

CIENCIA FORESTAL

en México

ISSN 0185-2418

REV. CIEN. FOR. EN MEX. VOL. 17 NÚM. 71 158 P. MÉXICO, D. F. ENE-JUN 1992.



DIVISIÓN FORESTAL
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS

SUELO-CALIDAD DE ESTACIÓN EN EL ÁREA EXPERIMENTAL FORESTAL MADERA, CHIHUAHUA.

Narváez Flores Raúl*

RESUMEN.

Para la presente investigación se emplearon métodos de regresión y correlación múltiple, con la técnica de regresión por pasos (step-wise), para determinar las interrelaciones entre las características del suelo y del arbolado.

Se probaron 50 variables del sitio (suelo-topografía), en relación con el índice de sitio de *Pinus durangensis* Martínez, que comprenden: volumen total; volumen de pino; diámetro promedio de la especie de pino dominante; incremento medio anual en volumen; diámetro de los árboles dominantes y codominantes.

Los modelos de regresión que mejor predicen la productividad del sitio son los referentes al índice de sitio de *Pinus durangensis* y al volumen de las especies de pino.

Se encontró que 69.4 % y 74.2% de la variación en los dos parámetros es explicada por variables edáficas y topográficas.

Entre las que destacan para el primer modelo: el pH y contenido de arcilla del horizonte A.

Para el segundo modelo: la profundidad total del suelo, lámina de agua aprovechable del horizonte B y exposición del terreno.

Palabras clave: Calidad de estación, pinos, suelos forestales, *Pinus durangensis*, ecología, Chihuahua.

* Ingeniero Agrónomo Forestal. M.C. Jefe del Campo Experimental Madera. CIR-Norte Centro. INIFAP-SARH.

ABSTRACT.

Regression methods and multiple correlation through step-wise procedures were used to determine the relationships between soil properties and site quality.

50 site variables (soil-topography) were tested regarding: site index; total volume; pine volume; average diameter of the dominant pine species; mean annual growth in volume; diameter of dominant and codominant trees.

The best regression models to predict station quality were site index and the volume of pine species.

It was found that 69.4 and 74.2% of the total variation in both parameters was explained by edafic variables.

Mainly soil pH and clay content from the A horizon for the first model.

And soil depth, available water in the B horizon and aspect for the second.

Key words: Site quality, pines, forest soils, *Pinus durangensis*, ecology, Chihuahua.

INTRODUCCIÓN.

México es un país eminentemente forestal, ya que una superficie de 143 600 000 hectáreas (ha), se clasifican en esa categoría, que representa el 73.3% del territorio nacional.

De esa superficie, 27.0% (38 900 000 ha) corresponden a bosques y selvas¹.

A pesar de contar con una gran riqueza forestal y de su importancia como satisfactor de bienes y servicios, el aprovechamiento y manejo de estos recursos no ha sido el adecuado, ocasionando el deterioro de los mismos.

Esto se debe principalmente a que el concepto de ecosistema no ha sido entendido como tal, ya que poco se consideran los factores del medio y su interrelaciones, de ahí que se han tenido muchos problemas de manejo.

¹ CNIDS. 1986. Los recursos forestales.

Dentro de los ecosistemas forestales de México, uno de los factores que menor atención ha recibido es el suelo, a pesar de ser de primaria importancia en el crecimiento y productividad de los bosques, al aportar humedad, nutrientes y espacio para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Barnes² y colaboradores, proponen una clasificación ecológica del sitio, como base para un manejo de uso múltiple de los recursos en una región determinada, en la que se expresen las interrelaciones entre:

- Vegetación y fisiografía.
- Vegetación y suelos.
- Fisiografía y suelos.

Estos autores señalan que los factores fisiográficos y del suelo sólo adquieren su significado ecológico y silvícola cuando se entiende su relación con la vegetación, e indican que la vegetación, la fisiografía y el suelo, así como sus interrelaciones, sirven para distinguir más claramente a los ecosistemas locales.

Asimismo, mencionan que las características del suelo, como la humedad, los nutrientes y el pH tienen una influencia directa en la composición de plantas y animales, así como en su tamaño y productividad.

OBJETIVO.

Tomando como base los conceptos anteriores, el presente trabajo procura contribuir al conocimiento de los suelos del área experimental forestal Madera, en Chihuahua, en relación con la vegetación y su productividad.

Se pretende además, que la información generada permita planear adecuadamente el manejo silvícola de las principales especies de pino y aprovechar mejor la capacidad productiva de los suelos, como parte del manejo integral del bosque.

² Barnes, B. V. *et al.* 1982. "Ecological forest site classification". pp. 493-498.

ANTECEDENTES.

La productividad de los terrenos forestales se define, en gran parte, por la calidad de sitio, la cual se estima mediante la máxima cosecha de madera que el bosque produzca en un tiempo determinado.

La calidad del terreno es una cuestión esencial en el manejo de los rodales, encaminada a la producción de varias combinaciones de productos forestales como:

- Madera.
- Agua.
- Forrajes.
- Recreación.
- Caza.

No es posible tomar decisiones válidas de tipo silvícola, si no se hace referencia a la calidad de sitio y a otras condiciones del mismo³.

Coile⁴ y Carmean⁵, indican que el método más usado para estimar indirectamente la calidad de estación es la relación suelo-sitio; asimismo, señalan que las variables que están a menudo más estrechamente relacionadas a la calidad de sitio son:

- La profundidad del horizonte A.
- La profundidad total del suelo.
- Su textura.
- La distribución del espacio poroso y contenido de materia orgánica.
- El clima.
- Duración del día.
- Exposición.
- Pendiente.
- Geología.

Carmean, *op.cit.*, indica que la mayoría de este tipo de estudios, explican quizá del 65% al 85% de la variación en la altura del árbol o índice de sitio.

En países como Estados Unidos de Norteamérica se han realizado estudios de este tipo desde hace mucho tiempo; en México son pocos los estudios sobre suelos forestales, y más

³ Daniel, P. W. *et al.* 1982. Principios de Silvicultura.

⁴ Coile, T. S. 1952. "Soil and the growth of forests". pp. 329-398.

⁵ Carmean, V. H. 1975. "Forest site quality evaluation in United States". pp. 209-269.

aún cuando se trata de correlacionarlos cuantitativamente con el crecimiento y productividad de las masas arboladas.

El primer trabajo en México es de Castaños⁶, quien evaluó la calidad de estación de *Pinus patula* Schl. et Cham., en el norte de Oaxaca, en masas vírgenes e incoetáneas, por medio de dos métodos:

- 1° Mediante el índice de sitio.
- 2° Con base a las propiedades edáficas y topográficas.

Encontró que la profundidad del suelo, la altitud y la exposición son las tres variables más correlacionadas con la calidad de estación.

Orantes y Musálem⁷ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 35), establecieron una correlación alta entre la profundidad promedio de los horizontes y la calidad de sitio de *Pinus hartwegii* Lind., en Zoquiapan, México, pero no lo recomiendan, ya que no es una medida práctica para el dasónomo.

Rodríguez⁸ indica que las propiedades edáficas que mayor influencia ejercen en el crecimiento en altura y que determinan las calidades de estación: rica, media y pobre en *Pinus montezumae* Lamb., son el pH y contenido de limo de la capa de suelo de 0 cm a 50 cm de profundidad.

Gómez-Tagle⁹ y los coautores Chávez y Gómez-Tagle¹⁰, encontraron que los factores del suelo y topografía más relacionados con el incremento y desarrollo de las masas forestales en la región de Michoacán son:

- Pendiente.
- Profundidad del suelo.
- Espesor del horizonte B.
- Tamaño y distribución de las partículas del suelo.
- Láminas de agua aprovechable.
- Exposición.

⁶ Castaños M., L. J. 1962. Evaluación de la calidad de estación de *Pinus patula* en el norte de Oaxaca.

⁷ Orantes G., F. R. y Musálem, M. A. 1982. "Determinación de calidad de estación de *Pinus hartwegii* Lind., en Zoquiapan, México". pp. 3-20.

⁸ Rodríguez F., C. 1982. Determinación de calidad de estación de *Pinus montezumae* Lamb., a través de análisis troncales en el C E F San Juan Tetla, Puebla.

⁹ Gómez-Tagle R., A. F. 1985. Levantamiento de suelos del C E F Barranca de Cupatitzio y su relación con la vegetación de coníferas.

¹⁰ Chávez H., M. Y. y Gómez-Tagle R., A. F. 1985. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del cerro de la Cruz, Michoacán.

La importancia de los estudios sobre la relación suelo-sitio, radica en su uso para evaluar el potencial productivo de varias especies en terrenos forestales desnudos, en bosques vírgenes e incoetáneos, en áreas sobreexplotadas, en masas jóvenes o decadentes y densidades extremas, Coile *op.cit*, Carmean *Ibidem*.

Además, Daniel y coautores, *op.cit.*, indican que cuando el índice edáfico del sitio se correlaciona correctamente con el índice del mismo, las clases de sitio por su calidad pueden cartografiarse con rapidez.

El conocimiento de la productividad de los sitios o clases de calidad de estación, puede ser útil en la planificación de los trabajos silvícolas ya se trate de selección de especies, programas de reforestación, valoración de montes, monto de inversiones, usos comerciales más apropiados del arbolado, intensidades de corta, formulación de tablas de volúmenes o de estudios sobre predicción del crecimiento (Castaños, *op.cit.*).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Localización.

El área de estudio se encuentra ubicada en el macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental en la región noroeste del estado de Chihuahua, dentro del municipio de Madera, a 12 kilómetros al suroeste de la población del mismo nombre.

Su localización geográfica comprende las coordenadas 29° 06' 50" de latitud norte y 108° 11' 53" de longitud oeste del meridiano de Greenwich¹¹ (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 11).

¹¹ Sánchez C., J. y Chacón S., J. M. 1986. "Relación suelo-vegetación del área experimental forestal Madera". pp. 41-64.



Figura N° 1. Ubicación del área de estudio.

Clima.

Por medio de las cartas climáticas del Centro de Estudios del Territorio Nacional¹² (CETENAL) y con base en el sistema de clasificación de Köppen, modificado por García¹³, se determinó que el clima de esta región es C (w¹) (b¹) (e), que corresponde al grupo de climas templados subhúmedos.

¹² CETENAL. 1980. Cartas climáticas.

¹³ García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática.

Con temperatura media del mes más frío de -3°C a 18°C , y la del mes más caliente, mayor de 6.5°C , con régimen de lluvias en verano.

La estación meteorológica denominada Campo 4, a 300 m del área en estudio, registra una precipitación promedio anual de 838 mm.

La temperatura media anual es de 9.6°C , siendo las mínimas de 3.8°C y las máximas de 15.8°C en promedio.

Los vientos dominantes de esta región provienen del oeste, con sus variaciones al noroeste y suroeste (Sánchez y Chacón, *op.cit.*).

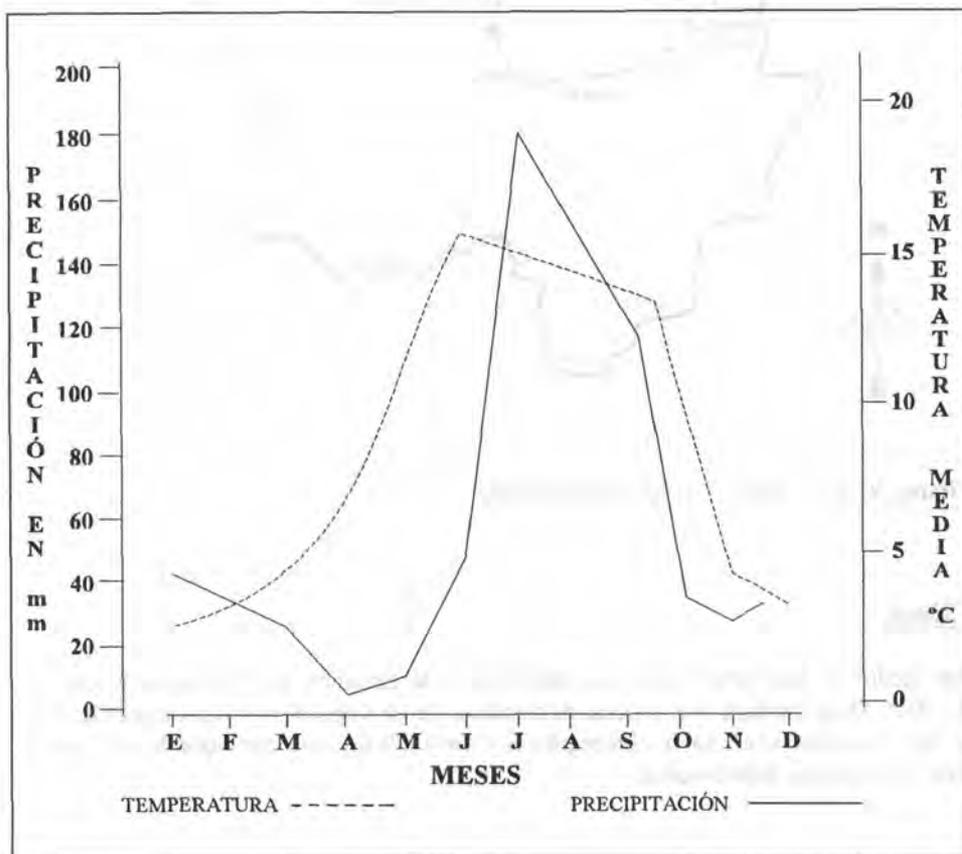


Figura N° 2. Climograma de la estación meteorológica Campo 4, Madera, Chihuahua.

Topografía.

El área experimental forestal Madera, cuenta con dos sectores planos, uno en el norte y otro en la parte media, rodeado por tres cañadas.

La parte sur del área tiene un relieve mucho más accidentado, con pendientes mayores de 50% (Sánchez y Chacón, *op.cit.*).

En cuanto a altitud, el área se encuentra entre las cotas altimétricas de 2 100 a 2 540 metros sobre el nivel del mar, (m s n m).

