grano.

<sup>120</sup> Sánchez, C. J. y Dieterich, J. H. 1983. Efecto de quemas controladas en *Pinus durangensis* en Madera, Chihuahua.

<sup>121</sup> S A R H. 1986. ¿Cómo se realiza una quema controlada?

<sup>122</sup> Vázquez-Soto, J. *et al.* 1989. Las quemas prescritas en el espacio y en el tiempo.

<sup>123</sup> Coria, Q. J. L. *et al.* 1989. Efectos en la vegetación y el suelo, ocasionados por el fuego prescrito.

<sup>124</sup> Méndez, G. J. y Almaraz, M. G. 1989. Quemas controladas.

<sup>125</sup> Gutiérrez, P. A. 1983. Evaluación de las pérdidas por incendios forestales en los bosques del Ajusco.

<sup>126</sup> Galeote, R. G. y Martínez, D. R. 1987. Método práctico para estimar el valor de los daños causados por incendios.

<sup>127</sup> Cedeño, O. 1985. ¿Qué es una campaña de incendios forestales?

<sup>128</sup> Aguilar, P. F. 1984. La veza de invierno como alternativa para actividades ganaderas en las regiones forestales (sustituto de pastos).

<sup>129</sup> Gutiérrez, P. A. 1980. Los incendios forestales y la veza de invierno.

<sup>130</sup> Gómez, M. F. 1990<sup>a</sup>. El cultivo de la veza de invierno, una alternativa para prevenir incendios forestales.

<sup>131</sup> Gómez, M. F. 1990<sup>b</sup>. La veza de invierno y los incendios forestales.

Galeote y Martínez<sup>132</sup> reportan que en 1983 se inicia una mayor difusión de la veza de invierno.

Trabajos recientes en relación a daños por incendios, son los de Sierra y colaboradores<sup>133</sup>, quienes hallaron que entre 1983 y 1986 los siniestros abatieron 3 100 000 pequeños árboles de plantaciones forestales en el D F, con edades de 1 a 4 años; Galeote y Martínez *op. cit.* desarrollaron un método para la valoración de daños por incendios.

López y Gómez<sup>134, 135</sup> estudian el impacto del fuego en las áreas piñoneras más importantes de la nación, reportando 1 643 hectáreas afectadas en bosques con *Pinus cembroides* y *P. edulis* en Coahuila para 1989. Sierra, Vázquez-Soto y Rodríguez<sup>136</sup> (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 69) encontraron una reducción del 13.7% en el crecimiento en altura de *Pinus radiata* (de 1 a 6 años de plantado en el D F) sobrevivientes a las llamas, pero dañados por éstas.

Rodríguez F.<sup>137</sup> indaga sobre el efecto del huracán Gilberto e incendios subsecuentes sobre 1 000 000 ha y 119 233 ha, respectivamente, en Quintana Roo, hallando 74% de mortandad en el arbolado (99.6m<sup>3</sup>/ha de volumen muerto en pie), para la vegetación afectada por incendio intenso y 82% de mortandad (volumen derribado de 140.8m<sup>3</sup>/ha) para el arbolado afectado por huracán e incendio, intensamente.

López-Portillo<sup>138</sup> y colaboradores citan que el antecedente más antiguo del que se tiene conocimiento, que relaciona huracán con incendio, es uno de fray Diego de Landa en el siglo XVI<sup>139</sup>.

En su artículo, estos autores opinan que probablemente la combinación huracán-fuego se debe a un evento cíclico, en el que se confunden los eventos naturales con el manejo de los recursos desde épocas precolombinas y olvidan que el control del incendio de 1989 no sólo se debió a las lluvias, sino también a los aproximadamente 4 000 elementos<sup>140</sup> que participaron en el combate.

<sup>132</sup> Galeote, R. G. y Martínez, D. R. 1988. El cultivo de la planta forrajera veza de invierno (*Vicia villosa*), una alternativa para la ocurrencia de incendios forestales.

<sup>133</sup> Sierra, P. A. et al. 1987. Evaluación de plantaciones forestales COCODER 1983-1986.

<sup>134</sup> López, R. C. y Gómez, M. F. 1989<sup>a</sup>. El impacto de los incendios forestales sobre las áreas piñoneras más importantes de México.

<sup>135</sup> López, R. C. y Gómez, M. F. 1989<sup>b</sup>. Breve diagnóstico de la situación que guardan los incendios en las áreas piñoneras más importantes del país.

<sup>136</sup> Sierra, P. A. et al. 1991. La autoecología del *Pinus radiata* en la cuenca de México.

<sup>137</sup> Rodríguez, F. C. 1989. Diagnóstico preliminar de los efectos del huracán Gilberto y el incendio ocurrido en la zona norte de Quintana Roo.

<sup>138</sup> López Portillo, J. et al. 1990. Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico?

<sup>139</sup> Landa, D. de Fray. 1939. Relación de las cosas de Yucatán.

<sup>140</sup> Martínez, R. S. 1990. ¿Cómo realizar una quema en el predio El Venturoso, municipio de Valle de Bravo?

Tampoco se tomaron en cuenta informes como el de la comisión integrada por Hernández X<sup>141</sup> y colaboradores. Entre otras publicaciones o documentos ejecutivos sobre el particular, están los de Rodríguez F.<sup>142</sup> y colaboradores en 1989.

También se pueden mencionar los siguientes trabajos: el informe técnico publicado por I N E G I<sup>143</sup>, Rodríguez y Swanson<sup>144</sup> en 1989, Baver<sup>145</sup> y coautores; y Weeden<sup>146</sup>, sin contar trabajos sobre diversos huracanes e incendios como los de Olvera<sup>147</sup> y Pérez<sup>148</sup>.

Rivero<sup>149</sup> (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 50) escribe sobre el modelo de costo mínimo, más daños en programas de protección, citando sus bases, función, objetivo, condiciones de optimización económica y relación con el estimador beneficio/costo, áreas posibles de uso y requerimientos y limitaciones del modelo.

Santillán<sup>150</sup> incluye aspectos de incendios en su trabajo "Elementos de Dasonomía". Sobre el valor energético de la madera de diferentes especies están las contribuciones de Yáñez, Torres y García<sup>151</sup>; Farfán y Sánchez<sup>152</sup> y Gómez-Santamaría<sup>153</sup>. Este último está por concluirse, como tesis profesional.

Hernández<sup>154</sup> y Cardeña<sup>155</sup>, en la reunión internacional de Boston exponen: sobre aspectos sociales, políticos y económicos de los incendios, el primero, y sobre aspectos físicos y biológicos de los incendios el segundo; ambos en relación a la toma de decisiones.

<sup>141</sup> Hernández, X. E. *et al.* 1989. Programa de regeneración y protección ecológica de Quintana Roo.

<sup>142</sup> Rodríguez, F. C. *et al.* 1989. Evaluación de los daños en la zona afectada por el huracán Gilberto y el incendio ocurrido este año.

<sup>143</sup> I N E G I. 1989. Informe técnico sobre afectación por incendios en el norte del estado de Quintana Roo.

<sup>144</sup> Rodríguez, R. and Swanson, J. 1989. Technical assistance to Mexico Cancun incidents.

<sup>145</sup> Baver, G. P. *et al.* 1989. Hurricane Gilbert impact on the forest of Q. Roo, Mexico.

<sup>146</sup> Weeden, P. S. F. Quintana Roo, Mexico: Site of successful fire suppression course.

<sup>147</sup> Olvera, R. J. R. 1959. Condiciones actuales de los bosques afectados por el ciclón Janet e incendios forestales en la parte sur del territorio de Quintana Roo.

<sup>148</sup> Pérez, G. 1980. El clima y los incendios forestales en Quintana Roo: Problemática y perspectiva.

<sup>149</sup> Rivero, B. P. 1984. Modelo de los costos y daños mínimos para programas de protección.

<sup>150</sup> Santillán, P. J. 1986. Elementos de Dasonomía.

<sup>151</sup> Yáñez, R. A. *et al.* 1987. Trabajo de investigación sobre el análisis de calor de combustión de trece especies tropicales.

<sup>152</sup> Farfán, V. E. y Sánchez, V. A. 1988. Estudio de dos árboles de alto valor dendroenergético y forrajero del suroeste de Puebla.

<sup>153</sup> Gómez-Santamaría, F. 1990. Producción de biomasa en tres especies de rápido crecimiento (*Acacia retinoides*, *Eucalyptus camaldulensis*, y *Casuarina equisetifolia*).

<sup>154</sup> Hernández, O. R. 1989. Síntesis de los factores sociales, políticos y económicos en la toma de decisiones en Norteamérica (Canadá, E. U. A., México).

<sup>155</sup> Cardeña, R. J. 1989. Perspectiva global: Las cuestiones físicas y biológicas y consecuencias ecológicas de los incendios forestales en la toma de decisiones.

Es pertinente mencionar también, que apenas ha comenzado a darse al combatiente el justo reconocimiento a su peligrosa, agotadora e importantísima labor, con acciones como la basificación de más de 200 de ellos, a mediados de los ochenta en la COCODER, D D F, así como el otorgamiento del Premio Nacional Forestal al grupo de Coordinación en Prevención y Combate de Incendios Forestales del Sur del D F, perteneciente a la S A R H.

Sánchez<sup>156</sup> señala que los intentos formales de investigación sobre el tema que nos ocupa, surgen a partir de 1980, del Proyecto de Protección Forestal del entonces I N I F.

Explica que a partir de la reestructuración del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (I N I F), en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (I N I F A P), surge la Red de Incendios y expone las investigaciones en curso sobre éstos:

7, sobre diagnóstico de la condición de los incendios:

- |                         |                |
|-------------------------|----------------|
| - Baja California Norte | - Coahuila     |
| - México                | - Morelos      |
| - Chiapas               | - Quintana Roo |

6, sobre índices de riesgo y uso de mapas:

- |           |             |
|-----------|-------------|
| - Jalisco | - Michoacán |
| - Morelos | - Chiapas   |
| - Puebla  | - Veracruz  |

9, sobre control de combustibles:

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| - Baja California Norte | - Chihuahua        |
| - Durango               | - Jalisco          |
| - Coahuila              | - Distrito Federal |
| - Veracruz              |                    |

1, sobre caminos forestales en la prevención:

- Michoacán.

---

<sup>156</sup> Sánchez, C. J. 1989. Los incendios forestales y las prioridades de investigación en México.

10, sobre efectos del fuego en diversas comunidades vegetales:

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| - Baja California Norte | - Coahuila         |
| - Durango               | - Chihuahua        |
| - Jalisco               | - Michoacán        |
| - México                | - Distrito Federal |
| - Puebla                | - Veracruz.        |

1, en fauna silvestre:

- Michoacán

1, en sucesión vegetal y especies iniciadoras:

- Michoacán

2, en sanidad forestal:

- |             |             |
|-------------|-------------|
| - Chihuahua | - Michoacán |
|-------------|-------------|

2, en calidad de la madera:

- Chihuahua

2, en producción de resina:

- Michoacán

Los autores de estas líneas conocemos de dos trabajos más que se están realizando:

- Uno sobre eficiencia económica en la prevención, presupresión y supresión de incendios en el Distrito Federal.
- El segundo sobre efecto del fuego en comunidades de *Quercus frutex* en el estado de México.

Rodríguez y Mendoza<sup>157</sup> (1990) recién concluyeron "Incendios forestales provocados".

En cuanto a cooperación internacional, que al parecer se inicia con el viaje de la legación mexicana que Fabila, *op. cit.* describe: además de las ya mencionadas e importantes reuniones de la C O F A N, deben destacarse diferentes cursos y viajes de estudio a los que han asistido técnicos mexicanos, especialmente a los Estados Unidos.

<sup>157</sup> Rodríguez, T, D. A. y Mendoza, B, M. A. 1990. Incendios forestales provocados.

Entre los cursos sobresalen el de Combate de Incendios Forestales, que organizado por la A I D, el U S F S y el gobierno del país sede, se celebra anual o bianualmente.

En éste han participado más de 50 mexicanos.

Varios técnicos han sido primero alumnos y luego instructores en este curso y/o en otros a nivel nacional, el primero de los cuales organizó la S A R H en 1984.

Entre los tesis de licenciatura, maestría en ciencias o profesionales que han presentado el seminario de titulación en relación a incendios forestales están:

- López <sup>158</sup>	E N A Chapingo	1955
- Moreno, <i>op. cit.</i>	E N A Chapingo	1957
- Olvera, <i>op. cit.</i>	E N A Chapingo	1959
- Carvajal <sup>159</sup>	E N A Chapingo	1966
- Quiñones <sup>160</sup>	E N A Chapingo	1969
- Zendejas <sup>161</sup>	E N A Chapingo	1971
- Aguirre <sup>162</sup>	E N A Chapingo	1978
- González, Mendieta y Olivar <sup>163</sup>	U T de México	1978
- Vera <sup>164</sup>	E N A Chapingo	1980
- Martínez, M, <sup>165</sup>	U A N L	1983
- Magaña, <i>op. cit.</i>	U A C H	1983
- Marín <sup>166</sup>	U A C H	1984
- García <sup>167</sup>	U A C H	1985
- Villar <sup>168</sup>	U A C H	1986
- Arteaga, <i>op. cit.</i>	U A C H	1986
- Alvarado, <i>op. cit.</i>	C Postgraduados	1986

<sup>158</sup> López, C. A. 1955. Control y combate de incendios forestales.

<sup>159</sup> Carvajal, Ch. F. 1966. Posibles mejoras en la prevención y combate de incendios forestales en los bosques de México de la región templada.

<sup>160</sup> Quiñones, S. A. 1969. Corporaciones de defensa contra incendios.

<sup>161</sup> Zendejas, E. J. A. 1971. Efectos de las altas temperaturas originadas por el fuego en los conos y semillas de *Pinus montezumae* y *P. oocarpa*.

<sup>162</sup> Aguirre, B. C. 1978. Efecto del fuego en algunas características y propiedades de suelos forestales.

<sup>163</sup> González, C. A.; Mendieta, M. P. y Olivar, de M.. 1978. Guía de organización aplicada al Departamento de Prevención y Combate de Incendios Forestales.

<sup>164</sup> Vera, G. F. 1980. Presentación de la técnica de intersecciones planares en un caso de inventario de residuos forestales en el Campo Experimental Zoquiapan.

<sup>165</sup> Martínez, M. J. E. 1983. El fuego como herramienta silvícola en el manejo de los pastizales.

<sup>166</sup> Marín, Ch. J. 1984. Los incendios forestales en el estado de México.

<sup>167</sup> García, L. E. F. 1985. Efecto del fuego en la regeneración natural de *Pinus hartwegii* en Zoquiapan, México.

<sup>168</sup> Villar, C. S. 1986. Una contribución al conocimiento de los incendios forestales en el estado de Chihuahua.

- Carrillo <sup>169</sup>	C Postgraduados	1986
- Pérez <sup>170</sup>	U A C H	1987
- Galeote, <i>op. cit.</i>	U A C H	1987
- Blanco <sup>171</sup>	U A N L	1988
- Martínez, D, <i>op. cit.</i>	U A C H	1990
- Padilla y Valencia <sup>172</sup>	U A C H	1990

El penúltimo en prensa y los últimos en etapa de anteproyecto.

Debe citarse que ya se incluye un curso de verano sobre manejo del fuego en el programa de maestría de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), impartido por Santillán y Román.

Por su parte, Alvarado está por concluir su doctorado en manejo del fuego en la Universidad de Washington, siendo el primer mexicano en llevarlo a cabo.

Opiniones del extranjero sobre la problemática de los incendios forestales en México, las han escrito Sorenson<sup>173</sup>, la publicación Texas Forestry News<sup>174</sup> y González-Cabán y Sandberg<sup>175</sup>.

Estos últimos coautores consideran necesario incrementar la investigación, promover la comunicación entre las áreas operativas y las de investigación, aumentar la comunicación interna, mantener un sistema de información de peligro de incendios, así como un programa de quemas más extenso, que permita hacer más evidentes los resultados de éstas.

También refieren, para 1986, que en el I N I F A P había 240 investigadores, con únicamente cinco elementos dedicados (y estos de tiempo parcial), a los incendios.

<sup>169</sup> Carrillo, F. 1986. Influencia de tratamientos al suelo y edad de la planta en la regeneración artificial de *Pinus montezumae* Lamb.

<sup>170</sup> Pérez, M, J. F. 1987. Los incendios forestales en el estado de Michoacán.

<sup>171</sup> Blanco, V, R. 1988. Determinación de la época de quema para el control de arbustivas y mejora de una pasta de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Marín, Nuevo León.

<sup>172</sup> Padilla, G, H. y Valencia, M; J. 1990. La coordinación en la prevención y combate de incendios forestales en el estado de Jalisco.

<sup>173</sup> Sorenson, J. C. 1987. A look at fire prevention in Mexico.

<sup>174</sup> Texas Forestry News. 1987. Forest fire protection in Mexico.

<sup>175</sup> González-Cabán, A. and Sandberg, D. 1989. Fire management and research needs in Mexico.

Nosotros coincidimos con la necesidad de fortalecer puntos como los que González-Cabán y Sandberg aluden, pero cabe aclarar que en realidad existe un mayor número de personas que están interesadas por el tema de los incendios, como puede apreciarse a lo largo del presente artículo o revisando su bibliografía.

Tampoco se hace mención al comando central de la COCODER ni a su sistema EXTINGE, que ya estaban operando en el tiempo en que esos investigadores visitaron México.

Las recomendaciones que hicieron deben ser tomadas muy en cuenta por los técnicos, científicos y autoridades del país, sumadas o reforzadas con las que muchos profesionales mexicanos han externado a sus autoridades, a través de diversos medios, en distintos foros y épocas.

### **Los ecosistemas mexicanos en relación a los incendios.**

Al parecer no hay evidencia escrita de que las culturas prehispánicas observaran el efecto del fuego en la sucesión vegetal, cosa que indudablemente debió acontecer.

Baste recordar que, según Morley, *op. cit.*, los mayas han usado el sistema roza-tumba y quema desde hace 3 000 años, lo que necesariamente implica manejo de la vegetación.

Durante la época colonial es posible que algunos científicos se dieran cuenta de que el destructivo fuego en el monte, también implicaba beneficios para los seres vivos que en él habitaban, cosa de la que tampoco hay referencias aparentemente.

Es hasta principios del siglo XX que algunos científicos norteamericanos se convencen de que los incendios no sólo son perjudiciales, sobre todo los originados en forma natural, y comienzan a considerarlos como parte de los ecosistemas forestales, punto de vista que década tras década fue ganando adeptos; al punto que el público norteamericano comienza a comprender la paradoja durante la década de los sesenta<sup>176</sup>.

En México, los técnicos y científicos comienzan a captar la idea durante los años cincuenta y el público en general, apenas comienza a comprenderla hasta fines de los ochenta (cuando se hace una mayor divulgación sobre el asunto por varias dependencias, aunque a pequeña escala todavía), quedando mucho trecho que recorrer para que el ciudadano comprenda la necesidad de manejar el fuego y no sólo combatirlo.

La labor de manejo del fuego fue iniciada en la nación por profesionales como el

---

<sup>176</sup> Brown, A. A. and Davis, K. P. 1973. Forest fire. Control and use.

ingeniero José Verduzco G. En trabajos ya citados de este autor, se habla de los efectos benéficos de los incendios.

Los pinares (y sus zacatonales asociados), son los bosques que más han sido estudiados en relación al fuego, en razón de su importancia económica, gran extensión y frecuentes incendios a los que se ven sometidos.

Cabe recordar, acorde con Barney<sup>177</sup> y colaboradores, que muchos pinares son mantenidos por incendios frecuentes de baja a moderada intensidad y a intervalos cortos (de cada 2 a 25 años).

El mismo autor, reconoce también masas que son afectadas por incendios catastróficos y muy poco frecuentes (de cada 50 a 500 o más años), como el bosque de abeto Douglas.