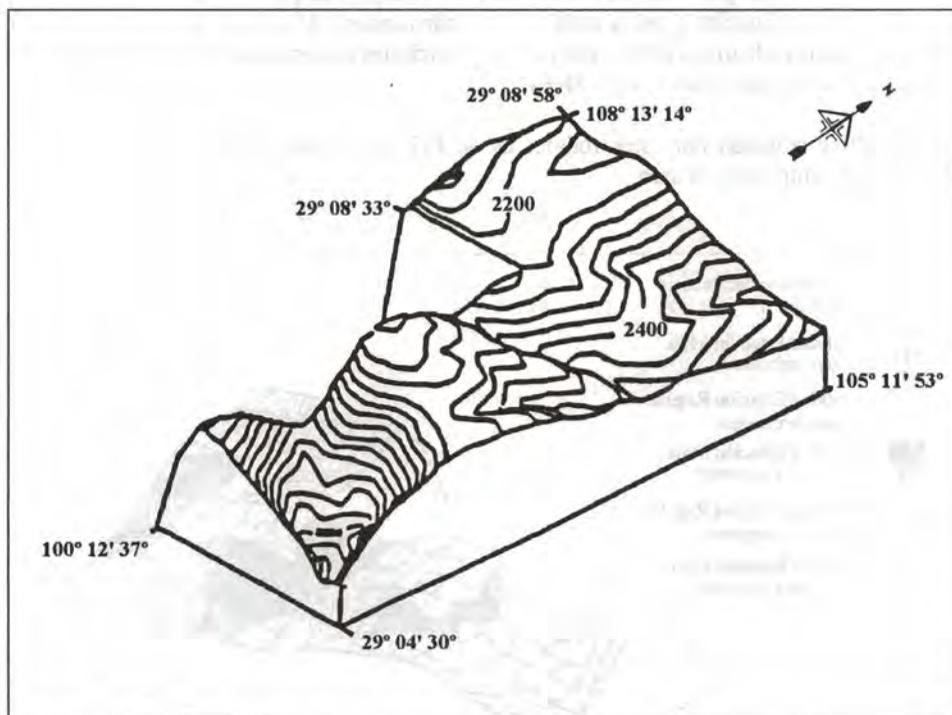


Figura N° 3. Topografía del área experimental Madera.

Vegetación.

Con base en la fotointerpretación por exposición, pendiente y vegetación¹⁴ los tipos de comunidades vegetales presentes en el área experimental Madera son:

- a) **Bosque de pino (P).**
- b) **Bosque de pino-encino (Pq).**
- c) **Bosque de encino-pino (Qp).**
- d) **Chaparral.**

a) **Bosque de pino (P).**

Se encuentra en las partes noroeste y media del área; en la primera domina la especie *Pinus arizonica* Engelm y en la media *Pinus durangensis* Martínez; por otra parte, en algunas cañadas a la orilla de arroyos y con exposiciones al norte, la especie dominante es *Pinus ayacahuite* var *brachyptera* Shaw.

La superficie ocupada por estos rodales es de 107 ha, lo que representa 21.4% de las 500 ha que comprende el área.

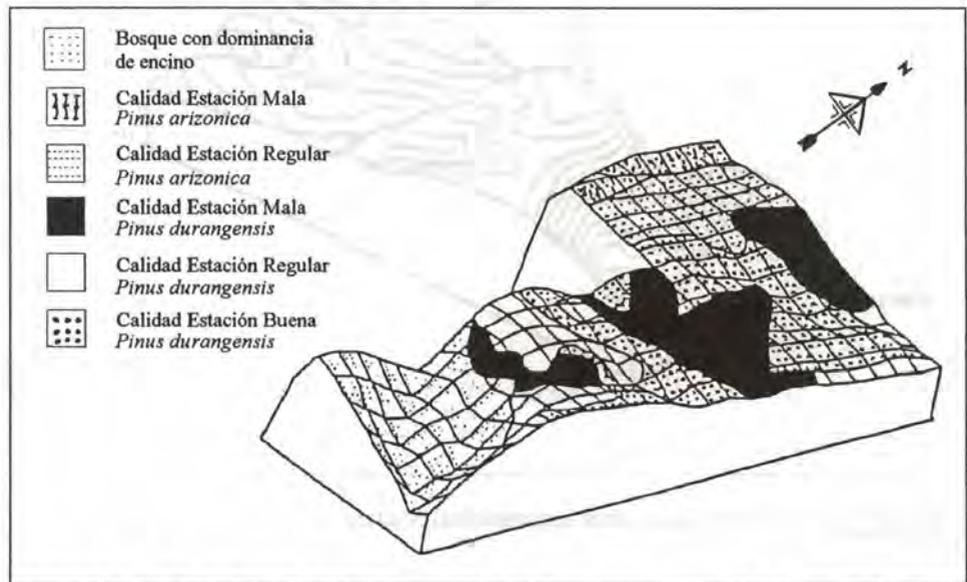


Figura N° 4. Mapa de calidades de estación del área experimental Madera, Chihuahua.

¹⁴ Cota, M. R. Inédito. Fotointerpretación del área experimental forestal Madera, Chihuahua.

b) Pino-encino (Pq).

Este tipo de asociación vegetal es la más extensa del área, ya que cuenta con una superficie de 300.9 ha representando el 60.2% de la superficie total.

Las especies más frecuentes de pino son:

Pinus durangensis.
P. arizonica.
P. ayacahuite var brachyptera.
P. leiophylla Shld & Cham.

Los encinos más comunes son:

Quercus sideroxyla Humboldt & Bonpland.
Q. arizonica Sargent.
Q. fulva Liebmann.
Q. rugosa Née.

c) Encino-pino (Qp).

Las especies más representativas que conforman este tipo de vegetación son:

Quercus sideroxyla.
Q. rugosa.
Algunos individuos del género *Pinus*.

Este bosque ocupa una superficie de 69.6 ha que son el 14% del área experimental.

Reséndiz¹⁵, de acuerdo con la FAO presenta las siguientes unidades de suelo:

En las mesas	Foetzem háplico/textura mediana.
En pendientes suaves	Luvisol órtico/textura media.
En terrenos muy quebrados	Litosol/textura media.

Sánchez y Chacón *op.cit.* por su parte, establecen para el área experimental Madera, las series de suelos, así como su respectiva correspondencia en bosques:

Arizónica	<i>Pinus arizonica</i>
Duranguensis	<i>P. durangensis</i>
Sirupa	<i>Quercus</i> spp.

¹⁵ Reséndiz V., P. 1984. Resumen del inventario forestal de las Unidades de Administración Forestal del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Selección de sitios.

Se hizo la rodalización del área experimental Madera, en fotografías aéreas a color, escala 1:10 000, tomando como criterio la exposición y pendiente del terreno.

Posteriormente se subrodalizó considerando las características de la vegetación, Cota, *op.cit.* como:

- Géneros.
- Espesura.
- Altura.

Con base en la fotointerpretación del área y reconocimientos de campo, se seleccionaron 16 sitios de muestreo de 0.1 ha.

Caracterización dasométrica.

Los datos que se obtuvieron de los sitios circulares de inventario de 0.1 ha para las especies dominantes o codominantes (*Pinus arizonica* y *Pinus durangensis*); son:

- Altura total (m).
- Diámetro normal (mm)
- Grosor de corteza (mm).
- Edad (años).
- Longitud de los 10 últimos anillos (mm) a 1.30 m de altura.
- Incremento medio anual en volumen y diámetro.

Al resto de los individuos comprendidos dentro del sitio de muestreo, únicamente se les determinó la especie, altura total, diámetro normal y grosor de corteza¹⁶. Además se obtuvo el área basal y volumen de cada sitio.

¹⁶ González G., H. J. 1980. La aplicación de calidades de estación en el manejo silvícola.

Muestreo de suelos.

En cada sitio se hizo la descripción de un perfil de suelo, de acuerdo con Hernández y Sánchez¹⁷.

Posteriormente se realizaron los análisis de rutina fisicoquímicos de las muestras de suelos, cuyos resultados se relacionan con las características de la vegetación, para determinar la calidad de sitio.

Determinación de índice de sitio.

Para determinar el índice de sitio de *Pinus durangensis* se utilizó el modelo de crecimiento de altura total-edad a 1.30 m, obtenido por González *op.cit.*

La ecuación que representa la curva promedio de calidad de estación es la siguiente:

$$\text{Ln H} = 2.5520 - 72.3873 (1/E^{0.01})$$

donde:

Ln H = logaritmo natural de la altura total del árbol.

E = edad del árbol.

Las calidades de sitio definidas por González *op.cit.*, para *Pinus durangensis* contemplan los siguientes índices de localidad:

Buena > 20.45 m

Regular entre 17.45 y 20.45 m

Mala < 17.45 m.

Análisis estadístico.

Se hicieron correlaciones simples entre las características dasométricas del arbolado que se consideraron indicadoras de la productividad del sitio, con el fin de conocer el grado de asociación que hay entre las mismas.

¹⁷ Hernández S., R. y Sánchez J., C. 1973. Guía para la descripción de suelos de áreas forestales.

Las variables consideradas fueron:

- Índice de sitio de *Pinus durangensis* (I S)
- Diámetro promedio (D P)
- Volumen de las especies de pino (V P)
- Volumen total del sitio (V T)
- Incremento medio anual en volumen (I M A V)
- Incremento medio anual en diámetro de los árboles de pino dominante (I M A D).

También se hicieron correlaciones simples entre las características del arbolado y las del sitio (edáficas y topográficas), para las cuales el nivel mínimo de significancia considerado para estas relaciones fue de $P < 0.05$ *vid., infra*, cuadro N° 1.

Para determinar las características del suelo y topografía que están correlacionadas con la calidad de sitio, se emplearon modelos de regresión y correlación múltiple con la técnica de regresión por pasos (step-wise).

Estadísticamente se denotaron como variables independientes, las características del sitio y como dependientes, las referidas al crecimiento del arbolado que se mencionan en el cuadro 1.

Para elegir las mejores ecuaciones de regresión, se consideró que tuvieran:

- Los más altos coeficientes de correlación (R)
- Los más altos coeficientes de determinación (R^2)
- El menor error estándar de estimación
- El menor cuadrado medio del residual del análisis de varianza, con una $P < 0.05$

Con base en los análisis de suelo, mapa de índices de sitio de González *op.cit.*, y la fotointerpretación del área por exposición y pendiente, se elaboró el plano de productividad forestal del área experimental Madera.

X_1 = Arena horizonte A (%)	X_{31} = Espacio poroso horizonte B (%)
X_2 = Liso horizonte A (%)	X_{32} = pH horizonte B en N_2O
X_3 = Arcilla horizonte A (%)	X_{33} = pH horizonte B en KCl
X_4 = Capacidad de campo horizonte A	X_{34} = Materia orgánica horizonte B (%)
X_5 = Punto de marchitez permanente horizonte A	X_{35} = Capacidad de intercambio catiónico del horizonte B (meq/100g)
X_6 = Humedad aprovechable horizonte A	X_{36} = Saturación de bases horizonte B (%)
X_7 = Densidad aparente horizonte A	X_{37} = Calcio horizonte B (meq/100g)
X_8 = Densidad real horizonte A	X_{38} = Magnesio horizonte B (meq/100g)
X_9 = Espacio poroso horizonte A (%)	X_{39} = Sodio horizonte B (meq/100g)
X_{10} = Espesor del horizonte A (cm)	X_{40} = Potasio horizonte B (meq/100g)
X_{11} = pH de horizonte A en N_2O	X_{41} = Fósforo horizonte B (ppm)
X_{12} = pH de horizonte A en KCl	X_{42} = Nitrógeno total horizonte B (%)
X_{13} = Materia orgánica horizonte A (%)	X_{43} = Lámina de agua aprovechable horizonte B (cm)
X_{14} = Capacidad de intercambio catiónico del horizonte A en (meq/100g)	X_{44} = Profundidad efectiva del suelo (cm)
X_{15} = Saturación de bases de horizonte A (%)	X_{45} = Profundidad total del suelo (cm)
X_{16} = Calcio horizonte A (meq/100g)	X_{46} = Profundidad del horizonte B (cm)
X_{17} = Magnesio horizonte A (meq/100g)	X_{47} = Pendiente dominante (%)
X_{18} = Sodio horizonte A (meq/100g)	X_{48} = Lámina agua aprovechable total (cm)
X_{19} = Potasio horizonte A (meq/100g)	X_{49} = Altitud sana
X_{20} = Fósforo horizonte A (ppm)	X_{50} = Grados de exposición (Azimut)
X_{21} = Nitrógeno total horizonte A (%)	Y_1 = Índice de sitio (altura total a la edad de 50 años)
X_{22} = Lámina agua aprovechable horizonte A (cm)	Y_2 = Diámetro promedio de <i>Pinus</i> en (cm)
X_{23} = Arena horizonte B (%)	Y_3 = Volumen <i>Pinus</i> en $m^3 ha^{-1}$
X_{24} = Liso horizonte B (%)	Y_4 = Volumen total en $m^3 ha^{-1}$
X_{25} = Arcilla horizonte B (%)	Y_5 = Incremento medio anual en diámetro en $cm año^{-1}$
X_{26} = Capacidad de campo horizonte B	Y_6 = Incremento medio anual en volumen en $m^3 año^{-1}$
X_{27} = Punto marchitez permanente horizonte B	
X_{28} = Humedad aprovechable horizonte B	
X_{29} = Densidad aparente horizonte B	
X_{30} = Densidad real horizonte B	

Cuadro N° 1. Variables dependientes (Y), e independientes (X), que se probaron en los análisis de regresión y correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Correlación simple de las características del arbolado.

Todas las características dasométricas del arbolado se encuentran correlacionadas entre sí, de manera significativa ($P < 0.05$), a excepción del incremento medio anual en diámetro, que únicamente se correlaciona con el incremento medio anual en volumen.

Lo que concuerda en forma general con otros autores como Orantes y Musálem *op.cit.* y Chávez y Gómez-Tagle *Ibidem*.

Con base en lo anterior, se puede decir que la estimación de cualquier variable, implica de cierta manera a las otras variables que inferen en el crecimiento del arbolado.

Los coeficientes de correlación se presentan a continuación.