Una tercera y última categoría que Barney reporta, es la de incendios catastróficos frecuentes; como acontecen en los chaparrales, según Chandler<sup>178</sup> y coautores, cada 20 a 50 años.

Consideramos que en estos tres modelos básicos se puede encuadrar a la mayoría de las comunidades forestales del país, sin olvidar que las periodicidades han de ser naturales, no determinadas por la acción del hombre (principal causante de estos siniestros en el mundo), pues en tal caso, otro es el efecto de los incendios en los ecosistemas ante la mayor frecuencia de incendios.

Parece ser que el primer estudio sobre el particular lo realizó Dieterich<sup>179</sup>, quien halló un intervalo promedio de fuego de 3.8 años en bosques de *Pinus engelmannii*, *P. durangensis* y otras especies, en la sierra de los Ajos, en el estado de Sonora.

Antes de continuar, debe señalarse que la obra "Vegetación de México", de Rzedowski *op. cit.*, tiene entre otros méritos, el de ofrecer más de 35 referencias sobre el efecto del fuego en diversos tipos de vegetación, provenientes de investigaciones y observaciones del mismo autor y de muchos otros.

Varias de esas referencias, como se verá, se incluyen en este artículo.

Rzedowski *op. cit.*, puntualiza que el primero en sostener que diversos pinares son mantenidos por el fuego (al eliminar especies que lo resisten menos), para centroamérica fue Cook en 1909.

---

<sup>177</sup> Barney, R. J. *et al.* 1984. Fire management.

<sup>178</sup> Chandler, C. *et al.* 1983. Fire in forestry

<sup>179</sup> Dieterich, J. H. 1983. Cronología de los incendios forestales en la sierra de los Ajos, Sonora.

Rzedowski menciona que Little<sup>180</sup> considera fases sucesionales mantenidas por el fuego, a pinares mexicanos enclavados cerca del límite inferior de su rango de distribución, opinión que el mismo Rzedowski apoya al sostener la abundancia de comunidades de *Pinus oocarpa* en tales condiciones climáticas, además de la serotinidad de los conos, que al ser sometidos a elevadas temperaturas se abren y liberan semilla posteriormente.

También cita a Ern para exponer que las comunidades dominadas por *Pinus leiophylla*, *P. teocote*, *P. rudis*, *P. oaxacana*, *P. montezumae* y algunas de las de *P. hartwegii* son secundarias, por lo que el clímax corresponde a bosques más mesófilos pero menos resistentes al fuego, con especies como *Abies religiosa*, *Cupressus lindleyii*, *Pinus ayacahuite* y *P. pseudostrobus*.

Madrigal<sup>181</sup> señala la existencia de comunidades subclímax de coníferas, ocasionadas por factores de disturbio, como los incendios.

Zendejas y Villarreal, *op. cit.*, concluyeron que el fuego favorece la liberación y dispersión de la semilla de *Pinus oocarpa* así como de *P. montezumae* y que también favorece el establecimiento de su regeneración; explicando, además, que las semillas de la primera especie resisten mejor las altas temperaturas que las de la segunda, luego de someterlas a pruebas en hornos y de germinación.

Little *op. cit.*, recordando a Shaw, reconoce en los conos persistentes y cerrados, el más alto estado de evolución hacia una adaptación al fuego, si bien expresa que los bosques de pinos mexicanos y los incendios en éstos, rara vez presentan las condiciones extremas en donde los conos permanecen cerrados y no se abren hasta que un severo incendio mata a los árboles.

Entonces, prosigue Little, las numerosas semillas son liberadas y perpetúan al bosque destruido.

Verduzco<sup>182</sup> y coautores, manifiestan que aparentemente *Pinus michoacana* presenta una gran resistencia a los incendios, lo que también concluyó Pérez (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 29), si bien este último autor reconoce a *P. leiophylla* como susceptible a las llamas, mientras que Little *op. cit.*, opina que esta especie posee conos muy persistentes y una corteza muy gruesa que le sirven de protección contra el fuego.

Verduzco y colaboradores (*op. cit.*) observaron que *Pinus arizonica* fructifica abundantemente cada 2 a 4 años, y que al parecer su regeneración se favorece en lugares sometidos a incendios frecuentes.

<sup>180</sup> Little, E. L. Jr. 1962. Variación y evolución en los pinos mexicanos.

<sup>181</sup> Madrigal, S. X. 1967. Algunos aspectos ecológicos de los bosques de coníferas mexicanas.

<sup>182</sup> Verduzco, G. J. *et al.* 1962. Ecología y Silvicultura.

Verduzco *op. cit.*, expone que el fuego prescrito beneficia la regeneración de los piñoneros y el cedro rojo; hace mención al uso de dicha herramienta para guiar o mantener la sucesión vegetal en el estado que más convenga, acorde con las especies y el uso que se desee dar a la cubierta vegetal.

Sobre la abundancia de gramíneas en los pinares, Rzedowski, *op. cit.*, apunta que su desarrollo suele ser favorecido por las llamas, aunque la abundancia de aquéllas es un fenómeno natural, independiente al disturbio.

Asimismo, alude que cualquiera que sea el determinismo original de su presencia, las gramíneas, a su vez, propician la propagación de las llamas. Rzedowski expone que es particularmente frecuente ver como el zacatonal de *Muhlenbergia*, *Festuca* y *Stipa* desplaza, entre los 3 000 y los 4 000 m s n m a los bosques de *Pinus hartwegii* destruidos por incendios y pastoreo, y que bajo siniestros frecuentes en estos últimos, algunas especies de *Lupinus* pueden abundar.

Lo anterior ha sido observado también por los autores de estas líneas; reportando, además, la abundancia de *Penstemon* spp. en masas de *Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus* en la sierra Nevada; y en masas de *P. rudis* en la sierra del Ajusco, después de uno o dos años de haberse presentado el fuego.

Debe recordarse que Miranda y Hernández X.<sup>183</sup> referían que en parte los zacatonales de *Stipa*, *Muhlenbergia* y *Festuca* son vegetación secundaria, originada por la destrucción de pinares debido a talas o incendios repetidos.

Benítez<sup>184</sup> en detallado estudio sobre el efecto del fuego en el estrato herbáceo de un bosque de *Pinus hartwegii* en la sierra del Ajusco, D F, concluyó que luego de un año de acontecida la quema, la cobertura equivalía al 67% con respecto al área no quemada. Dicha autora encontró también que la viabilidad y germinación de semillas de *P. hartwegii* no mostró diferencias significativas al estar o no afectadas por las llamas.

Describe, asimismo, que *Festuca toluensis* adelantó su floración varias semanas en relación a los sitios no incendiados y encontró que el suelo elevó su pH y que en algunas muestras aumentó la concentración de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> y N total; y que la materia orgánica disminuyó en una relación muy pequeña, como consecuencia de la quema.

Benítez *op. cit.*, reporta que la diversidad aumenta a lo largo del año en las parcelas quemadas. Las especies que más contribuyeron a la fisonomía del estrato, tanto en los sitios incendiados como en los que no, fueron *Festuca toluensis* y *Muhlenbergia macroura*.

---

<sup>183</sup> Miranda, F. y Hernández, X, E. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación.

<sup>184</sup> Benítez, B, G. 1988. Efectos del fuego en la vegetación herbácea de un bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. de la sierra del Ajusco.

Otros estudiosos de los incendios en los pinares son: Vela<sup>185</sup> quien menciona que por sus conos serotinos, *Pinus patula* es favorecido por estos fenómenos cuando ocurren frecuentemente; y García *op. cit.*, quien determina la mortandad debida al fuego, en la regeneración de *Pinus hartwegii* en Zoquiapan, México.

Rzedowski, Vela y Madrigal *op. cit.*, observaron que *Pinus oocarpa* en Guerrero, bajo incendios frecuentes, emite como producto del engrosamiento de la raíz a pocos centímetros del suelo nuevos brotes, con lo que el fuego retrasa pero no impide la regeneración del bosque, y en cambio concede a esta especie una enorme ventaja para ocupar el área sobre otras especies arbóreas que no cuentan con este mecanismo de adaptación.

Comentan los autores citados que *Pinus hartwegii* presenta esta misma adaptación en la sierra Nevada y en la del Ajusco, en el valle de México.

Rzedowski y coautores, *op. cit.*, destacan que en plantas jóvenes de *Pinus montezumae* se ha observado curvatura bajo el cuello de la raíz y que se sabe por referencias de Little *op. cit.*, que dicho órgano tiene yemas que permanecen en estado de latencia hasta que un incendio mata la parte aérea de la planta, pero a la vez estimula el desarrollo de tales yemas y se producen nuevos tallos.

Además señalan que luego de 15 años de establecido el Campo Experimental de San Juan Tetla, la vegetación original de *Pinus montezumae* presentaba poca o ninguna regeneración, con invasión de *Abies religiosa* y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, como consecuencia de la eliminación de incendios y pastoreos en el campo referido.

Los mismos autores indican que en 1945, Le Sueur observó que las asociaciones de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga* en algunas partes de Chihuahua habían sido reemplazadas por *Quercus*, *Juniperus* y *Alnus* bajo la influencia del fuego, pastoreo y extracción de madera.

Rzedowski y colaboradores, *op. cit.*, exponen que en 1957, Gentry consideró bosques climax mantenidos por el fuego a varios con *Pinus cembroides* y que en 1972, Ern sostiene la tesis de que los bosques con *Pinus leiophylla*, *P. montezumae* y *P. teocote* en la región de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, son asociaciones mantenidas por el fuego.

Análogamente, Rzedowski<sup>186</sup> expresa la posibilidad de que algunos pinares del valle de México sean asociaciones mantenidas por incendios y reconoce a este elemento como factor ecológico en la existencia, dinámica y aprovechamiento de zacatonales con especies como *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca amplissima* y *Muhlenbergia macroura*.

Otro autor que reporta el favorecimiento de la regeneración en pinares por incendios es

<sup>185</sup> Vela, G. L. 1980. Contribución a la ecología de *Pinus patula*.

<sup>186</sup> Rzedowski, J. 1981. Principales comunidades vegetales.

Madrigal<sup>187</sup>, quien explica el establecimiento de masas coetáneas más o menos puras de pino en los volcanes de Fuego y Nevado de Colima, a raíz de una gran incidencia de quemas entre 1925 y 1930.

Por otro lado, Rzedowski *op. cit.*, señala que autores como Loock en 1950, Miranda en 1952 y Rezedowski y McVaugh en 1966, consideran al fuego como francamente perjudicial para el desarrollo y permanencia de muchos pinares, pues de no destruirlos, impide su regeneración; coinciden en que su (mal) empleo desempeña un importante papel en la reducción de áreas forestales.

Cedeño<sup>188</sup> y Nieto<sup>189</sup>, consideran que los incendios y el pastoreo afectan seriamente la regeneración de los bosques en la serranía del Ajusco.

En relación al impacto en el suelo de este tipo de bosques, Aguirre y Rey<sup>190</sup> reportan las siguientes cifras de pérdida de suelo y escorrentía como consecuencia de quemas superficiales en Zoquiapan, México:

ASOCIACIÓN	QUEMA		TESTIGO	
	Pérdida de suelo (kg/ha)	Escorrentía (m /ha)	Pérdida de suelo (kg/ha)	Escorrentía (m /ha)
Pastizal-Aile-Pino	263.1	141.2	0	77.0
Zacatonal amacollado	1 606.6	233.4	678	176.1
Aile-Pino-Pastizal	420.0	159.9	0	88.9
Pino-Pastizal	564.7	204.0	140	68.5

<sup>187</sup> Madrigal, S. X. 1970. Caracterización fito-ecológica preliminar de los volcanes de Fuego y Nevado de Colima, México.

<sup>188</sup> Cedeño, O. 1989. ¿Están los bosques de la serranía del Ajusco en peligro de extinción?

<sup>189</sup> Nieto, de P, C. 1989. El potencial de recuperación forestal de la sierra del sur del Distrito Federal.

<sup>190</sup> Aguirre, B. C. y Rey, C. J. A. 1980. Escorrentía y pérdida de suelo en asociaciones vegetales sujetas a quemas controladas.

Asimismo, Aguirre<sup>191</sup> escribe sobre el efecto del fuego en las propiedades físicas de suelos forestales.

En relación a los encinares, Rzedowski *op. cit.*, menciona que cuando están mezclados con pinares, diversos autores, incluido él, los consideran un solo tipo de vegetación.

En el sentido anterior, cabría esperar similar adaptación al fuego por *Quercus*, aunque evidentemente por medio de otros mecanismos, distintos a los de *Pinus*. Sin embargo, queda mucho por estudiar, ya que algunas evidencias, como su capacidad de emitir brotes de cepa luego de ser defoliados y dañados por incendios superficiales, indican adaptación al fuego, pero según señala Rodríguez A.<sup>192</sup> una vez cortados los encinos al aplicar fuego a los tocones, dicha capacidad se ve menguada.

Aunque las dos observaciones anteriores varían principalmente en función de la especie de encino de que se trate; en el segundo caso la capacidad menguada se debe a la mayor temperatura que se genera, misma que a su vez afecta a las yemas del tocón, debido a la acumulación de combustibles por la corta realizada, que confiere a la quema un mayor poder calorífico que el que alcanzaría con la quema de los estratos inferiores y medios del bosque.

Con seguridad también influye en la muerte de las yemas la falta de aislamiento térmico en la parte superior del tocón.

En 1974, Puig *cit. pos.* Rzedowski *op. cit.*, menciona que en algunos sectores del sureste de San Luis Potosí, el bosque de *Quercus oleoides* se ha expandido a expensas de otras comunidades vegetales por efecto de incendios periódicos.

Cabe recordar que el enraizamiento profundo que caracteriza a muchas especies de encino puede considerarse un carácter adaptativo a incendios, pues al no dañarse la raíz, ésta provee de reservas alimenticias a las yemas para la emisión de los brotes.

Rzedowski *op. cit.*, comenta que en los encinares, como en otros tipos de vegetación, el fuego provoca cambios en la composición y estructura de las comunidades, en función de su periodicidad y de su fuerza, lo que implica que en muchos encinares mueren todos los individuos por no resistir las llamas o porque no se reproducen los árboles dominantes.

Los encinos que forman matorral como *Quercus frutex* y *Q. microphylla* son reconocidos como adaptados al fuego en razón de la vigorosa propagación vegetativa, a partir de densas redes de rizomas, que se presentan posteriormente al incendio, como lo reportó en 1978 y 1981 Rzedowski *op. cit.*

<sup>191</sup> Aguirre, B. C. 1981. Efectos del fuego en algunas propiedades físicas de suelos forestales.

<sup>192</sup> Rodríguez, T. D. A. 1988<sup>b</sup>. Efecto del fuego en los ecosistemas forestales.

Sobre el bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas, Arriaga<sup>193</sup> refiere evidencias de incendios en éste, aparentemente sin ser frecuentes.

Encontró alrededor del 1% del material (ramas caídas y árboles muertos) quemado. En esta comunidad dominan especies como *Quercus sartorii*, *Q. germana*, *Clethra pringlei*, *Cercis canadensis* y *Liquidambar styraciflua*.

Rzedowski *op. cit.*, apunta que matorrales perennifolios de las sierras de Juárez y de San Pedro Mártir en Baja California, con especies como *Adenostoma fasciculata*, *Arctostaphylos* spp., *Ceanothus* spp., *Quercus* sp. y *Yucca whipplei*, son favorecidos por los incendios, pues muchos de sus componentes tienen la capacidad de regenerarse a partir de sus sistemas radiculares (*sic.*).

El mismo autor reporta que en el centro de México *Nolina parviflora* parece ser favorecida por el fuego.

Chandler y coautores, *op. cit.*, señalan que el bosque ecuatorial nunca se quema. Nosotros creemos que a pesar de ser muy baja, no debe excluirse la probabilidad de incendios por rayo en seco, máxime si algún huracán incrementó la carga de combustibles muertos. De cualquier modo la periodicidad sería sumamente escasa.

Rzedowski *op. cit.*, señala que el sistema tumba-roza y quema afecta enormes extensiones de terreno, en el que desaparece el bosque clímax original y es sustituido por un mosaico de comunidades secundarias, de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo, denominadas "acahuales".

Hernández X<sup>194</sup> cita a dicho sistema como muy criticado y poco estudiado, a pesar de que se trata del único disponible para el aprovechamiento agrícola de extensas áreas en la cuenca del Papaloapan y apunta que permite el mantenimiento de numerosas especies de la vegetación original, por la costumbre de dejar tocones que permiten la rápida recuperación de especies arbóreas.

Los suelos de estos ecosistemas han sido estudiados por autores como Perry<sup>195</sup>, que se abocó a las propiedades químicas en un suelo de Campeche después de una quema.

Reyes<sup>196</sup> (*cf.*: Revista Ciencia Forestal N° 26) reporta mejora en las propiedades físicas superficiales y una disminución no significativa de materia orgánica y nitrógeno total

<sup>193</sup> Arriaga, L. 1987. Perturbaciones naturales por caída de árboles.

<sup>194</sup> Hernández, X, E. 1985. La vegetación de la cuenca del río Papaloapan.

<sup>195</sup> Perry, Jr. *et al.* 1957. Efecto de la quema del monte sobre las propiedades químicas de un suelo de Campeche.

<sup>196</sup> Reyes, C, R. 1980 Efectos del fuego sobre algunas características de un suelo yaax-hom y la vegetación en Quintana Roo.

en suelos yaax-hom (vertisoles gleycos o luvisoles gleycos) después de un desmonte con fuego en Quintana Roo.

Mass, Jordán y Sarukhán<sup>197</sup> determinaron la erosión y pérdida de nutrientes en suelos bajo pasto Guinea (*Panicum maximum*) y pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*); al estudiar agroecosistemas donde el fuego es usado en Chamela, Jalisco.

Pineda<sup>198</sup> explica que las selvas bajas caducifolias con componentes como el copal (*Bursera excelsa*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y amates (*Lysiloma microphylla* y *Ficus* spp.), tienen como enemigo principal a la presencia de incendios, debido a que facilitan la presencia de plagas que dañan a esta comunidad y que a la larga la transforman en matorrales secundarios carentes de importancia económica, señala que el pastizal ha sido sometido a incendios que han condicionado la presencia de pastos duros, resistentes al fuego e inservibles para fines ganaderos.

Gliessman<sup>199</sup> escribe sobre aspectos ecológicos de prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco.

En la sabana, gramíneas ásperas y amacolladas como *Andropogon*, *Paspalum*, *Trichachne* e *Imperata* son resistentes a quemas periódicas, según lo señalan Miranda y Hernández X., *op. cit.*

Rzedowski *op. cit.* menciona que al parecer la presencia de muchas sabanas se debe al efecto combinado de suelo y fuego y, en algunos casos, al efecto de este último únicamente. Se refiere a Miranda (*op. cit.*) para señalar que la sabana constituye la fase final de una hidrosere y admitir la posibilidad de expansión de ésta, favorecida por incendios, a expensas de otros tipos de vegetación; cita a Sarukhán en un trabajo de 1968 para anotar que la mayoría de las sabanas mexicanas tienen un origen secundario y que a partir de focos de vegetación primaria de sabana, ésta se ha extendido debido a los cambios profundos, a menudo irreversibles, que ha sufrido el suelo como consecuencia de los desmontes.

En cuanto a palmares, Rzedowski *op. cit.*, alude que especies como la palmera zoyate (*Brahea dulcis*) son favorecidas por el fuego; lo mismo sucede con *Sabal mexicana* desde Tamaulipas a Chiapas, y *Sabal yucatanica* en Pichucalco, al norte de Chiapas (Pérez y Sarukhán, *op. cit.*). Lo mismo concluye para *Sabal pumos*, encontrada en el centro de Michoacán, el palmar de *Brahea dulcis* en la cuenca del Balsas y los palmares de *Scheelea liebmanni* de la planicie costera del Golfo.

<sup>197</sup> Maas, J. M. *et al.* 1988. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques.