	IS	OP	VT	VP	IMAV
Índice de sitio					
Diámetro promedio de <i>Pinus</i>	0.60*				
Volumen total	0.62*	0.61*			
Volumen pino	0.64**	0.64**	0.98**		
Incremento medio anual volumen	0.63**	0.52*	0.57*	0.50*	
Incremento medio anual diámetro					0.59*
(PS 0.05)*	(PS 0.01)**				

Cuadro N° 2. Coeficientes de correlación simple de las características dasométricas del arbolado.

Correlación simple de las características edáficas y dasométricas.

Las principales correlaciones que se encontraron entre las características del suelo y del arbolado, se muestran en el cuadro N° 3.

En resumen, se puede decir que la profundidad y efectividad del suelo, así como el porcentaje de arcilla del horizonte A, fueron las cualidades que se encontraron más frecuentemente asociadas con las características dasométricas de las masas forestales.

	%ARCA	%ARE.A	pH A	LAAB	LAAT	PT	PE	%PEND
IS	.68**	.59**	.55*	.52*		.59*		
DP		.50**		.50*	.56*	.73**	.50*	
VT	.61*					.63**		
VP	.61*					.66**		
IMAV							.49*	
IMAD							.51*	.54*
	(PS 0.05) *	(PS 0.01) **						

IS = Índice de sitio

DP = Diámetro promedio de *Pinus*

VT = Volumen total

VP = Volumen *Pinus*

IMAV = Incremento medio anual volumen

LAAT = Lámina de agua aprovechable total

PE = Profundidad efectiva

ARCA = Arcilla del horizonte A

ARE.A = Arena del horizonte A

pH A = pH del horizonte A

LAAB = Lámina de agua aprovechable horizonte B

IMAD = Incremento medio anual en diámetro

PT = Profundidad total

PEND = Pendiente

Cuadro N° 3. Coeficiente de correlación simple entre las características edáficas y dasométricas del arbolado.

Las dos primeras representan un mayor volumen de suelo disponible para el almacenamiento de agua y nutrientes que la planta pueda aprovechar para satisfacer sus requerimientos; asimismo, el contenido de arcilla tiene una influencia directa en la retención de humedad, fertilidad del suelo y otras propiedades del sustrato.

Otra característica importante fue el pH, que juega un papel preponderante en la disponibilidad de nutrientes.

La lámina de agua aprovechable del horizonte B, así como la lámina de agua aprovechable total, manifiestan su relevancia en las condiciones de humedad del suelo.

Suelo-calidad de estación.

La condición actual del arbolado es de masas mezcladas, debido al historial de manejo y aprovechamiento a los que han estado sujetos los rodales; lo que hace que se tengan diferencias importantes en los niveles de densidad y estructura de las masas.

Esta situación hace aún más difícil evaluar con precisión la productividad de estos sitios.

La ecuación de regresión que mejor predice los cambios en el índice de sitio de *Pinus durangensis* (Y1), señala que el pH en KCl y el porcentaje de arcilla del horizonte A fueron los factores de sitio más importantes.

El coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.694 ($P < 0.01$); es decir, el 69.4% de la variación en el índice de sitio es explicada por las variables indicadas.

El error estándar de estimación fue de 1.43 m con respecto al valor medio del índice de localidad (17.8 m) *vid., infra* cuadros 4 y 6.

La influencia de ambos factores se manifiesta en la retención de humedad y fertilidad de suelo en la zona primaria de las raíces (horizonte A).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores como Rodríguez *op.cit.* y Chávez y Gómez-Tagle *Ibidem*.

La ecuación para predecir el diámetro promedio de *Pinus* (Y2), está en función de la profundidad del suelo; el modelo presenta un valor de $R^2 = 0.51$ con una $P < 0.01$; el error estándar de estimación para el valor medio del diámetro de *Pinus* (29.2 cm) fue de 5.48 cm.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	VALOR P
Regresión	2	73 6414	36 8207	18 0163	0 0002
Error	13	26 5686	2 04374		
Total	15	100 2100			

El modelo para Y1 es:

$$IS = -25.784 + 0.553 X_3 + 6.529 X_{12}$$

IS= Índice de sitio de *Pinus durangensis*

X3= Porcentaje de arcilla del horizonte A

X12= pH en KC1 del horizonte A

$$R = 0.833$$

$$R^2 \text{ ajustada} = 0.694$$

$$\text{Error estándar estimación} = 1.429$$

$$\text{Estadístico Durbin-Watson} = 1.870$$

Cuadro N° 4. Análisis de varianza para Y1.

El volumen de las especies de pino (Y3), se puede pronosticar en un 74.2% con base a la profundidad del suelo, lámina de agua aprovechable del horizonte B o capa subyacente al A, y el coseno de la exposición (azimut), con una $P < 0.01$ y un error estándar de estimación de $50.822 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respecto al volumen promedio ($164.379 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) *vid.*, cuadro 5.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	VALOR P
Regresión	3	119 460.0	39 820.1	15 4168	0 0002
Error	12	30 994.8	2 582.9		
Total	15	150 454.8			

El modelo para Y3 es:

$$VP = 53.779 + 1.994 X 1.994 X 43 + 79.106 X 50$$

VP = Volumen de *Pinus* en m³ ha⁻¹

X45 = Profundidad total del suelo en cm

X43 = Lámina de agua aprovechable del horizonte B
o capa subyacente al horizonte A

Estadístico Durbin-Watson = 2.108

$$R = 0.861$$

$$R^2 \text{ ajustada} = 0.742$$

Error estándar estimación = 50.822

X50 = Consumo de la exposición
(azimut)

Cuadro N° 5. Análisis de varianza para Y3.

Los mejores volúmenes se presentaron en los suelos más profundos, con exposiciones hacia el norte.

La relación con la lámina de agua aprovechable fue inversa, lo que coincide con otros autores como, Chávez y Gómez-Tagle *op.cit.*, Gómez-Tagle *Ibidem* y Coile en 1984 *cit.pos.* Castaños *op.cit.*; situación que es atribuida por el último autor a aireaciones deficientes en subsuelos con altos porcentajes de agua disponible.

La ecuación que mejor predice el volumen total del sitio (Y3), incluye la profundidad total del suelo, potasio del horizonte B y lámina de agua aprovechable total, con un valor de R²= 0.70 (P< 0.01) y un error estándar de estimación de 52.5093 m³ ha⁻¹ respecto a la media del volumen total (194.897 m³ ha⁻¹).

	R	R2	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
IS = -25.784624 + 0.553315X3 + 6.529565 X12	0.83311	0.69408	0.01
D = 20.131983 + 0.112299 X45	0.71414	0.51003	0.01
VP = 53.779599 + 1.994733 X45 - 9.487216 X43 + 79.106169 X50	0.86167	0.74249	0.01
VT = 47.505021 + 1.968254 X45 + 67.296803 X40 - 5.861673 X48	0.83797	0.70223	0.01
IMAV = 0.05032 + 0.000551 X44 - 0.069703 X7	0.57201	0.32719	0.05
LOG IMAD = -7.580574 + 0.002791 X49 + 0.006272 X44	0.7764	0.60275	0.01

IS = Índice de sitio (altura total a la edad de 50 años)

D = Diámetro promedio de *Pinus* en cm

VP = Volumen de *Pinus* en m³ ha⁻¹

VT = Volumen total del sitio en m³ ha⁻¹

IMAV = Incremento medio anual en volumen en (m³ año⁻¹)

IMAD = Incremento medio anual en diámetro (cm año⁻¹)

X3 = Porcentaje de arcilla del horizonte A

X7 = Densidad aparente del horizonte A en g/ml

X12 = pH en KCl del horizonte A

X40 = Potasio en meq/100g del horizonte o capa subyacente al horizonte A

X43 = Lámina de agua aprovechable del horizonte B o capa subyacente al horizonte A

X44 = Profundidad efectiva del suelo en cm

X45 = Profundidad total del suelo en cm

X48 = Lámina de agua aprovechable total en cm

X49 = Altitud sobre el nivel del mar en m

X50 = Coseno de la exposición (azimut)

Cuadro N° 6. Ecuaciones de regresión y correlación múltiple.

En lo que se refiere al incremento medio anual en volumen (Y5), la ecuación resultante no es significativa, ya que sólo el 32% de la variación en el IMAV es explicada por la profundidad efectiva del suelo y densidad aparente.

El modelo para estimar el incremento medio anual en diámetro (Y6) transformado a

logaritmo, incluye la altitud y la profundidad efectiva del suelo, con un $R^2 = 0.60$ y una $P < 0.01$.

Se determinó que las mejores ecuaciones para pronosticar la calidad de sitio, son las relacionadas al índice de sitio y volumen de las especies de pino, con base en:

- Coeficientes de correlación
- Coeficientes de determinación
- Valor de los residuales
- F calculada
- Nivel de significancia.

Además representan en sí, el volumen potencial de madera que se puede obtener de los sitios.

Debe observarse que los modelos elegidos, incluyen variables tan importantes como:

- pH del horizonte A
- Contenido de arcilla del horizonte A
- Profundidad del suelo.
- Lámina de agua aprovechable.
- Potasio del subsuelo.
- Exposición del terreno.
- Altitud.

Que son características edáficas y topográficas muy relacionadas a la aireación, humedad y fertilidad del suelo.

El mapa por calidades de sitio del área experimental Madera se aprecia en la figura 4 *vid., supra*.

CONCLUSIONES.

Con base en los antecedentes y en los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

1. Se encontró que los factores edáficos y topográficos influyen de manera determinante en el crecimiento del arbolado, en el área experimental Madera.
2. Las ecuaciones de regresión múltiple en las cuales las variables del suelo

pronosticaron con mayor precisión la productividad del sitio, son las referidas al índice de sitio y volumen de *Pinus*, ya que presentaron los más altos coeficientes de determinación (0.742 y 0.694); menor error estándar de estimación y una $P < 0.01$.

3. El 69.4% de la variación en el índice de sitio fue explicada por el pH en KC1 y contenido de arcilla del horizonte A; y el 74.2% de la variación en el volumen de las especies de pino, fue explicada por la lámina de agua aprovechable del subsuelo, profundidad total y coseno de la exposición (azimut).

Dichas propiedades están muy relacionadas con la humedad y fertilidad del suelo, que proporcionan el hábitat adecuado para el desarrollo de las especies arbóreas del área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilera H., N.; McLeran, D. y Hernández R., S. 1962. "Suelos, problemas básicos de silvicultura". Seminario y viaje de estudios de coníferas latinoamericanas. Pub. Esp. Nº 1, I N I F. S A G. F A O. México. 108-131 p.
- Anónimo. 1960. Carta geológica mexicana. comp. Comité de la carta geológica de México.
- Barnes, B. V.; Pregitzer, K. S.; Spies, T. A. and Spooner, V. H. 1982 "Ecological forest site classification". Society of American Foresters. Journal of Forestry. Nº 80. pp. 493-498.
- Carmean, V. H. 1975. "Forest site quality evaluation in United States". Adv. Agronomy. Nº 27. pp. 209-269.
- Castaños M., L. J. 1962. Evaluación de la calidad de estación de *Pinus patula* en el norte de Oaxaca. I N I F. Boletín Técnico. Nº 2. 32 p.
- CETENAL. 1970. Cartas climáticas. Instituto de Geografía. U N A M. México.
- Chávez H., M. Y. y Gómez-Tagle, R. A. F. 1985. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del cerro de la Cruz, Michoacán. I N I F. Boletín Técnico. Nº 10. 32 p.
- CNIDS. 1986. Los Recursos Forestales. Memoria económica 1985-1986. Cámara Nacional de la Industria Derivada de la Silvicultura. México. 81 p.

- Coile, T. S. 1952. "Soil and the growth of forests". Advances in Agronomy IV. Ed. A.G. Norman. Am. Soc. of Agronomy. Madison, Wisconsin. pp. 329-398.
- Cota M., R. S. F. Fotointerpretación del área experimental forestal Madera, Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H.
- Daniel, P. W.; Helms, E.U. y Baker, S. F. 1982. Principios de Silvicultura. Ed. Mc.Graw Hill. México. 490 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática. Instituto de Geografía. U N A M. 2º ed. México. 246 p.
- Gómez-Tagle R., A. F. 1985. Levantamiento de suelos del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio y su relación con la vegetación de coníferas. Tesis Maestría. F. Ciencias. U N A M. México. 135 p.
- González G., H. J. 1980. La aplicación de calidades de estación en el manejo silvícola. Memoria del X Aniversario de la Investigación Forestal en el estado de Chihuahua. Chihuahua-C I F A P. I N I F A P. S A R H.
- Hernández S., R. y Sánchez, J. C. 1973 Guía para la descripción de suelos de áreas forestales. Bol. Div. N° 32. I N I F. S F F. S A R H. 87 p.
- Orantes G., F. R. y Musálem S., M. A. 1982. "Determinación de calidad de estación de *Pinus hartwegii* Lind. en Zoquiapan, México". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. Revista Ciencia Forestal. Vol. 7 N° 35. pp. 3-20.
- Reséndiz, V. P. 1984. Resumen del inventario forestal de las Unidades de Administración Forestal del estado de Chihuahua. I N I F. S F F. S A R H. Bol. Div. N° 65. 53 p.
- Rodríguez F., C. 1982. Determinación de calidad de estación de *Pinus montezumae* Lamb., a través de análisis troncales en el C E F San Juan Tetla, Puebla. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México. 134 p.
- Sánchez C., J. y Chacón S., J.M. 1986. "Relación suelo-vegetación del área experimental forestal Madera". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H. Revista Ciencia Forestal. Vol. 11. N° 59. pp. 41-64.

INFLUENCIA DEL SUSTRATO Y LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE *Pinus durangensis* Mtz., EN INVERNADERO

Alarcón Bustamante Manuel *
Iglesias Gutiérrez Leonel**

RESUMEN.

Durante diez meses se llevó a cabo un experimento donde se probaron 20 sustratos combinados con nueve rutinas de fertilización, para determinar las mejores combinaciones con la finalidad de producir planta de *Pinus durangensis* Mtz. en invernadero.

El experimento se realizó en un vivero situado en Colonia Anáhuac, municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, con un arreglo experimental bifactorial completamente al azar. Las variables de respuesta fueron: germinación, altura, biomasa y cociente tallo/raíz.