<sup>198</sup> Pineda, R. A. 1978. La vegetación forestal en el estado de Guanajuato.

<sup>199</sup> Gliessman, W. 1979. Algunos aspectos ecológicos de las prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco, México.

Miranda y Hernández X. *op. cit.*, comentan que bajo condiciones de intensa perturbación humana y fuerte pastoreo, se establecen pastizales inducidos en áreas ocupadas con anterioridad por asociaciones menos xerofíticas.

Ésta es la interpretación dada a los pastizales de *Buchloe dactyloides* en Guanajuato y San Luis Potosí, a los de *Hilaria cenchroides* y *Trichachne californica* en la parte húmeda de las llanuras costeras; los de *Paspalum conjugatum* y *P. nutatum* en la franja húmeda de unos 800 a 1 500 m s n m y los de *Axonopus compressus*.

En otro trabajo realizado en 1975, Pérez estudió el efecto del fuego en un pastizal de navajita, en Chihuahua.

A su vez, Rodríguez *op. cit.*, escribe sobre el efecto de los incendios en diversos tipos de vegetación, en el agua, aire, suelo, fauna y sobre manejo del fuego.

Debe considerarse la existencia de estudios hechos en el extranjero, sobre todo aquéllos que traten de comunidades vegetales que se prolongan o que existen también dentro del territorio nacional. En muchos casos, las condiciones no son exactamente iguales, pero tal información arroja mucha luz para el conocimiento de la relación de tales comunidades con el fuego en México.

Por ejemplo, Brown y Davis *op. cit.*, explican que por su cono serotino y rápido crecimiento juvenil, las masas de *Pinus contorta* son resistentes a incendios.

Wright y Bailey<sup>200</sup> en muy amplia revisión sobre la ecología del fuego en comunidades vegetales norteamericanas, denotan a los bosques de *Pinus ponderosa* como resistentes a incendios, al igual que el matorral xerófilo del sur de Estados Unidos (y norte de México, por ende).

También exponen una abundante revisión de estudios hechos a diversas especies faunísticas de su país, muchas de ellas presentes en el nuestro. Así también, aluden a Gashwiler quien en 1970 reportó que luego de una matarrasa y quema en Washington, el ratón (*Peromyscus maniculatus*), incrementó ocho veces su población.

Wright y Bailey *op. cit.*, mencionan a diversos autores que refieren muchas aves favorecidas por comunidades vegetales abiertas, a su vez creadas por incendios o talas, como el halcón (*Falco sparverius*), el gavilán de cola roja (*Buteo jamaicensis*), el correcaminos (*Geococcyx californianus*), la primavera (*Turdus migratorius*) y la golondrina (*Tachycineta thalassina*).

---

<sup>200</sup> Wright, H. A. and Bailey, A. W. 1982. Fire ecology.

La primavera parece estar muy adaptada a lugares sujetos a quemas, como lo demuestran abundantes referencias. Una de ellas es la hecha en 1971 por Michael y Thornburgh *cit. pos.* Wright y Bailey, *op. cit.*, quienes encontraron en Texas que la especie incrementa drásticamente su población luego de quemas en su hábitat.

Stoddard en 1963 (*cit. pos.* Wright y Bailey, *op. cit.*), menciona que la codorníz (*Colinus virginianus*), ha sido extensivamente estudiada como un “ave de fuego” en el sureste de Estados Unidos; Wright y Bailey escriben que según Harshbager y Simpson, el balance entre manchones con vegetación y áreas quemadas les provee un hábitat apropiado para contar con frutos en el verano e insectos, así como para anidamiento.

En 1969 Komarek *cit. pos.* Chandler *op. cit.*, reportó que herbívoros como la liebre (*Lepus americanus*), la rata (*Sigmodon hispidus*), y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), llegan a comer ceniza o madera chamuscada en ocasiones, probablemente como fuente de minerales.

Edwards en 1954, *cit. pos.* Wright y Bailey *op. cit.*, encontró un incremento en la población de pumas *Felis concolor* y coyotes *Canis latrans*, después de un incendio en un bosque de *Thuja plicata* y *Tsuga heterophylla*, pues como son depredadores de grandes animales que aumentan su población luego de fuertes incendios, su crecimiento poblacional puede anticiparse.

Issac en 1963, *cit. pos.* Wright y Bailey *op. cit.* apunta que algunas enfermedades en venados pueden abatirse frecuentemente debido a los incendios, por la eliminación de parásitos en la vegetación.

Habrá que considerar que muchas especies se ven perjudicadas por los incendios y que una misma especie puede ser favorecida por éstos en un hábitat, pero perjudicada por los mismos en otro.

Steuter y Wright en 1980, *cit. pos.* Wright y Bailey *op. cit.*, encontraron que los incendios en pastizales y comunidades arbustivas texanas pueden reducir la población de venados a la mitad.

## CONCLUSIONES.

Mucha gente, tanto del área operativa como de la investigación, entre los que se incluyen combatientes, científicos, técnicos y administradores, se dedican con esmero a diversas facetas de los incendios en México.

Pero la escasez de recursos económicos que priva en el país, entre otros factores, se refleja en la imposibilidad de registrar todos los siniestros que se presentan y en la dificultad de evaluar el impacto económico que sus daños implican.

De paso, los ya insuficientes medios que se destinan a la prevención, presupresión y supresión, bastan mucho menos para pensar en un manejo del fuego en forma, con ambiciosos programas de quemas prescritas a mediano y largo plazo, al menos en las áreas de mayor incidencia. Tampoco se ha precisado el nivel óptimo de recursos materiales y humanos a utilizar en las labores operativas.

A nuestro juicio, los profesionales mexicanos relacionados con los incendios cuentan con suficientes elementos para elaborar planes de manejo del fuego; se conocen con una buena aproximación el impacto económico, social y ecológico de estas conflagraciones, pero hace falta involucrar y concientizar a gran escala a la opinión pública, así como establecer una mejor comunicación entre los investigadores y el área operativa, para aproximarse lo más posible (ante las limitantes financieras de momento insorteables), al manejo del fuego.

El manejo del fuego se debe entender según la definición de Chandler *op. cit.*, como todas las actividades requeridas para proporcionar protección a valores forestales que pueden incendiarse y el uso del fuego para alcanzar metas y objetivos dentro del manejo de la tierra.

Se hace necesaria la organización de un simposio nacional sobre incendios forestales, donde se viertan las aportaciones recientes sobre aspectos operativos, económicos, sociales y ecológicos de los siniestros.

A dicho evento podría invitarse a entidades como la S A R H, el I N I F A P, PROBOSQUE, COCODER, las Universidades de Conservación y Desarrollo Forestal, A N C F, A M P F, el Colegio de Postgraduados, U A C H, U A A N, la Universidad Autónoma de Chihuahua, el Instituto de Ecología, el Instituto de Biología, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, U N A M y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Acosta, J. V. 1985 Hombres, dioses y soles. Ed Quinto Sol. México, D F.

Aguilar, P. F. 1984. La veza de invierno como alternativa para actividades ganaderas en las regiones forestales (sustituto de pastos). En: Memoria I Curso Nacional de Prevención, Combate y Control de Incendios Forestales. S A R H. México D F.

- Aguilera, C. 1985. Flora y fauna mexicana. Mitología y tradiciones. Ed Everest Mexicana. México, D F.
- Aguirre, B, C. 1978. Efecto del fuego en algunas características y propiedades de suelos forestales. Tesis Profesional. E N A. Chapingo, México.
- Aguirre, B, C. 1979. La situación histórica-ecológica del fuego, su estado actual y las perspectivas de utilización en el manejo de ecosistemas forestales. Conferencia. Departamento de Bosques. U A C H. Chapingo, México.
- Aguirre, B, C. 1981. Efectos del fuego en algunas propiedades físicas de suelos forestales. Publicación especial. Nº 5. D E I S B. U A C H. Chapingo., México.
- Aguirre, B, C. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico. Nº 93. México.
- Aguirre, B, C. y Rey, C, J. A. 1980. Escorrentía y pérdida de suelo en asociaciones vegetales sujetas a quemas controladas. U A C H. Revista Chapingo Nº 23-24. México.
- Alvarado, C, E. 1986. Comportamiento del fuego en rodales poco perturbados de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis M C. Colegio de Postgraduados. México.
- Allen, C. 1986. Las huellas de cometas y meteoritos pasados. CONACYT- UNAM. Revista Ciencia y Desarrollo. Nº Especial Febrero, México.
- A M P F. 1962. 1963. Plan para combatir los incendios forestales en México. Revista México y sus Bosques Nº 4 y 5. México.
- Andrews, P. C. 1986. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system. Burn subsystem. Int. Res.Stat. U S D A. F S. Ogden, U T. U S A.
- Andrews, P. C. and Chase, C. H. 1986. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system. Burn subsystem. Part 2. Int. Res. Stat. U S D A. F S. Ogden, UT. U S A.
- Arana, S, A. 1942. Los desastres causados por las quemas de limpia para transformar terrenos boscosos en terrenos de cultivo agrícola. Memoria I Convención Nacional Forestal. S A G-D G F C. México.
- Arteaga, M, A. 1986. Determinación del rendimiento de cuatro herramientas manuales en la apertura de brechas cortafuegos. Tesis Profesional. D C F. U A C H. Chapingo, México.