Los resultados indicaron diferenciación estadística significativa ($P < 0.05$) para las variables bajo estudio, causada por la combinación de los factores sustrato y fertilizante.

Sobresalieron con los mejores resultados los tratamientos compuestos con las combinaciones de los sustratos: a) 60% de corteza molida de pino + 20% de germinaza + 20% de vermiculita; b) 50% de corteza molida de pino + 50% de vermiculita; c) 60% de corteza molida de pino + 40% de vermiculita; d) 40% de corteza molida de pino + 40% de germinaza + 20% de carlita; y e) 80% de corteza molida de pino y 20% de carlita.

En unión con la aplicación de las rutinas de fertilizante no comercial soluble (0.25 g de N, 0.22 g de P y 0.4 g de K), y soluble doble (0.50 g de N, 0.44 g de P. y 0.8 g de K), suministradas una vez por semana durante 40 aplicaciones.

Palabras clave: Fertilización, suelos forestales, invernaderos, pinos, *Pinus durangensis*, Chihuahua.

* Ingeniero Agrónomo. Especialista en Bosques. Investigador del Campo Experimental Madera. CIR-Norte Centro-INIFAP. SARH.

** M Sc Resource Management. Director División Forestal. CIR-Norte Centro-INIFAP. SARH.

ABSTRACT.

An experimental trial was carried out during a period of ten months. Twenty growing media and nine fertilization routines were tested so that the best combination to produce seedlings of *Pinus durangensis* Mtz. could be found.

The experiment was established with a bifactorial arrange within a completely randomized desing in Anahuac, state of Chihuahua, Mexico.

The parameters measured were: seedling germination, height, dry weigth and shoot/root ratio. The combination of the growing media and fertilizer routines caused a highly different seedlings growth between treatments ($P < 0.05$).

The best growing media mixtures, by volumen, were: a) 60% grounded pine bark + 20% germinaza + 20% vermiculite; b) 50% grounded pine bark + 50% vermiculite; c) 60% grounded pine bark + 40% vermiculite; d) 40% grounded pine bark + 40% germinaza + 20% perlite (carlita); and e) 80% grounded pine bark + 20% perlite.

All these growing media were treated with nine fertilizer media were composed by two non comercial formulas, whose total NPK application per plant was as follows: soluble (N 0.25 g + P 0.4 g) and double soluble (N 0.5 g + P 0.44 g + K 0.8 g).

Key words: Fertilization, forest soils, tree nurseries, pines, *Pinus durangensis*, Chihuahua.

INTRODUCCIÓN.

La baja calidad de las plántulas producidas en vivero es debida a la inconsistencia de los tratamientos en su proceso productivo, lo que se refleja en una escasa sobrevivencia y adaptabilidad a los sitios de plantación.

Con el propósito de encontrar un sustrato artificial permanente que permita una relación óptima entre planta y fertilizantes; dentro del presente estudio se ensayaron 20 sustratos compuestos por la mezcla, en diferentes proporciones, de distintos materiales como:

- Azolve de río
- Suelo forestal
- Turba
- Carlita
- Vermiculita
- Germinaza
- Corteza molida de pino semidescompuesta.

Además, se ensayaron sobre plantas de la especie *Pinus durangensis* Mtz:

- Nueve rutinas de fertilizantes: foliar, mezclada con el sustrato y la combinación de ambas.
- La vía de aplicación y fuente de nutrientes al ser agregados a las plántulas.
- Los tipos de fertilizante: solubles, semisolubles y de liberación lenta; comerciales y no comerciales.

OBJETIVO.

El objetivo del experimento fue:

- Determinar el medio de crecimiento y la rutina de fertilización que mejor condujera a producir plántula de *Pinus durangensis* en vivero.
- Confirmar su capacidad de sobrevivencia y desarrollo en las condiciones ecológicas de la zona de transición entre el macizo forestal y terrenos con otros usos del suelo, en el estado de Chihuahua.

ANTECEDENTES.

Medios de crecimiento.

Se ha reportado que la tierra de monte es el medio de crecimiento más popular y fácil de conseguir.

Al respecto el viverista ha tenido que adecuarse por muchos años al sustrato que encuentra más a la mano, utilizando en muchas ocasiones un solo sustrato para cada producción del vivero, independientemente de la especie y el tiempo que las plantas deban permanecer en él¹.

La necesidad de un suelo artificial para producir planta en vivero, surgió cuando los viveristas encontraron problemas de cultivo al usar el suelo tal y como lo encontraban para llenar contenedores².

Estos problemas han sido:

- Volumen restringido
- Nivel alto de agua
- Relación desbalanceada de microorganismos
- Falta de estructura del suelo.

Uno de los problemas más serios con medios de crecimiento compuestos con suelo, es el alto riesgo de la presencia de una gran diversidad de organismos patógenos como hongos, insectos, nemátodos y semilla de malezas.

Por lo tanto, el suelo requiere ser desinfectado con color o sustancias químicas antes de su uso como medio de crecimiento. Con los sustratos artificiales, las actividades de esterilización han disminuido debido a que la mayoría de los componentes se consideran libres de plagas³.

La vermiculita y perlita, por ejemplo, se distribuyen completamente estériles debido a las temperaturas elevadas a que se exponen en el proceso de su producción (100° C). Sin embargo, el transporte y almacenamiento de los materiales también puede ser una fuente de contaminación, especialmente si están expuestos a la lluvia.

En algunos viveros del norte de Estados Unidos y de Europa se usa turba pura como medio de crecimiento; asimismo hay algunos viveros de México y otros países en donde también se usa un solo material (azolve, tierra agrícola o tierra de monte).

La mayoría de los medios de crecimiento modernos se preparan con dos o más componentes seleccionados para aportar las propiedades físicas, químicas o biológicas deseables.

¹ Galván M., P. 1983. Situación actual de los viveros forestales en la región central.

² Landis, T. D. 1989. "Mineral nutrients and fertilization". pp. 1-67.

³ James, B. L. 1987. "Propagation media: what a grower needs to know". pp. 396-399.

Otros complementos como los agentes humectantes, también se agregan durante el proceso de mezcla⁴.

Los materiales orgánicos útiles en la composición de sustratos son:

Germinaza
Corteza molida de pino
Turba.

- La germinaza tiene buenos contenidos de fibra, capacidad de intercambio catiónico y porosidad, aunque presenta un grado de descomposición insuficiente.

- La corteza molida de pino es ácida por naturaleza, con baja fertilidad de origen, buena porosidad y alta capacidad de intercambio catiónico⁵.

- La turba tiene buena porosidad, capacidad de retención de humedad y no requiere ser desinfectada, puesto que se vende estéril.

Los materiales inorgánicos que se pueden usar y tienen como características, alta capacidad de retención de humedad y buena porosidad, son:

Vermiculita
Carlita.

La vermiculita, además, tiene alta capacidad de intercambio catiónico, pero no la carlita, aunque ambas tienen nula fertilidad de origen, lo cual es útil en la composición de sustratos⁶.

Fertilización.

Aunque la incorporación de fertilizantes secos en el medio de crecimiento puede justificarse en algunos casos, la inyección directa de fertilizantes líquidos con el sistema de riego se recomienda siempre que sea posible.

Los beneficios de esta técnica incluyen el control preciso de la concentración y balance de los nutrientes minerales, la capacidad de un cambio completo de la solución nutritiva en cualquier momento y una baja posibilidad de intoxicación de la plántula por sobredosis de nutrientes.

⁴ Landis, T. D. 1990. "Growing media". pp. 41-87.

⁵ Hoitink, H. A. J. 1980. "Composted bark, a lightweight growth medium with fungicidal properties". pp. 142-167.

⁶ Iglesias G., L. Inédito. Guía técnica sobre preparación del medio de crecimiento para planta en vivero.

La fertilización de plántulas en los viveros forestales del país, sigue prácticas tradicionales que no son necesariamente la mejor alternativa; en muchos casos, incluso se utilizan fertilizantes formulados para el cultivo de plantas agrícolas, como es el caso de 18-46-00, urea, triple 17 u otros, en cuya fase de preparación se consideraron aplicaciones a cultivos en terreno abierto, y no a plántulas con un medio de crecimiento limitado por un envase o maceta, Iglesias, *op.cit.*

Las altas dosis de fertilización usadas en viveros para promover el crecimiento rápido de la parte aérea en las plantas, pueden resultar contraproducentes. Es factible que se den efectos colaterales como el consumo excesivo de nutrientes (causante de crecimiento desmedido en la parte aérea y/o toxicidad de la planta, especialmente si se trata de nitrógeno), así como inhibición del desarrollo micorrícico⁷.

Iglesias⁸ reportó que en comparación con plantas sin fertilizar, la aplicación excesiva de fertilizantes, restringió el desarrollo radicular en plántulas de *Pinus*, encontrando también un efecto negativo de la alta concentración de nutrientes sobre la micorrización con inóculo artificial.

Otro de los efectos de un consumo excesivo de nitrógeno en vivero, es la prolongación del estado suculento de los tejidos. Lo anterior ocasiona la producción tardía de ramillas y una reducción en la capacidad de sobrevivencia y crecimiento de la planta en campo.

La mejor manera de controlar la fertilidad es a través de análisis químicos de los tejidos de la plántula, realizados con regularidad durante la época de crecimiento y después de la plantación.

El contenido de nitrógeno deseable en los resultados de análisis foliares debe mantenerse en 2% ó ligeramente abajo, con el fin de lograr un mejor desarrollo y sobrevivencia de la planta en campo, (Landis, *op.cit.*).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se llevó a cabo un experimento durante diez meses, en los cuales las plantas se manejaron en tres períodos de desarrollo:

⁷ Iglesias G., L. 1990. Influence of provenance and fertilizer on growth and ectmycorrhizal development of *Pinus sylvestris* L., seedlings.

⁸ Iglesias G., L. 1987. "Dosis y frecuencias de fertilización en *Pinus radiata*". pp. 84-85.

1. Fase de establecimiento, del 10 de octubre de 1991 (fecha de siembra), hasta el 16 de marzo de 1992.
2. Fase de crecimiento rápido, del 23 de marzo hasta el 1º de junio de 1992.
3. Fase de templamiento, del 8 de junio hasta el 24 de julio de 1992.

Localización del estudio.

El experimento se estableció en un vivero de la empresa Provedora Industrial de Chihuahua, S. A., ubicada en Colonia Anáhuac, estado de Chihuahua.

Sustratos.

Los 20 sustratos utilizados como medios de crecimiento fueron conformados con la mezcla, en diferentes proporciones de suelos:

- Forestal.
- Azolve de río.
- Corteza molida de pino.
- Germinaza.
- Turba.
- Carlita.
- Vermiculita.

La desinfección de los sustratos no estériles se hizo utilizando autoclave, al someterlos a una temperatura de 72 °C, durante 48 horas.

Se hizo un análisis químico de la fertilidad de los sustratos, cuyos resultados se encuentran en el apéndice N° 1. (*vid.*, sección Apéndices al final del artículo).

Semilla y plántula.

La plántula de *Pinus durangensis* fue obtenida de semilla cosechada en 1990, en bosques de la mesa del Huracán, ejido el Largo, municipio de Madera, Chihuahua, la cual presentó un porcentaje de germinación aproximado de 60%.

La cantidad de plántula utilizada en el experimento fue de 32 400, para asegurar la existencia de esas plantas, se sembró el 200% de la semilla requerida (64 800), es decir 2.16 kg.

Contenedores y envases.

Se utilizaron 270 cajas contenedores de envase, con capacidad de 120 unidades cada una; el envase fue de plástico negro y de forma cónica, con capacidad de 100 cm³.

PROPORCIÓN DE MEZCLADO (%)							
Sustrato	Azolve de río	Suelo forestal	Corteza molida	Germinaza	Carlita	Turba	Vermiculita
1	50			25	25		
2		50		25	25		
3						50	50
4					25	50	25
5			50				50
6			50		25		25
7			50	25			25
8			50	25	25		
9			60		40		
10			60				40
11			30	30	40		
12			40	40	20		
13			40	40			20
14			80		20		
15				60	40		
16					40	60	
17			60	20			20
18	25	25		25	25		
19	50		25		25		
20		50	25		25		

Cuadro N° 1. Composición de los sustratos ensayados.

Invernadero y media sombra.

El montaje del experimento para las fases de establecimiento y de crecimiento rápido, se llevó a cabo en un espacio de invernadero de 120 m², para la fase de templamiento se utilizó el mismo espacio, pero en condiciones de media sombra con malla de plástico fuera del invernadero.

Fertilización.

Para efectos de identificación, cada rutina de fertilización se marcó con números del uno al nueve.

El apéndice N° 2 (*vid., infra.*), muestra las cantidades totales de N P K aplicada y absorbida por tratamiento.

Rutina 1. Fertilizantes Anáhuac.

Con esta rutina se aplicaron los fertilizantes semisolubles 18-46-00 y 17-17-17, en dosis de 3 g/l; así como el foliar 32-15-05 en dosis de 5 g/l.

Estos fertilizantes fueron mezclados con el agua de riego y aplicados quincenalmente hasta completar seis aplicaciones en el siguiente orden:

1ª	18-46-00
2ª	32-15-05
3ª	32-15-05
4ª	17-17-17
5ª	32-15-05
6ª	32-15-05.

La rutina se repartió hasta el final del experimento, con lo cual se aplicó: 0.1 g/planta de la fórmula 18-46-00; 0.5 g/planta de 32-15-05; y 0.06 g/planta de 17-17-17.

Rutina 2. Osmocote.

Este es un fertilizante de liberación lenta. Su aplicación se realizó por única vez, al mezclarlo con el medio de crecimiento de la planta.

Las cantidades de N P K suministradas con este fertilizante fueron: 18% N; 6% P₂ O₃ y

12% k_2O en cantidades de 5 kg/m³ de sustrato. A ésto se agregó una aplicación mensual de microelementos con humikel plus (Zn, Fe, Mn y Mg).

Con esta rutina se aplicaron 0.45 g de osmocote por planta.

Rutina 3. Fertilizante soluble.