- Arredondo, M. B. 1987. ¿Qué es el hombre? Ed Porrúa. México.
- Arriaga, L. 1987. Perturbaciones naturales por caída de árboles. En: El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. I de Ecol. Puig, H. y Bracho R. eds. México.
- Ayala, A. A. S. F. México antes de los aztecas. Contenova. México.
- Barney, R. J. *et al.* 1984. Fire management. In: Forestry handbook. 2nd. ed. John Wiley and Sons. New York, U S A.
- Baver, G. P; Myles, D. V; Gallegos, S. and White, J. F. 1989. Hurricane Gilbert impact on the forest of Quintana Roo, Mexico. For. Com. of North America.
- Beltrán, E. 1956. Problemas forestales de México. Mesas redondas sobre problemas forestales de México. I M E R N A R. México.
- Beltrán, E. 1960. Incendios forestales. México.
- Benítez, B, G. 1987. Efectos del fuego en la vegetación herbácea de un bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. de la sierra del Ajusco En: Aportes a la ecología urbana de la ciudad de México. Rapoport, E. H. y López, M, I. eds. Ed. Limusa. México.
- Bernal, I. 1984. Tenochtitlán en una isla. En: Lectura mexicana N° 64. Ed. F C E. México.
- Blanco, V, R. 1988. Determinación de la época de quema para el control de arbustivas y mejora de una pasta de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Marín, Nuevo León. Tesis Profesional. F Agronomía U A N L.
- Bonilla, B, R. 1989. Protección forestal. Congreso Forestal Mexicano. Tomo II PROTINBOS-S A R H-A N C F-C I A M. Toluca, México.
- Borja, L, G. y Zerecero, G. 1975. Los incendios forestales destruyen anualmente enormes áreas de nuestros recursos. Revista Más 11(18). México.
- Brown, J. K. 1971. A planar intersect method for sampling fuel volume & surface area. For Sci. N° 17.. U S A.
- Brown, J. K. 1974 Handbook for inventorying downed woody material. Gen. Tech. Rep. Int 16. Int.For.& Range Exp. Stat. U S D A, F S. Ogden, UT. U S A.
- Brown, A. A. and Davis, K. P. 1973. Forest fire. Control and use. 2nd. ed. Ed McGraw-Hill. N Y, U S A.

- Burgan, R. E. and Rothermel, R. C. 1986. Fire behavior prediction an fuel modeling system. Fuel subsystem. Int Res Stat. U S D A. F S. Ogden, U T. U S A.
- Caballero, D. M. 1968. Los principales enemigos del bosque en los estados de Baja California, Chihuahua, Nayarit y Sonora. Bosque de clima templado y frío. D G I N F. S A G. Publicación Especial. N° 5. México.
- Caballero, D. M. 1970. La frecuencia de los daños del bosque (áreas de coníferas) en Zacatecas, Sinaloa y Jalisco. D G I N F. S A G. Publicación Especial. N° 14. México.
- Cantarell, A. 1987. Cuando bramó la tierra. CONACYT. Revista. Información Científica y Tecnológica. 9(125). México.
- Cardeña, R. J. y Mathus, M. J. G. 1984. Incendios forestales y otras acciones de protección. I Simposio Nacional sobre Investigación Forestal. U A C H. I N I F.-S F F. México.
- Cardeña, R. J. 1987. Informe de la delegación mexicana. XXI. Reunión del grupo de estudios sobre manejo de incendios forestales. C O F A N. Ontario, Canadá.
- Cardeña, R. J. 1989. Perspectiva global: Las cuestiones físicas y biológicas y consecuencias ecológicas de los incendios forestales en la toma de decisiones. Meeting Global. Wildland fire challenges. The people, the land, the resources. Boston, MA. U S A.
- Carvajal, Ch. F. 1966. Posibles mejoras en la prevención y combate de incendios forestales en los bosques de México de la región templada. Tesis Profesional. D Bosques. E N A. Chapingo, México.
- Carrillo, F. 1986. Influencia de tratamientos al suelo y edad de la planta en la regeneración artificial de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis M C. C Postgraduados, México.
- Carrillo, F. y Musálem, M. A. 1986. Influencia de tratamientos al suelo y edad de la planta en la regeneración artificial de *Pinus montezumae* Lamb. Revista Dasonomía Mexicana. 7(4). A N C F. México.
- Cedeño, O. 1985. ¿Qué es una campaña de incendios forestales? Memoria IX Congreso Mundial Forestal. México.
- Cedeño, O. 1989. Quemas controladas: Posible solución a la reforestación natural en los bosques del Ajusco. En: Memoria Congreso Mexicano Forestal, Tomo II PROTINBOS-S A R H-A N C F-C I A M. Toluca, México.

- Cedeño, O. 1989. ¿Están los bosques de la serranía del Ajusco en peligro de extinción?. Revista Dasonomía Mexicana, 7(12). A N C F. México.
- Cervantes, R, M. 1942. Incendios forestales. Memoria I Convención Nacional Forestal. S A F-D G C F. México.
- Comisión Forestal del estado de Chihuahua. 1970. Instructivo gráfico explicativo para prevención y combate de incendios. Boletín de Divulgación. S R F F. Chihuahua.
- Comité de Asesoría Técnica Forestal. 1958. La situación forestal de México es grave. Cámara Nacional de la Industria del Papel. México.
- Coria, Q, J. L; Sánchez, C, J. y Quiñones, Ch, A. 1989. Efectos en la vegetación y el suelo ocasionados por el fuego prescrito. En: Memoria Congreso Mexicano Forestal. PROTINBOS-S A R H-A N C F-C I A M. Toluca, México.
- Cuenca, D, H. 1967. La creación de brigadas contra incendios. Memoria III Convención Nacional Forestal. México.
- Chandler, C; Cheney, P; Thomas, P; Traubad, L, and Williams, D. 1983. Fire in forestry. Vol I. Forest fire behavior and effects. Ed John Wiley and Sons. New York, U S A.
- Departamento de Prevención y Combate de Incendios. S. F. Seis años de actividades forestales y de la fauna. 1959-1964. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. México.
- Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1936. Informes mensuales del Departamento. Oficina de Incendios. Boletín del D F C P. N° 4. Mayo-agosto. D A P P. México.
- Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1937. Informes mensuales del Departamento. Oficina de Incendios. Boletín del D F C P, N° 7. Abril-agosto. D A P P. México.
- Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1937. Informes mensuales del Departamento. Oficina de Incendios. Boletín del D F C P, N° 9. Diciembre 1937-febrero 1938. D A P P. México.
- Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1938. Informes mensuales del Departamento. Oficina de Incendios. Boletín del D F C P, N° 12. Septiembre-noviembre. D A P P. México.
- Dieterich, J. H. 1975. Cronología de los incendios forestales en la sierra de los Ajos, Sonora, México. Revista Dasonomía Mexicana. 3(50). A N C F. México.

- Esquinca, R. O. 1950. El problema forestal de México en relación con el derecho agrario. Tesis Profesional. Licenciatura Derecho. U N A M. México.
- Fabila, G. 1923. Organización del servicio de protección forestal y especial contra incendios en los E U A. Revista México Forestal I N° 9 y 10. S M F. México.
- Farfán, V. E. y Sánchez, V. A. 1988. Estudio de dos árboles de alto valor dendroenergético y forrajero del suroeste de Puebla. Revista Chapingo. XIII. N° 60 y 61. D C F. U A C H. Chapingo, México.
- Gaitán, M. G. 1942<sup>a</sup>. Control de incendios en la República Mexicana. Memoria I Convención Nacional Forestal S A F-D G F C. México.
- Gaitán, M. G. 1928. Los incendios de bosques. Revista México Forestal. VI N° 11. S M F. México.
- Gaitán, M. G. 1942<sup>b</sup>. Destino a reforestación de productos provenientes de incendios. Memoria I Convención Nacional Forestal. S A F-D G F C. México.
- Galeote, R. G. 1987. Evaluación del uso de equipo aéreo en el combate de incendios forestales. Seminario de titulación. D C F. U A C H. Chapingo, México.
- Galeote, R. G. y Martínez, D. R. 1987. Método práctico para estimar el valor de los daños causados por incendios forestales. S A R H. México.
- Galeote, R. G. y Martínez, D. R. 1988. El cultivo de la planta forrajera "Veza de invierno" (*Vicia villosa*), una alternativa para la ocurrencia de incendios forestales en México. Forest Fire News. Can For Serv For Serv and North American For Comm. U S A.
- Gamaliel, H. M. 1967. Prevención y combate de incendios. Memoria III Convención Nacional Forestal. México.
- García, V. E. 1983. Chihuahua y los incendios forestales. Nota Técnica N° 4. CIFONOR. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Chihuahua.
- García, V. E. 1985. Chihuahua y los incendios forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol 10. N° 54. México.
- García, L. E. F. 1985. Efecto del fuego en la regeneración natural de *Pinus hartwegii* en Zoquiapan, México. D C F. U A C H. Chapingo, México.

- Garduño, G. R. 1964. Prevención y combate de incendios forestales. Revista Bosques. S F F. México.
- Garduño, G. R. 1966. Causas de la destrucción forestal en México. Revista Bosques, III. N° 5. S F F. México.
- Garduño, G. R. 1967. Protección forestal. Memoria III Convención Nacional Forestal. México.
- Garduño, G. R. y Sierra, P. A. 1960. Causas de la destrucción forestal en México. Memoria V Congreso Mundial Forestal. Seattle, Washington. U S A.
- Garrido, L. I. y Galeote, R. G. 1990. Propuesta metodológica para obtener un sistema de predicción de peligro de incendios forestales para la República Mexicana. S A R H. México. (Inédito).
- Gliessman, W. 1979. Algunos aspectos ecológicos de las prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco, México. En: Aplicaciones para la producción. Colegio Superior para la Agricultura Tropical. S A G.
- Gómez, M. F. 1990. El cultivo de la veza de invierno, una alternativa para prevenir incendios forestales. S A R H. México.
- Gómez, M. F. 1990. La veza de invierno y los incendios forestales. S A R H. (Inédito).
- Gómez-Santamaría, F. 1990. Producción de biomasa en tres especies de rápido crecimiento ( *Acacia retinoides*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Casuarina equisetifolia* ). (Título provisional). Tesis Profesional (en elaboración). D C E F. U A C H. Chapingo, México.
- González-Cabán, A. and Sandlberg, D. 1989. Fire management and research needs in Mexico. Journal of Forestry, 87(8). (Reprinted).
- González, C. A; Mcndieta, M. P. y Olivar, M. de. 1978. Guía de organización aplicada al Departamento de Prevención y Combate de Incendios Forestales. Tesis Profesional. Universidad Tecnológica de México. México.
- Gutiérrez, P. A. 1970. Texto guía forestal. Departamento de Difusión Forestal y de la Fauna. México.
- Gutiérrez, P. A. 1975. Evaluación de los incendios forestales. Revista Bosques y Fauna. XII N° 5. México.