Se prepararon tres soluciones de N P K, basadas en las recomendaciones de Tinus y McDonald⁹, modificadas por Landis *op.cit.*, cuyas concentraciones difieren entre si.

Se obtuvieron así los fertilizantes para cada etapa de crecimiento de la planta.

La aplicación de estas soluciones se hizo con el agua de riego una vez por semana; se suministraron 2.6 ml de fertilizante con 50 ppm de nitrógeno, 100 ppm de fósforo y 100 ppm de potasio por planta en la fase establecimiento.

Así como 2.6 ml de fertilizante con 150 ppm de nitrógeno, 60 ppm de fósforo y 150 ppm de potasio por planta, durante la fase crecimiento rápido.

Por último 2.6 ml de fertilizante con 50 ppm de nitrógeno, 60 ppm de fósforo y 150 ppm de potasio por planta, durante la fase templamiento.

Rutina 4. Humigén plus.

Éste es un complejo biogénésico cuya composición se detalla en el apéndice 4 (*vid., infra.*, sección Apéndices).

Se aplicó un mililitro de humigén plus en el sustrato de cada planta.

Rutina 5. Foligén plus.

Éste es un ácido húmico de aplicación foliar. Su composición se detalla en el apéndice 5, (*vid infra.*).

Se aplicaron 2.75 ml de foligén plus por planta.

⁹ Tinus, R. W. and McDonald, S. E. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouse.

Rutina 6. Glen.

En este fertilizante se utilizó la fórmula N P K 10-52-17, para la fase de establecimiento; 20-20-20, para la de crecimiento rápido y 10-52-17, para la de templamiento, se aplicaron las siguientes dosis:

En la fase establecimiento 0.0048 g por planta de 10-52-17.

En la fase crecimiento rápido 0.0125 g por planta de 20-20-20.

En la de templamiento 0.007 g por planta de 10-52-17.

Rutina 7. Fertilizantes húmicos humathed.

Fertilizantes de concentración N P K 18-18-18. Se aplicaron 1.75 ml de humathed (18-18-18), por planta.

Rutina 8. Fertilizante soluble doble.

En esta rutina se aplicaron los mismos nutrientes descritos en la rutina 3, pero en dosis doble.

Rutina 9. Control.

Las plantas testigo no recibieron fertilización.

Diseño experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores experimentales:

- | | | |
|----|-------------------------|-------------|
| a) | Sustratos | 20 niveles. |
| b) | Rutina de fertilización | 9 niveles. |

Ésto hizo un total de 180 tratamientos con tres repeticiones, dando un total de 540 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en 60 plántulas (32 400 plantas en todo el experimento).

Parámetros de respuesta.

Emergencia.

La medición de plántula emergente se realizó por única vez a los 25 días después de la siembra, registrándose las cavidades o conos con presencia o ausencia de individuos en cada uno de los tratamientos.

Incremento en altura.

A partir de una altura homogénea de las plantas al inicio del experimento, se midió la altura al final del experimento.

Biomasa.

El proceso seco (g) se midió por única vez al término del experimento, separando la raíz de la parte aérea de la planta y secándola en una estufa a 72 °C, durante 48 horas.

Cociente tallo/raíz (Bt/Br).

Los valores de biomasa de las hojas, ramas y tallo (parte aérea), fueron divididos entre la biomasa de la raíz.

Este parámetro se evaluó por única vez al término del estudio.

Análisis de la información.

Se llevó a cabo un análisis de varianza por cada variable de respuesta (excepto para la variable emergencia), seguidos por una prueba de Tukey. El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}.$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Emergencia de plántula.

Los sustratos 1 y 19 presentaron el menor índice de emergencia; se decidió desecharlos

en el desarrollo del estudio por su bajo contenido de material experimental, para el resto de las variables.

A pesar de que la germinación no fue afectada por los sustratos, la emergencia de la plántula se reprimió hasta en un 20% según el sustrato.

Aparentemente ésto fue causado por el endurecimiento superficial del sustrato, provocado por la presencia de alto contenido de arcilla y por las rutinas de riego.

Sin embargo, la superficie seca del sustrato en el envase se provocó intencionalmente en todo el experimento, con el fin de evitar hongos y prevenir el damping-off.

> 90%	GERMINACIÓN POR SUSTRATOS 80-90%	< 80%
7 (CC50G25V25)	2 (S50G25C25)	1 (A50G25C25)
8 (CC50G25C25)	4 (T50C25V25)	3 (T50V50)
12 (CC40G40C20)	5 (CC50V50)	19 (A50CC25C25)
13 (CC40G40V20)	6 (CC50C25V25)	
14 (CC80C20)	9 (CC60C40)	
15 (G60C40)	10 (CC60V40)	
16 (T60C40)	11 (CC30G30C40)	
	17 (CC60G20V20)	
	18 (A25S25G25C25)	
	20 (S50CC25C25)	

Cuadro N° 2. Emergencia de plántulas de *Pinus durangensis* sobre diferentes sustratos. (vid., *infra.* apéndice N° 8).

Altura.

En el análisis de varianza se observa que la altura presentó diferencias significativas, causadas por el efecto combinado de los factores:

Sustratos + fertilizantes (F136.324 = 1.29, P = 0.033).

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	VALOR F	PROB
Sustratos (A)	17	148 377.64	8 728.097	10.59	0.000
Fertilizantes (B)	8	169 863.59	21 232.950	25.76	0.000
AB	136	145 144.58	1 067.240	1.29	0.033
Error	324	266 998.76	842.070		
Total	485	730 384.59			

Cuadro N° 3. Análisis de varianza para la variable altura.

De acuerdo con la prueba de Tukey, los tratamientos que mejores efectos produjeron en la altura de las plántulas, fueron los enlistados en el cuadro N° 4.

TRATAMIENTO (combinación)* SUSTRATO + FERTILIZANTE	\bar{X} ALTURA (mm)
(CC50V50) + (fertilizante soluble)	142.2
(CC60V40) + (fertilizante soluble)	141.3
(CC60G20V20) + (fertilizante soluble doble)	139.9
(CC60G20V20) + (fertilizante soluble)	139.8

* *vid., infra.* apéndice N° 8.

Cuadro N° 4. Tratamientos con la mejor producción de altura de acuerdo con la prueba de Tukey.

Debido al gran número de tratamientos (162), resultantes de la combinación de 18 sustratos con nueve rutinas de fertilización, para la prueba de Tukey, las medidas de los 162 tratamientos se dividieron en tres grupos de 54 y la comparación se corrió para cada grupo.

En consecuencia se obtuvieron muchos traslapes; sin embargo, el interés de este estudio fue detectar únicamente los mejores tratamientos, por lo cual todos aquéllos en que se obtuvieron grandes traslapes (*vid* apéndice 6), se consideran inferiores a los reportados en el cuadro 4, *vid.*, *supra*.

Los sustratos cuya composición incluyó a la corteza de pino en una proporción de entre 50% y 60%, fueron los que se distinguieron por propiciar un desarrollo máximo en la altura de las plantas.

Esto confirmó los resultados encontrados por Iglesias *op.cit.*, en el sentido de que la corteza molida de pino, es quizá, el componente orgánico más prometedor para la producción de plántula en vivero, siempre que ésta sea combinada con vermiculita en proporciones de 20% a 50% y con germinaza hasta en una proporción de 20%.

Para el caso de México, la corteza puede sustituir a otros materiales como la turba y la carlita por razones de economía y disponibilidad.

Milbocker¹⁰ estimó que el costo de la corteza es más o menos equivalente al 50% del precio de la turba.

Los tratamientos que propiciaron la producción de las alturas menores en el estudio, (*vid* apéndice 6), fueron los que se formaron con las combinaciones:

- Del sustrato 15 (60% germinaza, 40% carlita), con las rutinas: 7 (fertilizante húmico), y 5 (foligén).

- El sustrato 18 (25% azolve, 25% suelo forestal, 25% germinaza, 5% carlita), con la rutina 9 (Control).

- El sustrato 11 (30% corteza, 30% germinaza, 40% carlita), con los fertilizantes: 4 (humigén-plus), y 7 (fertilizante húmico).

- El sustrato 6 (50% corteza, 25% carlita, 25% vermiculita), con la rutina 7 (fertilizante húmico).

Los valores alcanzados por estos tratamientos, fueron superados en un 60% aproximadamente, por los valores que produjeron los tratamientos con mayor altura.

¹⁰ Milbocker, D. 1987. Pine bark shows promise for plugs.

De los sustratos que propiciaron las menores alturas en las plantas, algunos incluyeron en su composición materiales inorgánicos, en proporciones de 25% a 50%, como:

- Suelo forestal
- Azolve de río.

Y se combinaron con rutinas como:

- R 4 Humigén-plus
- R 5 Foligén-plus
- R 7 Fertilizante húngico
- R 9 Control.

Lo anterior confirmó la recomendación de Menushia (*com. pers.*), consistente en evitar el uso de suelo mineral en la producción de planta, debido por un lado, al bajo rendimiento de éste y por el otro, al daño ocasionado a los ecosistemas forestales al extraer el suelo, cuando éste se necesita en grandes cantidades.

Otros sustratos, combinados con las rutinas de bajo rendimiento en altura, que produjeron crecimientos pobres en esta variable, incluyeron en su composición a la germinaza en proporciones de 25% hasta 60%, fueron:

- R 4 Humigén-plus
- R 5 Foligén-plus
- R 7 Fertilizante húngico
- R 9 Control.

Lo anterior se atribuyó a que la germinaza propició niveles de toxicidad, de acuerdo con el análisis de sustratos, por su alto contenido de sales, *vid., infra*, apéndice 1.

Lo anterior coincide con lo reportado por Iglesias *op.cit.*, quien encontró que la germinaza propició un alto contenido de sales al mezclarse con azolve de río.

Los sustratos donde la carlita intervino como componente en una proporción de 40%, reportaron también crecimientos bajos en altura de las plantas, al combinarse con rutinas de bajo rendimiento.

En las situaciones en que la carlita se mezcló en proporciones de 20% a 25%, se manifestaron mejores resultados cuando la otra parte de los componentes mayoritarios fue la corteza molida, a diferencia de la asociación con suelo forestal como componente mayoritario.

Estos resultados demostraron que la carlita es, en efecto, un material poco fértil.

Al comparar los materiales inertes, la vermiculita provocó mejores crecimientos que la carlita, debido probablemente a la mayor C I C de la vermiculita.

La turba, en general, no tuvo participación en las mezclas que posibilitaron los mejores crecimientos de altura en las plantas.

El suelo forestal y azolve de río, mezclados en diferentes proporciones con otros materiales, dieron como resultado los crecimientos más bajos en altura de las plantas; independientemente de las rutinas de fertilización con que se combinaron.

Lo anterior confirma que los suelos de monte, sin la ventaja del inóculo micorrícico (ya que se desinfectó antes de la preparación del sustrato), no es un componente indispensable en la producción de planta en vivero.

Se llegó a la certeza que la corteza de pino, molida y preparada como se hizo en este estudio, es un material con las características deseables, tanto como sustrato, como por su fácil manejo en vivero, de acuerdo con lo reportado por los coautores Lennox y Lumis¹¹. Además, Pokorny¹² afirma que la porosidad de este material puede llegar a ser hasta de 43%, lo que es bastante aceptable.

Asimismo, Hoitink *op.cit.*, encontró que la corteza en descomposición reúne una más alta capacidad de intercambio catiónico y ha demostrado inhibir la actividad de hongos patógenos.

Con respecto a las características que afectan la operación de viveros, se ha encontrado que la corteza molida de pino es un material ligero, abundante y barato, que puede ser utilizado en lugar de otros, que si bien presentan buenas características, son de más difícil obtención.

Biomasa.

La variable biomasa se presenta con los promedios generales correspondientes al estado final de las plantas. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($F_{136,324} = 2.42$, $P = 0.000$), causadas por el efecto combinado de los factores sustrato más fertilizante.

¹¹ Lennox, T. L. and Lumis, G. P. 1987. "Evaluation of physical properties of several growing media for use in aerial seedling containers", pp. 165-173.

¹² Pokorny, F. A. 1987. "Available water and root development within the micropores of pine bark particles", pp. 89-92.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE MEDIAS	VALOR F	PROB
Sustratos (A)	17	96.961	5.704	20.2020	0.000
Fertilizantes (B)	8	129.042	16.130	57.1350	0.000
AB	136	93.227	0.685	2.4281	0.000
Error	324	91.470	0.282		
Total	485	410.700			

Cuadro N° 5. Análisis de varianza para la variable biomasa.

Como se hizo para la altura, esta variable también fue dividida en tres grupos para separar los tratamientos con la prueba de Tukey.

Se observa que los tratamientos que mejor efecto produjeron en la biomasa total de las plantas, son los que se detallan en el cuadro N° 6, *vid., infra*.

TRATAMIENTO (combinación)* SUSTRATO + FERTILIZANTE	\bar{X} BIOMASA (g)
(CC60V40) + (fertilizante soluble doble)	4.38
(CC40G40V40) + (fertilizante soluble)	4.23
(CC50V50) + (fertilizante soluble doble)	4.16
(CC80C20) + (fertilizante soluble doble)	3.84
(CC60G20V20) + (fertilizante soluble)	3.70

* *vid., infra*. apéndice N° 8.

Cuadro N° 6. Tratamientos con la mejor producción de biomasa de acuerdo con la prueba de Tukey.

La corteza molida, en una proporción que oscila entre 40% y 80%, así como la vermiculita usada entre 20% y 50% del total de la mezcla, fueron componentes comunes en los sustratos, que combinados con las rutinas 3 (fertilizante soluble) y 8 (fertilizante soluble doble), propiciaron la mayor producción de biomasa en las plantas.

Se agregó la germinaza como otro de los elementos en los sustratos que produjeron mayor biomasa, siempre y cuando éstos fueran combinados con las rutinas 3 y 8.

Cuando los sustratos con un contenido de germinaza entre 25% y 60%, se combinaron con rutinas como la 4 (humigén-plus), la 5 (foligén-plus), 6 (Glen), 7 (fertilizante húmico) y 9 (control), se produjeron las menores biomásas generadas en las plantas.