- Gutiérrez, P, A. 1980. Los incendios forestales y la veza de invierno. Revista Bosques y Fauna. 3(1) S F F. México.
- Gutiérrez, P, A. 1983. Evaluación de las pérdidas por incendios forestales en los bosques del Ajusco.
- Gutiérrez, P, A. 1989. Conservacionismo y desarrollo del recurso forestal. En: Texto guía forestal. Ed. Trillas. México.
- Hernández, O, R. 1989. Síntesis de los factores sociales, políticos y económicos en la toma de decisiones en norteamérica (Canadá, E U A, México). In: Meeting Global. Wildland fire challenge. The people, the land, the resources. Boston, M S. U S A.
- Hernández, X, E. 1985. La vegetación en la cuenca del río Papaloapan. En: Hernández, X, E. Xolocotzia. Tomo I. Revista Geog. Agric., U A C H. Chapingo, México. (Reproducido de: Beltrán E. Y Tamayo, L. J. ed. Los recursos naturales de la cuenca del río Papaloapan Vol. II. I M E R N A R. México).
- Hernández, X, E; Peña, A, L. de la; Villa-Salas, A. B; Olmsted, I; Colmenero, L. C. del; Durán, R. y Palma, J. 1989. Programa de regeneración y protección ecológica de Quintana Roo.
- Herrera, B, S. 1958. Incendios forestales en Michoacán. En: Comisión Forestal del Estado. Monografía forestal del estado de Michoacán. Michoacán.
- Hidalgo, J. R. 1942. Control de incendios. En: Memoria I Convención Nacional Forestal. S A F-D G F C. México.
- Howell, F. S. 1979. El hombre prehistórico. Colección de la naturaleza. TIME-LIFE. México.
- Hoyle, F. 1985. Iniciación a la astronomía. CONACYT Ed. Castell. México.
- Ibarra, M, A. 1942. Control de incendios. En: Memoria I Convención Nacional Forestal. S A F-D G F C. México.
- I N E G I. 1989. Informe técnico sobre afectación por incendios en el norte del estado de Quintana Roo. I N E G I. México.
- Jurado, D, F. 1967. Prevención de incendios forestales. Memoria de la VII Convención Forestal del Sureste. Jalapa, Veracruz.

- Landa, D. de Fray. 1939. Relación de las cosas de Yucatán. Ed. Pedro Robredo. México.
- Lenz y Tirado. 1987. La lucha contra la contaminación. Fábrica de papel Loreto y Peña Pobre. México.
- Little, E. L. Jr. 1962. Variación y evolución en los pinos mexicanos. En: Seminario y viaje de estudios de coníferas latinoamericanas. Publicación. Especial N° 1. I N I F - F A O. México.
- López, C, A. 1955. Control y combate de incendios forestales. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. E N A. Chapingo, México.
- López, R, C. y Gómez, M, F. 1989<sup>a</sup>. El impacto de los incendios forestales sobre las áreas piñoneras más importantes de México. Resúmenes III Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. U A A A N-I N I F A P, Coahuila.
- López, R, C. y Gómez, M, F. 1989<sup>b</sup>. Breve diagnóstico de la situación que guardan los incendios en las áreas piñoneras más importantes del país. (Inédito).
- López, R, C. y Magaña, T, O. S. 1990<sup>a</sup>. Evaluación y validación de tres retardantes para el combate de incendios forestales (en ataque directo). Resumen 10 Años de Investigación Forestal en la Región Central. S A R H-I N I F A P. C I F A P-MEX. PROBOSQUE. Toluca, México.
- López, R, C. y Magaña, T, O. S. 1990<sup>b</sup>. Evaluación y validación del sistema de bombeo expansivo del agua (WEPS) para el control y combate de incendios forestales. Resumen 10 años de investigación forestal en la región central. S A R-I N I F A P. C I F A P MEX-PROBOSQUE. Toluca, México.
- López-Portillo, J; Keyes, M; González, A; Cabrera, E. F. y Sánchez, O. 1990. Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico? CONACYT. Revista Ciencia y Desarrollo. XVI N° 91, México.
- Maas, J. M; Jordán, C. F. and Sarukhán, K, J. 1988. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques. Journal of Applied Ecology. N° 25.
- Madrigal, S, X. 1967. Algunos aspectos ecológicos de los bosques de coníferas mexicanas. A M P F. Revista México y sus Bosques. N° 16. México.
- Madrigal, S, X. 1970. Caracterización fito-ecológica preliminar de los volcanes de Fuego y Nevado de Colima (México). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Bol Div. N° 31. México.

- Magaña, T. O. S. 1983. Determinación de un índice de peligro de incendios forestales para el municipio de Tlahuapan, Puebla. Tesis Profesional. D C F. U A C H. Chapingo, México.
- Magaña, T. O. S. 1984. Utilización de retardantes en el control de incendios forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. México.
- Magaña, T. O. S. 1985. Índices de peligro de incendios forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divisional. N° 70. México.
- Marín, Ch, J. 1984. Los incendios forestales en el estado de México. Tesis Profesional. D C G. U A C H. Chapingo, México.
- Marín, Ch, J. y Borja, L, G. 1984. Los incendios forestales en el estado de México. U A C H. Revista Chapingo. IX N° 43-44. México.
- Martínez, D, R. 1990. Fundamentos para la formulación de programas de protección contra incendios en bosques de clima templado-frío. Seminario de Titulación. D C G. U A C H. Chapingo, México. (En prensa).
- Martínez, M, J. E. 1983. El fuego como herramienta silvícola en el manejo de los pastizales. Tesis Profesional. F Agronomía. U A N L.
- Martínez, R, S. 1990. ¿Cómo realizar una quema en el predio "El venturoso" municipio de Valle de Bravo, México? S A R H. (Inédito).
- Méndez, G, J. y Almaráz, M, G. 1989. Quemas controladas. PROTINBOS-Gobierno estado de México. Revista Nueva Imagen. 1(3). Toluca, México.
- Mejía, F, L. 1984. Vinculación del estado, empresas y población en las tareas de protección forestal. Memoria I Curso Nacional de Combate de Incendios Forestales. S A R H. México.
- Miranda, F. y Hernández, X, E. 1985. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. En: Hernández, X, E. Xolocotzia. Tomo I Revista Geog Agríc. U A C H. Chapingo, México. (Reproducido de: Bol Soc Bot de Méx N° 28. 1963).
- Moncayo, R, F. 1981. Relación de algunas cosas de los montes de México. 3er Premio Nacional Forestal. S F F-S A R H-S A M. México.
- Moral, C. del. 1976. Algunos aspectos de la historia forestal en México. A M P F. Revista México y sus Bosques. XV N° 5. México.

- Morley, S. G. 1961. La civilización maya. Ed F C E. México.
- Moreno, A, G. 1957. Organización para el combate de incendios forestales. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. E N A. Chapingo, México.
- Nieto, de P, C. 1989. El potencial de recuperación forestal de la sierra del sur del Distrito Federal. A N C F. Revista Dansonómia Mexicana. 7(12) México.
- Olvera, R, J. R. 1959. Condiciones actuales de los bosques afectados por el ciclón Janet e incendios forestales en la parte sur del territorio de Quintana Roo. Tesis Profesional, Departamento de Bosques. E N A. Chapingo, México.
- Padilla, G, H. y Valencia, M, J. 1990. La coordinación en la prevención y combate de incendios forestales en el estado de Jalisco. Anteproyecto de Tesis Profesional. D C F. U A C H. Chapingo, México.
- Pérez, Ch, R. 1981. Los incendios forestales como vectores de plagas en el bosque. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol 6. N° 29. México.
- Pérez, G. 1980. El clima y los incendios forestales en Quintana Roo: Problemática y perspectiva. C I Q R O-Instituto de Geografía. U N A M. México.
- Pérez, M, J. F. 1987. Los incendios forestales en el estado de Michoacán. Seminario de Titulación. D C F. U A C H. Chapingo, México.
- Perry, Jr. *et al.* 1957. Efecto de la quema de monte sobre las propiedades químicas de un suelo de Campeche. Revista Chapingo. X N° 65. México.
- Pineda, R, A. 1978. La vegetación forestal en el estado de Guanajuato. S A R H. Revista Bosques y Fauna. 1(1). México.
- Prieto, J. 1923. Importantes disposiciones dictadas para la protección de los bosques y pastos forestales contra el fuego en el estado de Chihuahua. S M F. Revista México Forestal. I N° 9-10. México.
- PROFORTARAH. 1975<sup>a</sup>. Introducción al sistema de tierras de propiedad colectiva y las corporaciones para la prevención de incendios. PROFARTARAH. Chihuahua.
- PROFORTARAH. 1975<sup>b</sup>. PROFORTARAH y los incendios forestales. Chihuahua.
- Quevedo, M. A. de. 1928<sup>a</sup>. Los incendios de nuestros bosques y la necesaria atención para prevenirlos. S M F. Revista México Forestal, VI N°11. México.

- Quevedo, M. A. de. 1928<sup>b</sup>. Los incendios de pastos y bosques. S M F. Revista México Forestal VI. N° 3. México.
- Quevedo, M. A. de. 1928<sup>c</sup>. La quema de pastos es la causa principal de incendios en nuestros bosques. S M F. Revista México Forestal. VI. N° 12. México.
- Quiñones, S. A. 1969. Corporaciones de defensa contra incendios. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. E N A. Chapingo, México.
- Reyes, C. R. 1980. Efectos del fuego sobre algunas características de un suelo yaax-hom y la vegetación en Quintana Roo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol 5. N° 26. México.
- Rivero, B. P. 1984. Modelo de los costos y daños mínimos para programas de protección. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol 9. N° 59. México.
- Rodríguez, F. C. 1989. Diagnóstico preliminar de los efectos del huracán Gilberto y el incendio ocurrido en la zona norte de Quintana Roo. Seminario. Programa Forestal. C Postgraduados. México.
- Rodríguez, F. C; Vera, C. G; Carrillo, A. F; Chavelas, P. J; Escoto, P. J. C. y Parraguirre, G. C. 1989. Evaluación de los daños en la zona afectada por el huracán "Gilberto" y el incendio ocurrido el presente año. (Inédito).
- Rodríguez, R. and Swanson, J. 1989. Technical assistance to Mexico Cancun incidents. (Reporte inédito).
- Rodríguez, T. D. A. 1988<sup>b</sup>. Efecto del fuego en los ecosistemas forestales. COCODER. D D F. México.
- Rodríguez, T. D. A. 1988<sup>a</sup>. Generalidades de aptitud física, factores que influyen en el rendimiento y evaluación del esfuerzo físico en combatientes de incendios forestales. COCODER. D D F. México.
- Rodríguez, T. D. A. 1989. Evaluación de los combustibles forestales en las zonas de protección extensiva e intensiva de la COCODER, México, D F. (Próxima publicación en Revista Dasonomía Mexicana).
- Rodríguez, T. D. A. y Mendoza, B. M. A. 1990. Incendios forestales provocados. (Próxima publicación en Revista Agrociencia).