Los tratamientos que produjeron los resultados más pobres en biomasa fueron los que se arreglaron con la combinación de:

- El sustrato 15 (60% germinaza, 40% carlita), con las rutinas 6 (Glen), 4 (humigén-plus), 7 (fertilizante húmico) y 9 (control).

- Del sustrato 18 (25% azolve, 25% suelo forestal, 25% germinaza, 25% carlita), con la rutina 9 (control).

- Del sustrato 9 (60% corteza, 40% vermiculita), con la rutina 4 (humigén-plus).

- Del sustrato 11 (30% corteza, 30% germinaza, 40% carlita), con la rutina 7 (fertilizante húmico).

- Del sustrato 2 (50% suelo forestal, 25% germinaza, 25% carlita), con las rutinas 6 (Glen) y 9 (control).

- Del sustrato 6 (50% corteza, 25% carlita, 25% vermiculita), con la rutina 9 (control).

Al hablar de componentes con fertilidad de origen, el suelo forestal y azolve de río fueron causantes de que las plantas produjeran las biomásas más bajas, lo que confirmó el resultado en la variable altura.

La germinaza como componente mayoritario dentro de un sustrato, demostró restringir significativamente el desarrollo de las plantas, al ocasionarles la producción más baja de biomasa y la menor altura.

El causante aparente de este efecto es el alto contenido de sales.

Los tratamientos con los menores valores alcanzados en biomasa por las plantas, fueron

superados por los mayores en 533 %, aproximadamente.

Cociente tallo/raíz (Bt/Br).

El análisis de varianza de este parámetro, indicó también diferencias estadísticas altamente significativas ($F_{136,324} = 1.60$, $P = 0.0003$), causadas por la interacción sustrato más fertilizante.

Lo anterior demuestra que la combinación de los factores experimentales reflejó un fuerte efecto sobre esta variable.

La respuesta de la variable cociente tallo/raíz a los tratamientos, no presentó tendencia definida en relación con la combinación de los factores experimentales; el rango considerado como aceptable para esta variable, fue obtenido por tratamientos donde se combinaron todos los sustratos ensayados, con todos los fertilizantes bajo estudio

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE MEDIAS	VALOR F	PROB
Sustratos (A)	17	18.115	1.066	3.6243	0.0000
Fertilizantes (B)	8	51.039	6.380	21.6994	0.0000
AB	136	64.274	0.473	1.6074	0.0003
Error	324	95.260	0.294		
Total	485	228.260			

Cuadro N° 7. Análisis de varianza para la variable cociente tallo/raíz.

De igual forma, en los tratamientos donde no se alcanzó el rango aceptable para la variable tallo/raíz, participaron todos los sustratos y todos los fertilizantes.

De lo anterior se infiere que la variable cociente tallo/raíz, debe ser combinada con la altura y biomasa, para seleccionar los tratamientos que produzcan los mejores resultados, ya que por si sola no es representativa.

Es decir, deben seleccionarse los tratamientos con las mejores alturas, las mejores biomásas y aquéllos que obtengan el cociente buscado.

En el comportamiento del cociente tallo/raíz en estudio, se aprecia que de un total de 162 tratamientos, solamente el 45.6% (74), de ellos produjeron una buena proporción en el valor del cociente aceptable.

De acuerdo a la propuesta de Glen¹³, quien mencionó que para el caso de plantaciones en Chihuahua con la especie de *Pinus durangensis* se deben producir las plantas en vivero con un cociente dentro de un rango de 2 a 2.5 para lograr calidad óptima.

Debe de aclararse que el cociente tallo/raíz es un valor que ha de ser determinado en gran medida por las características edafológicas y climatológicas de las áreas sujetas a reforestar; algunos sitios exigirán en las plantas una mayor cantidad de biomasa aérea, mientras que otras por el contrario requerirán de raíces más desarrolladas.

CONCLUSIONES.

- Los tratamientos que produjeron las mejores características de altura y biomasa en las plantas, fueron los resultantes de la combinación de las rutinas de fertilizantes solubles en dosis sencilla y doble, con los sustratos que contienen rangos de:

- 40% a 80% de corteza molida de pino
- 20% a 50% de vermiculita
- 20% a 40% de germinaza
- 20% de carlita.

- Los sustratos con alto contenido de arcilla proveniente de azolve reprimen la emergencia de las plántulas.

- Los componentes minerales, azolve de río y suelo forestal, provocaron el desarrollo más bajo en altura y biomasa de las plantas.

- La germinanza presentó niveles altos de toxicidad en las plantas, al observar alto índice de conductividad eléctrica por la formación de sales, lo que influyó negativamente en el desarrollo general de las plántulas.

¹³ Glen, L. 1991. Anahuac nursery report.

- La vermiculita propició en general mejores crecimientos que la carlita, debido quizá a su mayor capacidad de intercambio catiónico.

- La carlita usada como componente en proporción de 40%, provocó el crecimiento en altura más bajo, en comparación a la proporción de 20% a 25% del mismo material mezclado con corteza molida de pino.

- La carlita no ofreció buenos crecimientos en proporciones mayores al 25%.

- La turba fue superada en todos los casos por la corteza molida de pino, en la producción de crecimientos generales en la planta.

- Todos los tratamientos ensayados produjeron plantas con una relación adecuada entre los crecimientos de las partes aérea y radicular, para ser plantadas bajo las condiciones climáticas y edafológicas de la zona de transición, entre el macizo forestal y otros usos del suelo en el estado de Chihuahua.

- Las rutinas de fertilización que produjeron los mejores crecimientos en las plantas, tanto en altura como en biomasa, fueron los fertilizantes no comerciales preparados para este estudio:

Nº 3	Soluble
Nº 8	Soluble doble.

- Cuyas aplicaciones por planta durante 40 aplicaciones en 40 semanas fueron, respectivamente:

Nº 3	De 0.25 g de N, 0.22 g de P y 0.4 g de K.
Nº 8	De 0.5 g de N, 0.44 g de P y 0.8 g de K.

BIBLIOGRAFÍA.

Galván M., P. 1983. Situación actual de los viveros forestales en la región central. Tesis Profesional. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 157 p.

Glen, L. 1991. Anáhuac nursery report. P I C H I S A. 198 p.

- Hoitink, H. A. J. 1980. "Composted bark, a lightweight growth medium with fungicidal properties". *Plant disease* 64 (2). pp. 142-167.
- Iglesias G., L. 1987. "Dosis y frecuencias de fertilización en *Pinus radiata*". *En: Avances de la investigación forestal en el estado de Chihuahua*. México. I N I F A P S A R H. pp. 84-85.
- Iglesias G., L. 1990. Influence of provenance and fertilizer on growth and ectmycorrhizal development of *Pinus sylvestris* L. seedlings. Tesis Maestría Ciencias Universidad de Edimburgo, Escocia. 60 p.
- Iglesias G., L. Inédito. Guía técnica sobre preparación del medio de crecimiento para planta en vivero.
- James, B. L. 1987. "Propagation media: what a grower needs to know". Combined Proceedings, International Plant Propagator's Society Meeting. 36. pp. 396-399.
- Landis, T. D. 1989. "Mineral nutrients and fertilization". T. D. Landis; R.W., Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett eds. *Seedling nutrition and irrigation*. Washington, D.C. U S D A Forest Service. *The container tree nursery manual*. Agricultural handbook 4. 674, pp. 1-67.
- Landis, T. D. 1990. "Growing media". T. D. Landis; R.W. Tinus; S.E. McDonald; J. P. Barnet. eds. *Containers and Growing Media*. Washington, D. C. U S D A Forest Service. *Container tree nursery Manual*. Agricultural handbook 2. 674. pp. 41-87.
- Lennox, T. L. and Lumis, G. P. 1987. "Evaluation of physical properties of several growing media for use in aerial seedling containers". *Canadian journal of forest research* 17. pp. 165-173.
- Milbocker, D. 1987. Pine bark shows promise for plugs. *Greenhouse manager* 5. 11. 12p.
- Pokorny, F. A. 1987. "Available water and root development within the micropores of pine bark particles". *Journal of environmental horticulture*. 5. 2. pp. 89-92.
- Tinus, R. W. and McDonald, S. E. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouse. General technical report RM-60. Ft. Collins, CO. U S D A Forest Service, Rocky Mountain and Range Experiment Station. 256 p.

APÉNDICES.

Apéndice 1.

Resultado del análisis de fertilidad de los sustratos, practicado antes de la aplicación de tratamientos. Thedal Internacional, S A.

SUSTRATO	pH	CE	F E R T I L I D A D						
			%MO	%N	ppmP	ppmK	ppmCa	ppmMg	ppmCl
1	6.8	3.0	3.7	0.13	9.50	140.0	312	49.0	669
2	7.0	2.1	4.3	0.11	12.00	110.0	400	57.0	794
3	6.8	0.5	18.3	0.21	14.50	50.0	150	37.5	40
4	6.5	0.4	21.5	0.21	12.70	100.0	150	24.0	52
5	7.2	0.5	18.3	0.19	17.25	65.0	150	26.0	40
6	7.2	0.6	22.8	0.16	7.00	45.0	150	14.0	27
7	4.6	2.2	23.8	0.25	27.50	425.0	270	28.0	317
8	6.4	2.0	27.8	0.17	60.00	332.0	620	33.0	1850
9	7.0	0.6	23.4	0.20	18.00	37.5	130	14.0	30
10	7.1	0.4	27.5	0.11	9.00	42.5	500	7.0	35
11	6.1	2.2	23.1	0.27	58.00	480.5	550	9.0	2500
12	6.4	2.8	28.5	0.25	57.00	662.5	750	92.0	3176
13	6.6	2.2	25.6	0.27	56.00	550.5	150	120.0	2700
14	7.0	0.6	25.5	0.22	6.70	130.5	125	10.5	27
15	6.3	3.8	28.8	0.37	53.50	750.5	600	90.0	5000
16	6.6	1.8	27.8	0.31	37.70	362.5	270	43.5	72
17	6.5	0.6	26.6	0.18	29.00	35.5	475	68.0	180
18	6.8	3.0	4.9	0.18	10.87	220.5	825	55.0	3176
19	6.8	1.2	5.7	0.12	6.25	70.5	225	45.5	45
20	7.1	0.8	6.5	0.11	5.00	31.5	300	10.8	25

Apéndice 2.

Comportamiento de la adición total y absorción final de N P K g/planta, de acuerdo con las rutinas de fertilización.

Rutina de fertilización	NITRÓGENO			FÓSFORO			POTASIO		
	Ap	Ab	%	Ap	Ab	%	Ap	Ab	%
1 Anáhuac	0.188	0.04	21.0	0.131	0.004	3.0	0.0035	0.014	40.00
2 Osmocote	0.081	0.04	49.0	0.027	0.003	11.0	0.054	0.022	40.00
3 Fert. sol.	0.250	0.04	16.0	0.220	0.005	10.0	0.400	0.021	0.52
4 Humigén	0.0096	0.02	208.0	0.041	0.002	5.0	0.110	0.011	10.00
5 Foligén	0.265	0.02	7.5	0.114	0.002	2.0	0.303	0.011	3.00
6 Glen	0.0037	0.02	540.0	0.0086	0.002	23.0	0.0045	0.015	333.00
7 Fert. hum.	0.315	0.02	6.0	0.315	0.002	0.6	0.315	0.011	3.00
8 F. sol. doble	0.500	0.02	10.0	0.440	0.006	1.0	0.800	0.021	3.00
9 Control	0.0	0.02	/	0.0	0.001	/	0.0	0.021	/

Ap = Aplicado.

Ab = Absorvido.

Apéndice 3.

Tabla general de aplicaciones de fertilizantes solubles líquidos, para una fertilización constante de plántula en envase.

NUTRIENTE MINERAL	DOSIS DE APLICACIÓN (ppm)		
	FASE I	FASE II	FASE III
Macronutrientes			
N	50	150	50
P	100	60	60
K	100	150	150
Ca	80	80	80
Mg	40	40	40
S	60	60	60
Micronutrientes			
Fe	4.00	4.00	4.00
Mn	0.80	0.80	0.80
Zn	0.32	0.32	0.32
Cu	0.15	0.15	0.15
Mo	0.02	0.02	0.02
B	0.50	0.50	0.50
Cl	4.00	4.00	4.00

Fuente: Modificación de Tinus y McDonald *op.cit.*; *cit. pos.* Landis *et al.*

FASE I = Fase de establecimiento. FASE II = Fase de crecimiento. FASE III = Fase de templamiento

Apéndice 4.

Garantía de composición de Humigén plus. Thedal Internacional, S A de C V.

Ácidos húmicos	.....	12.50%
Nitrógeno total	.....	9.66%
Fósforo total	.....	4.18%
Potasio	.....	11.03%
Calcio	.....	0.80%
Azufre	.....	0.80%
Ácido giberélico	.....	20 ppm
MATERIA ORGÁNICA		
Carbono	.....	28.90%
Oxígeno	.....	7.52%
Hidrógeno	.....	4.00%

Apéndice 5.

Garantía de composición de Foligén plus. Thedal Internacional S A de C V.

Nitrógeno total	.....	9.66%
Fósforo total	.....	4.18%
Potasio	.....	11.03%
Ácido húmico	.....	12.50%
Calcio	.....	0.91%
Azufre	.....	600 ppm
Zinc	.....	500 ppm
Manganeso	.....	500 ppm
Magnesio	.....	500 ppm
Ácido giberélico	.....	20 ppm
MATERIA ORGÁNICA		
Carbón	.....	20.00%
Oxígeno	.....	6.16%
Hidrógeno	.....	4.60%

Apéndice 6.

Comparación y agrupación de tratamientos con la prueba de diferencia significativa de Tukey, para altura. (54 tratamientos).

Tratamiento (sust + fer)	Valor (altura mm)	Agrupación
(CC50V50) +(Fert. soluble)	142.2	A
(CC50V50) + (Fert. sol. doble)	135.6	AB
(CC50G25V25) + (Foligén)	124.0	BC
(CC50V50) + (Osmocote)	122.4	BCD
(CC50G25V25) +(Fert. sol. doble)	118.9	CDE
(CC50G25V25) + (Fert. sol.)	116.3	CDEF
(T50V50) + (Fert. sol.)	115.6	CDEF
(T50V50) + (Fert. sol. doble)	114.6	CDEFG
(T50V50) + (Osmocote)	112.4	CDEFGH
(T50C25V25) + (Glen)	112.4	CDEFGH
(CC50C25V25) + (Fert. sol. doble)	110.2	CDEFGHI
(CC50V50) + (Glen)	109.1	DEFGHIJ
(CC50V50) + (Anáhuac)	108.2	EFGHIJ
(T50C25V25) + (Fert. sol. doble)	107.1	EFGHIJ
(T50C25V25) + (Fert. sol.)	106.1	EFGHIJ
(CC50C25V25) + (Fert. sol.)	106.0	EFGHIJ
(CC50C25V25) + (Glen)	104.9	FGHIJ
(CC50C25V25) + (Anáhuac)	103.3	FGHIJ
(CC50V50) + (Foligén)	100.9	GHIJK
(CC50C25V25) + (Foligén)	98.9	HJKLM
(CC50C25V25) + (Anáhuac)	97.8	IJKLM
(CC50V50) + (Control)	97.4	IJKLM
(T50C25V25) + (Osmocote)	97.3	IJKLM
(CC50V50) + (Fert. húmico)	96.2	JKLM
(T50C25V25) + (Anáhuac)	88.6	KLM
(CC50C25V25) + (Control)	87.1	KLMN
(T50C25V25) + (Foligén)	85.3	LMNO
(S50G25C25) + (Fert. sol.)	85.3	LMNO
(T50V50) + (Foligén)	81.6	MNOP
(T50C25V25) + (Control)	80.9	MNOPQ
(CCT0G25V25) + (Osmocote)	79.3	MNOPQ
(CC50G25V25) + (Glen)	76.7	MNOPQR
(T50V50) + (Fert. húmicos)	76.2	MNOPQR
(CC50G25V25) + (Control)	75.5	MNOPQR
(CC50V50) + (Humigén)	74.8	NOPQR
(T50C25V25) + (Fert. húmicos)	74.3	NOPQR
(S50G25C25) +(Fert. sol. doble)	73.3	NOPQR
(T50V50) + (Glen)	72.9	OPQR
(S50G25C25) + (Osmocote)	71.6	OPQRS
(T50C25V25) + (Humigén)	71.6	OPQRS
(T50V50) + (Anáhuac)	70.0	PQRS
(CC50G25V25) + (Fert. húmicos)	69.5	PQRS
(S50G25C25) + (Glen)	67.3	QRS
(CC50C25V25) + (Anáhuac)	63.1	RST
(T50V50) + (Control)	58.0	STU
(CC50G25V25) + (Humigén)	52.8	TUV
(T50V50) + (Humigén)	50.4	TUVW
(CC50C25V25) + (Humigén)	48.3	UVW
(S50G25C25) + (Fert. húmicos)	46.3	UVW
(S50G25C25) + (Anáhuac)	46.1	UVW
(S50G25C25) + (Humigén)	43.3	VW
(S50G25C25) + (Foligén)	43.0	VW
(S50G25C25) + (Control)	37.0	WX
(CC50C25V25) + (Fert. húmicos)	23.3	X

CLAVES:

CC = Corteza molida de pino.

S = Suelo forestal

A = Azolve de río

V = Vermiculita

G = Germinaza

C = Carlita

T = Turba

El N° adelante de

las letras, es el

porcentaje por

material.

Apéndice 6. Continuación...

Tratamiento (sust +fert)	Valor (altura mm)	Agrupación
(CC60V40) + (Fert.sol. doble)	141.3	A
(CC60V40) + (Fert. soluble)	137.8	AB
(CC60V40) + (Glen)	137.6	AB
(CC50G25C25) + (Fert. sol. doble)	137.3	ABC
(CC60C40) + (Glen)	127.1	BCD
(CC60C40) + (Foligén)	127.0	BCD
(CC50G25C25) + (Fert. soluble)	126.8	BCD
(CC30G30C40) + (Glen)	124.9	BCD
(CC30G30C40) + (Fert. soluble)	123.6	CD
(CC60V40) + (Foligén)	123.5	CD
(CC60V40) + (Fert.soluble)	121.9	DE
(CC30G30C40)+(Fert. sol. doble)	121.3	DEF
(CC60C40) + (Fert. sol. doble)	120.3	DEF
(CC60C40) + (Fert.sol. doble)	118.1	DEF
(CC40G40C20)+(Fert. soluble)	117.9	DEF
(CC60C40) + (Control)	117.2	DEF
(CC40G40C20) + (Fert. sol. doble)	113.4	DEFG
(CC50G25C25) + (Osmocote)	109.4	EFGH
(CC40G40C20) + (Osmocote)	108.7	EFGH
(CC50G25C25) + (Anáhuac)	107.6	FGHI
(CC40G40V20) + (Control)	102.8	GHIJ
(CC30G30C40) + (Control)	98.4	HIJK
(CC60V40) + (Anáhuac)	98.3	HIJK
(CC30G40V20) + (Foligén)	98.1	HIJK
(CC40G40V20) + (Foligén)	94.5	IJKL
(CC40G40C20) + (Anáhuac)	90.5	JKL
(CC40G40V20) + (Glen)	89.3	JKLM
(CC60V40) + (Osmocote)	88.4	KLMN
(CC50G25C25) + (Humigén)	87.6	KLMNO
(CC60C40) + (Anáhuac)	85.5	KLMNO
(CC50G25C25) + (Foligén)	85.5	KLMNO
(CC40G40V20) + (Foligén)	81.7	LMNOP
(CC40G40C20) + (Fert. húmicos)	78.5	MNOPQ
(CC30G30C40) + (Anáhuac)	74.7	NOPQR
(CC60C40) + (Osmocote)	74.4	OPQR
(CC50G25C25) + (Fert. Húmicos)	74.0	OPQR
(CC40G40C20) + (Glen)	71.2	PQRS
(CC40G40C20) + (Control)	70.6	PQRS
(CC40G40V20) + (Fert. sol. doble)	69.5	PQRS
(CC60V40) +(Fert. húmico)	68.7	PQRST
(CC40G40C20) + (Humigén)	64.7	QRSTU
(CC40G40V20) + (Anáhuac)	64.3	RSTU
(CC40G40V20) + (Fert. soluble)	59.5	STUV
(CC40G40V20) + (Osmocote)	55.3	TUVW
(CC30G30C40) + (Osmocote)	52.8	UVW
(CC60V40) + (Humigén)	51.1	UVWX
(CC50G25C25) + (Glen)	47.1	VWXY
(CC60C40) + (Fert. húmicos)	43.3	WXYZ
(CC60C40) + (Humigén)	38.3	XYZ
(CC60C40) + (Fert. húmicos)	34.1	YZ[
(CC40G40C20) + (Humigén)	30.8	]Z
(CC50G25C25) + (Control)	21.7	|
(CC30G30C40) + (Humigén)	00.0	/
(CC30G30C40) + (Fert. húmicos)	00.0	/

CLAVES:

CC = Corteza de pino
molida
S = Suelo forestal
A = Azolve de río
V = Vermiculita
G = Germinaza
C = Carlita
T = Turba

El N° adelante de
las letras, es el
porcentaje por material.

Apéndice 6. Continuación . . .

Tratamiento (sust + fert)	Valor (altura mm)	Agrupación
(CC60G20V20) + (Fert. sol. doble)	139.9	A
(CC60G20V20) + (Fert. sol)	139.8	A
(CC60G20V20) + (Glen)	125.0	B
(CC60G20V20) + (Foligén)	114.4	BC
(CC60G20V20) + (Anáhuac)	106.0	CD
(A25S25G25C25) + (Fert. soluble)	102.2	CDE
(S50CC25C25) + (Fert. sol. doble)	101.7	CDEF
(T60C40) + (Fert. sol. doble)	101.1	CDEF
(S50CC25C25) + (Fert. soluble)	100.6	DEF
(T50C40) + (Fert. soluble)	100.2	DEF
(CC60G20V20) + (Osmocote)	99.5	DEF
(A25S25G25C25) + Osmocote)	94.6	DEFG
(CC80C20) + (Fert. soluble)	93.8	DEFG
(A25S25G25C25) + (Fert. sol. doble)	93.5	DEFG
(CC60G20V20) + (Control)	93.4	DEFGH
(CC80C20) + (Glen)	91.8	EFGHI
(S50CC25C25) + (Foligén)	89.4	EFGHI
(CC80C20) + (Osmocote)	89.1	EFGHI
(S50CC25C25) + (Anáhuac)	88.0	FGHIJ
(T60C40) + (Foligén)	85.4	GHIJK
(S50CC25C25) + (Glen)	85.2	GHIJK
(A25S25G25C25) + (Anáhuac)	83.5	GHIJK
(CC60G20V20) + (Fert. húmicos)	79.6	HIJKL
(T60C40) + (Osmocote)	79.2	IJKL
(S50CC25C25) + (Fert. húmicos)	79.1	IJKL
(G60C40) + (Fert. soluble)	74.5	JKLM
(T60C40) + (Anáhuac)	73.8	KLMN
(S50CC25C25) + (Control)	72.6	KLMNO
(T60C40) + (Glen)	71.9	KLMNOP
(CC80C20) + (Control)	69.3	LMNOP
(S50CC25C25) + (Osmocote)	69.2	LMNOP
(CC80C20) + (Fert. sol. doble)	67.8	LMNOP
(A25S25G25C25) + (Fert. húmicos)	67.1	LMNOP
(T60C40) + (Fert. húmicos)	66.2	LMNOPQ
(G60C40) + (Fert. sol. doble)	63.3	MNOPQR
(T60C40) + (Control)	61.6	MNOPQR
(A25S25G25C25) + (Humigén)	60.8	MNOPQRS
(CC80C20) + (Foligén)	60.3	NOPQRS
(A25S25G25C25) + (Glen)	59.9	OPQRS
(S50CC25C25) + (Humigén)	58.5	PQRS
(T60C40) + (Humigén)	53.1	QRST
(CC60G20V20) + (Humigén)	52.7	QRSTU
(CC80C20) + (Anáhuac)	50.1	RSTU
(A25S25G25C25) + (Foligén)	47.7	STUV
(CC80C20) + (Humigén)	47.6	STUV
(G60C40) + (Osmocote)	41.3	TUVW
(G60C40) + (Glen)	39.1	UVW
(G60C40) + (Humigén)	36.1	VWX
(G60C40) + (Anáhuac)	32.5	WXY
(G60C40) + (Control)	30.8	WXY
(CC80C20) + (Fert. húmicos)	25.0	XY
(G60C40) + (Fert. húmicos)	22.5	XY
(A25S25G25C25) + (Control)	21.7	Y
(G60C40) + (Foligén)	21.6	Y

CLAVES:

CC = Corteza molida
de pino

S = Suelo forestal

A = Azofo de río

V = Vermiculita

G = Germinaza

C = Carlita

T = Turba

El N° adelante de

las letras, es el
porcentaje por material

Apéndice 7.

Comparación y agrupación de tratamientos con la prueba de diferencia significativa de Tukey, para biomasa. (54 tratamientos)

Tratamientos (sust + fert)	Valor (biomasa gr)	Agrupación
(CC50V50) + (Fert. sol. doble)	4.16	A
(T50V50) + (Fert. sol. doble)	3.21	B
(CC50G25V25) + (Fert. sol. doble)	2.90	C
(CC50V50) + (Fert. soluble)	2.80	CD
(CC50V50) + (Osmocote)	2.78	CD
(CC50V50) + (Glen)	2.65	CDE
(CC50C25V25) + (Fert. soluble)	2.55	DEF
(T50C25V25) + (Fert. sol. doble)	2.45	EF
(T50V50) + (Fert. soluble)	2.38	FG
(CC50G25V25) + (Fert. soluble)	2.30	FGH
(CC50G25V25) + (Osmocote)	2.16	GHI
(CC50C25V25) + (Osmocote)	2.16	GHI
(CC50C25V25) + (Fert. sol. doble)	2.15	GHIJ
(T50V50) + (Foligén)	2.11	HIJ
(T50C25V25) + (Osmocote)	2.03	IJK
(T50V50) + (Osmocote)	2.03	IJK
(S50G25C25) + (Fert. soluble)	2.00	IJKL
(T50C25V25) + (Glen)	1.98	IJKL
(CC50C25V25) + (Glen)	1.96	IJKL
(CC50V50) + (Anáhuac)	1.91	IJKLM
(CC50G25V25) + (Control)	1.90	JKLMN
(CC50V50) + (Glen)	1.81	KLMNO
(CC50C25V25) + (Anáhuac)	1.76	LMNOP
(CC50C25V25) + (Fert. húmicos)	1.76	LMNOP
(CC50V50) + (Fert. húmicos)	1.75	LMNOPQ
(T50V50) + (Anáhuac)	1.70	MNOPQR
(T50V50) + (Humigén)	1.66	MNOPQRS
(CC50G25V25) + (Fert. húmicos)	1.65	NOPQRS
(CC50G25V25) + (Anáhuac)	1.65	NOPQRS
(T50C25V25) + (Foligén)	1.58	OPQRST
(S50G25C25) + (Humigén)	1.56	OPQRST
(CC50C25V25) + (Foligén)	1.56	OPQRST
(CC50G25V25) + (Foligén)	1.55	PQRSTU
(CC50V50) + (Foligén)	1.51	PQRSTUV
(CC50V50) + (Control)	1.51	PQRSTUV
(CC50V50) + (Humigén)	1.50	QRSTUV
(T50V50) + (Glen)	1.48	RSTUV
(T50V50) + (Fert. sol. doble)	1.48	RSTUV
(CC50C25V25) + (Humigén)	1.46	RSTUV
(S50G25C25) + (Osmocote)	1.46	RSTUV
(T50C25V25) + (Anáhuac)	1.46	RSTUV
(T50C25V25) + (Humigén)	1.45	RSTUV
(T50C25V25) + (Fert. soluble)	1.43	STUV
(S50G25C25) + (Foligén)	1.38	TUV
(CC50G25V25) + (Humigén)	1.35	TUVW
(T50C25V25) + (Fert. húmicos)	1.30	UVW
(T50V50) + (Control)	1.30	UVW
(T50V50) + (Fert. húmicos)	1.28	UVW
(S50G25C25) + (Anáhuac)	1.28	UVW
(T50V50) + (Fert. húmicos)	1.28	UVW
(T50C25V25) + (Control)	1.26	UVWX
(S50G25C25) + (Glen)	1.10	WX
(CC50C25V25) + (Control)	1.01	X
(S50G25C25) + (Control)	0.68	Y

CLAVES:

CC = Corteza molida de pino

S = Suelo forestal

A = Azolve de río

V = Vermiculita

G = Germinaza

C = Carlita

T = Turba

El N° adelante de las letras, es el porcentaje por material

Apéndice 7. Continuación . . .