- Rothermel, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. U S D A. U S F S. Research Paper INT-115. Int For and Range Exp Stat. Ogden, U T. U S A.
- Rzedowski, J; Vela, G, L. y Madrigal, S, M. X. 1977. Algunas consideraciones acerca de los bosques de coníferas en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol 2. N° 5. México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1981. Principales comunidades vegetales. En: Flora fanerogámica del valle de México. Rzedowski, J. y Rzedowski, G.C. de. eds. Tomo I. Ed C E C S A. México.
- Sánchez, C, J. 1983. Quemas controladas en el estado de Chihuahua. CIFONOR-INIF. Nota Técnica N° 5. Chihuahua.
- Sánchez, C, J. 1989. Los incendios forestales y las prioridades de investigación en México. Memoria Congreso Mexicano Forestal. Gobierno del estado de México S A R H-A N C F-C I A M. Toluca, Méico.
- Sánchez, C, J. y Dieterich, J. H. 1983. Efectos de quemas controladas de *Pinus durangensis* en Madera, Chihuahua. CIFONOR-INIF. Nota Técnica N° 9. Chihuahua.
- Sánchez, C, J. y Zerecero, L, G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. CIFONOR-INIF. Nota Divulgativa N° 9. Chihuahua.
- Santillán, P, J. 1986. Elementos de Dasonomía. D C F. U A C H. Chapingo, México.
- S A R H. 1985. Estrategias para la prevención y combate de incendios forestales. S A R H. México.
- SARH. 1986. ¿Cómo se realiza una quema controlada? S A R H. México.
- S F F. 1966. Los recursos forestales de Michoacán. Revista Bosques. VIII. N° 5. México.
- Sierra, P, A. y Gaitán, M, G. 1959. Incendios forestales. En: Memoria II Convención Nacional Forestal. S R F. México.

- Sierra, P, A. y Rodríguez, T, D. A. 1987. Comando central de despacho. Memoria I Taller de actualización de procedimientos e implantación de estrategias para la campaña de prevención y combate de incendios forestales en la región central del país. COCODER. D D F. (Inédito).
- Sierra, P, A; Vázquez-Soto, J. y Rodríguez, T, D. A. 1991. La autoecología del *Pinus radiata* en la cuenca de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Revista Ciencia Forestal Vol 16. Nº 69. México.
- Sierra, P, A. *et al.* 1987. Evaluación de plantaciones forestales COCODER (1983-1986). COCODER. D D F. México. (Inédito).
- Sierra, P, A. *et al.* 1988. Informes y resultados del proyecto evaluación de combustibles forestales en la zonas de protección extensiva de la COCODER. COCODER. D D F. México. (Inédito).
- Sirén, G. 1977. Otros tratamientos culturales. Preparación del suelo; quemas controladas, podas. Memoria Curso de Silvicultura en montes de coníferas. S F F. D G D F. México.
- Sociedad Mexicana Forestal. 1928. Torres observatorio para descubrir incendios de bosques. S M F. Revista México Forestal. VI Nº 11 México.
- Sociedad Mexicana Forestal. 1929. Los incendios de bosques y quemas de pastos en la actual temporada de secas. S M F. Revista México Forestal. VII Nº 3. México.
- Sociedad Mexicana Forestal. 1974. Déjenlos que se quemén. S M F. Revista Bosques y Fauna. XI Nº 6 México.
- Sorenson, J. C. 1987. A look at fire prevention in Mexico. Fire Management Notes. 48(2).
- Texas Forestry News. 1987. Forest fire protection in Mexico. Tex For News. Nº 65.
- Torres, C, H. 1923. Netzahualcóyotl forestal. S M F. Revista México Forestal. I (2). México.
- Unidad Industrial de Explotación Forestal de Atenquique. 1967. Informe general de actividades. Ciudad Guzmán, Jalisco.
- Vaillant, G. C. 1973. La civilización azteca. Ed F C E. México.

- Van-Wagner, C. E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. Forest Science. N° 14.
- Vázquez-Soto, J. 1988. Los tratamientos silvícolas del Desierto de los Leones. Sus fundamentos. COCODER. D D F. México.
- Vázquez-Soto, J; Rodríguez, T, D. A. y Gómez-Santamaria, F. S. F. Las quemas prescritas en el espacio y en el tiempo. Memoria Congreso Mexicano Forestal. Tomo II: Gobierno estado de México-S A R H-A N C F-C I A M. Toluca, México.
- Vázquez, Y, C. 1982. Deterioro ambiental. C E C S A-C N E B. México.
- Vela, G, L. 1980. Contribución a la ecología de *Pinus patula*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial. N° 19. México.
- Vélez, M. R. 1976. Efectos socioeconómicos y ecológicos de los incendios forestales. Revista Bosques y Fauna. XIII N° 6.
- Vera, M. R. 1903. La Dasonomía. Secretaria de Fomento, México.
- Vera, G, F. 1980. Presentación de la técnica de intersecciones planares en un caso de inventarios de residuos forestales en el Campo Experimental Zoquiapan, México. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. E N A. Chapingo, México.
- Vera, G, F. y Musálem, M. A. 1981. Presentación de la técnica de intersecciones planares en un caso de inventario de residuos forestales en el Campo Experimental Zoquiapan, México. Revista Chapingo. N° 31-32. E N A. Chapingo, México.
- Velázquez, M, A; Musálem, M. A; Keyes, M. R. y Zarate, L.G. 1986. Influencia del tratamiento en el suelo y la condición de apertura del dosel en el establecimiento inicial de la regeneración natural de *Pinus hartwegii* Lindl. Revista Agrociencia. Vol 64.
- Verduzco, G, J. 1959. La investigación forestal en México. Memoria II Convención Nacional Forestal. México.
- Verduzco, G, J. 1967. Causas fundamentales de la deforestación y plan para restaurar terrenos forestales degradados. Memoria III Convención Nacional Forestal. México.
- Verduzco, G, J. 1971. Apuntes de protección forestal. S A G. México.

- Verduzco, G, J. 1974. Combate de incendios forestales. S A G-S F F. México.
- Verduzco, G, J. 1976. Protección forestal. PATENA. U A C H. Chapingo, México.
- Verduzco, G, J. S. F. Octava reunión del grupo de estudio del manejo de incendios forestales COFAN-FAO. Revista Bosques y Fauna. S F F. México.
- Verduzco, G, J. y Medina, G. 1955. Combate de incendios forestales. S R F C. México.
- Verduzco, G, J; Escárpita, H, A. y Díaz, G, V. 1961. Proyectos de trabajo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. INIF. Boletín Divisional. N° 2. México.
- Verduzco, G, J. y Gaitán, M, G. A. 1968. Combate de incendios forestales. S A G. México.
- Verduzco, G, J. y Verduzco, T, M. 1972. Control de incendios forestales. S F F. Revista Bosques. IX N° 3. México.
- Verduzco, G, J; Fuller, B, R; Morandini, R; Favre, Y. y Mahiue, J. 1962. Ecología y Silvicultura. Seminario y viaje de estudio de coníferas latinoamericanas. S A G- F A O. Publicación Especial. N° 1. México.
- Villar, C. S. 1986. Una contribución al conocimiento de los incendios forestales en el estado de Chihuahua. Seminario de Titulación. DCF, UACH. Chapingo, México.
- Villaseñor, A, R. 1980. Desarrollo histórico del subsector forestal. Memoria aspectos económicos y sociales de la actividad forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial. N° 18. México.
- Warren, G. W. and Olsen, P. F. 1964. A line intersect technique for assessing logging waste. Forest Science. N° 10.
- Weeden, P. S. F. Quintana Roo, Mexico: Site of the successful fire suppression course. Wildfire News and Notes. 4(3).
- Wright, H. A. and Bailey, A. W. 1982. Fire ecology. Ed John Wiley and Sons. New York, U S A.
- Ximénez, de E, J. 1928. ¿Cómo se define un bosque? S M F. Revista México Forestal. VI N° 9. México.
- Yáñez, R, A; Torres, L, M. y García, V. 1987. Trabajo de investigación sobre el análisis de calor de combustión de trece especies tropicales. Área de nutrición. Especialidad de Zootecnia,. U A C H. Chapingo, México.

- Zendejas, E, J. A. 1971. Efectos de las altas temperaturas originadas por el fuego en los conos y semillas de *Pinus montezumae* y *P. oocarpa*. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. E N A. Chapingo, Méico.
- Zendejas, E, J. A. y Villarreal, C, R. 1971. Efectos de las altas temperaturas originadas por el fuego en los conos y semillas de *Pinus montezumae* y *P. oocarpa*. A M P F. Revista México y sus Bosques. 10(3). México.
- Zerecero, L, G. 1983<sup>a</sup>. Incendios forestales y quemas controladas. Primeras Jornadas Hispano-Mexicanas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial. N° 41. México.
- Zerecero, L, G. 1983<sup>b</sup>. Incendios forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Nota Divulgativa N° 4. México.
- Zerecero, L, G. y Martínez, V. 1975. Informes sobre los incendios forestales en México. Viaje de estudios sobre manejo de incendios forestales. F A O. Washington, U S A.