Tratamientos (sust + fert)	Valor (biomasa gr)	Agrupación
(CC60V40) + (Fert. sol. doble)	4.38	A
(CC40G40V20) + (Fert. soluble)	4.23	A
(CC50G25C25) + (Fert. sol. doble)	3.76	B
(CC60C40) + (Osmocote)	3.68	BC
(CC40G40V20) + (Fert. sol. doble)	3.46	CD
(CC50G25C25) + (Osmocote)	3.38	DE
(CC30G30C40) + (Fert. soluble)	3.35	DEF
(CC30G30C40) + (Fert. sol. doble)	3.25	DEFG
(CC40G40C20) + (Fert. sol. doble)	3.23	DEFGH
(CC50G25C25) + (Fert. soluble)	3.20	EFGH
(CC40G40C20) + (Fert. soluble)	3.20	EFGH
(CC60C40) + (Fert. soluble)	3.18	EFGHI
(CC60V40) + (Fert. sol. doble)	3.11	FGHI
(CC60V40) + (Glen)	3.08	GHI
(CC30G30C40) + (Glen)	2.98	HIJ
(CC60V40) + (Osmocote)	2.93	IJ
(CC40G40C20) + (Osmocote)	2.80	JK
(CC60C40) + (Glen)	2.27	JK
(CC50G25C25) + (Glen)	2.75	JKL
(CC40G40V20) + (Humigén)	2.60	KL
(CC50G25C25) + (Fert. húmicos)	2.60	KL
(CC60V40) + (Fert. soluble)	2.56	KL
(CC40G40V20) + (Osmocote)	2.51	L
(CC40G40V20) + (Control)	2.20	M
(CC30G30C40) + (Control)	2.15	MN
(CC50G25C25) + (Foligén)	2.10	MNO
(CC40G40V20) + (Anáhuac)	2.03	MNOP
(CC40G40C20) + (Anáhuac)	2.01	MNOP
(CC50G25C25) + (Humigén)	2.01	MNOP
(CC30G30C40) + (Osmocote)	1.98	MNOP
(CC60V40) + (Humigén)	1.98	MNOP
(CC40G20) + (Anáhuac)	1.96	MNOPQ
(CC40G40C20) + (Glen)	1.93	NOPQR
(CC60V40) + (Fert. húmico)	1.91	NOPQR
(CC60C40) + (Anáhuac)	1.88	OPQR
(CC60C40) + (Control)	1.86	OPQR
(CC40G40C20) + (Foligén)	1.85	OPQRS
(CC60C40) + (Foligén)	1.80	PQRST
(CC30G30C40) + (Anáhuac)	1.78	PQRST
(CC60V40) + (Foligén)	1.78	PQRST
(CC40G40V20) + (Fert. húmicos)	1.71	QRSTU
(CC40G40V20) + (Foligén)	1.68	RSTU
(CC40G40V20) + (Glen)	1.60	STUV
(CC40G40C20) + (Humigén)	1.58	TUV
(CC40G40C20) + (Control)	1.50	UVW
(CC30G30C40) + (Foligén)	1.48	VWX
(CC50G25C25) + (Control)	1.38	VWX
(CC60V40) + (Anáhuac)	1.25	WXY
(CC60V40) + (Control)	1.23	XY
(CC60C40) + (Fert. húmicos)	1.05	YZ
(CC30G30C40) + (Humigén)	1.03	YZ
(CC40G40V20) + (Fert. húmicos)	1.01	YZ
(CC60V40) + (Humigén)	0.90	Z
(CC30G30C40) + (Fert. húmicos)	0.40	|

CLAVES:

CC = Corteza molida
de pino

S = Suelo forestal

A = Azolve de río

V = Vermiculita

G = Germinaza

C = Carlita

T = Turba

El N° adelante de
las letras, es el
porcentaje por material

Apéndice 7. Continuación . . .

Tratamiento (sust + fert)	Valor (biomasa gr)	Agrupación
(CC80C20) + (Fert. sol. doble)	3.83	A
(CC60G20V20) + (Fert. soluble)	3.70	A
(T60C40) + (Fert. sol. doble)	3.36	B
(CC60G20V20) + (Osmocote)	3.18	BC
(CC80C20) + (Osmocote)	3.13	BCD
(CC60G20V20) + (Fert. sol. doble)	3.00	CD
(CC80C20) + (Fert. soluble)	2.88	DE
(CC60G20V20) + (Glen)	2.71	EF
(CC60G20V20) + (Humigén)	2.53	FG
(S50C25C25) + (Anáhuac)	2.51	FG
(S50C25C25) + (Fert. soluble)	2.31	GH
(CC60G20V20) + (Fert. húmicos)	2.30	GHI
(CC60G20V20) + (Control)	2.15	HIJ
(CC80C20) + (Fert. húmicos)	2.10	HIJ
(CC60G20V20) + (Foligén)	2.08	HIJK
(CC80C20) + (Glen)	2.05	IJK
(A25S25G25C25) + (Osmocote)	2.00	JKL
(T60C40) + (Fert. soluble)	1.90	JKLM
(A25S25G25C25) + (Fert. soluble)	1.83	KLMN
(CC80C20) + (Anáhuac)	1.76	LMNO
(S50C25C25) + (Glen)	1.68	LMNOP
(A25S25G25C25) + (Humigén)	1.66	MNOPQ
(S50C25C25) + (Fert. húmicos)	1.65	MNOPQ
(G60C40) + (Fert. soluble)	1.63	NOQP
(S50C25C25) + (Osmocote)	1.56	OPQR
(S50C25C25) + (Fert. sol. doble)	1.53	OPQRS
(S50C25C25) + (Humigén)	1.50	PQRS
(A25S25G25C25) + (Fert. húmicos)	1.48	PQRST
(A25S25G25C25) + (Glen)	1.48	PQRST
(CC60G20V20) + (Anáhuac)	1.45	PQRST
(A25S25G25C25) + (Fert. sol. doble)	1.43	PQRST
(CC80C20) + (Foligén)	1.41	QRSTU
(CC80C20) + (Humigén)	1.35	RSTUV
(S50C25C25) + (Control)	1.31	RSTUVW
(A25S25G25C25) + (Foligén)	1.30	STUVWX
(T60C40) + (Glen)	1.30	STUVWX
(CC80C20) + (Control)	1.23	TUVWXY
(T60C40) + (Osmocote)	1.23	TUVWXY
(S50C25C25) + (Foligén)	1.16	UVWXY
(T60C40) + (Anáhuac)	1.16	UVWXY
(T60C40) + (Foligén)	1.11	VWXY
(A25S25G25C25) + (Anáhuac)	1.08	WXY
(T60C40) + (Humigén)	1.06	WXY
(T60C40) + (Control)	1.05	XY
(G60C40) + (Osmocote)	1.05	XY
(T60C40) + (Fert. húmicos)	1.05	XY
(G60C40) + (Fert. sol. doble)	0.98	YZ
(A25S25G25C25) + (Control)	0.98	YZ
(G60C40) + (Anáhuac)	0.76	Z
(G60C40) + (Foligén)	0.71	[
(G60C40) + (Glen)	0.66	[
(G60C40) + (Humigén)	0.63	[
(G60C40) + (Fert. húmicos)	0.56	[
(G60C40) + (Control)	0.56	[

CLAVES:

CC = Corteza molida de pino
 S = Suelo forestal
 A = Azolve de río
 V = Vermiculita
 G = Germinaza
 C = Carita
 T = Turba

El N° adelante de las letras, es el porcentaje por material.

Apéndice 8.

Comparación y agrupación de tratamientos con prueba de diferencia significativa de Tukey, para cociente T/R (54 tratamientos).

Tratamientos (sust + fert)	Valor (cociente t/r)	Agrupación
(S50G25C25) + (Anáhuac)	3.30	A
(CC50V50) + (Foligén)	3.20	AB
(CC50C25V25) + (Anáhuac)	3.13	ABC
(CC50G25V25) + (Fert. húmicos)	3.10	ABC
(S50G25C25) + (Osmocote)	3.06	ABC
(T50V50) + (Osmocote)	3.06	ABC
(CC50G25V25) + (Anáhuac)	3.03	BC
(T50C25V25) + (Anáhuac)	3.00	BCD
(T50V50) + (Foligén)	3.00	BCD
(S50G25C25) + (Fert. sol. doble)	2.93	CDE
(T50V50) + (Fert. sol. doble)	2.76	DEF
(CC50G25V25) + (Osmocote)	2.70	EF
(T50C25V25) + (Fert. soluble)	2.63	F
(CC50G25V25) + (Fert. soluble)	2.60	FG
(CC50G25V25) + (Foligén)	2.53	FGH *
(CC50G25V25) + (Fert. sol. doble)	2.36	GHI *
(CC50V50) + (Fert. sol. doble)	2.36	GHI *
(S50G25C25) + (Fert. soluble)	2.30	HIJ *
(T50V50) + (Anáhuac)	2.30	HIJ *
(T50C25V25) + (Fert. sol. doble)	2.26	IJK *
(CC50G25V25) + (Humigén)	2.23	IJKL *
(T50V50) + (Fert. soluble)	2.20	IJKL *
(S50G25C25) + (Control)	2.13	IJKLM *
(CC50C25V25) + (Fert. soluble)	2.13	IJKLM *
(CC50V50) + (Anáhuac)	2.13	IJKLM *
(T50C25V25) + (Control)	2.13	IJKLM *
(CC50V50) + (Fert. soluble)	2.13	IJKLM *
(CC50C25V25) + (Osmocote)	2.13	IJKLM *
(T50C25V25) + (Humigén)	2.10	JKLMN *
(CC50C25V25) + (Foligén)	2.06	JKLMNO *
(T50C25V25) + (Fert. húmicos)	2.03	KLMNOP *
(CC50G25V25) + (Control)	2.03	KLMNOP *
(CC50V50) + (Osmocote)	2.00	LMNOPQ *
(T50C25V25) + (Osmocote)	2.00	LMNOPQ *
(S50G25C25) + (Fert. húmicos)	2.00	LMNOPQ *
(S50G25C25) + (Humigén)	1.93	MNOPQR
(T50V50) + (Glen)	1.90	MNOPQR
(S50G25C25) + (Glen)	1.86	NOPQRS
(CC50C25V25) + (Fert. sol. doble)	1.83	OPQRS
(T50V50) + (Control)	1.83	OPQRS
(S50G25C25) + (Foligén)	1.80	PQRS
(T50C25V25) + (Glen)	1.80	PQRS
(T50V50) + (Humigén)	1.80	PQRS
(CC50G25V25) + (Glen)	1.80	PQRS
(CC50C25V25) + (Humigén)	1.76	QRST
(T50C25V25) + (Foligén)	1.76	QRST
(CC50C25V25) + (Fert. húmicos)	1.73	RST
(T50V50) + (Fert. húmicos)	1.73	RST
(CC50V50) + (Fert. húmicos)	1.63	STU
(CC50V50) + (Humigén)	1.53	TUV
(CC50V50) + (Control)	1.46	UV
(CC50C25V25) + (Control)	1.46	UV
(CC50V50) + (Glen)	1.46	UV
(CC50C25V25) + (Glen)	1.33	V

CLAVES:

CC = Corteza molida de pino

S = Suelo forestal

A = Azolve de río

V = Vermiculita

G = Germinaza

C = Carlita

T = Turba

El N° adelante de

las letras, es el

porcentaje por material.

Apéndice 8. Continuación . . .

Tratamiento (sust + fert)	Valor (cociente t/r)	Agrupación
(CC50G25C25) + (Anáhuac)	3.70	A
(CC40G40V20) + (Fert. sol. doble)	3.56	A
(CC40G40V20) + (Fert. soluble)	3.46	AB
(C30G30C40) + (Osmocote)	3.26	BC
(CC30G30C40) + (Anáhuac)	3.06	C
(CC40G40V20) + (Anáhuac)	3.06	C
(CC40G40V20) + (Osmocote)	3.06	C
(CC40G40C20) + (Osmocote)	2.66	D
(CC50G25C259) + (Fert. sol. doble)	2.66	D
(CC30G30C40) + (Humigén)	2.66	D
(CC60V40) + (Osmocote)	2.60	DE
(CC60C40) + (Anáhuac)	2.56	DEF *
(CC60V40) + (Anáhuac)	2.46	DEFG *
(CC40G40C20) + (Fert. soluble)	2.46	DEFG *
(CC50G25C25) + (Foligén)	2.43	DEFGH *
(CC30G30C40) + (Fert. soluble)	2.43	DEFGH *
(CC40G40C20) + (Fert. hùmicos)	2.40	EFGHI *
(CC60V40) + (Fert. soluble)	2.36	EFGHIJ *
(CC40G40V20) + (Control)	2.36	EFGHIJ *
(CC50G25C25) + (Glen)	2.33	FGHIJ *
(CC60C40) + (Fert. sol. doble)	2.30	GHIJK *
(CC60V40) + (Fert. sol. doble)	2.30	GHIJK *
(CC40G40V20) + (Humigén)	2.30	GHIJK *
(CC60V40) + (Foligén)	2.26	GHIJKL *
(CC40G40C20) + (Anáhuac)	2.23	GHIJKLM *
(CC30G30C40) + (Glen)	2.23	GHIJKLM *
(CC40G40V20) + (Foligén)	2.23	GHIJKLM *
(CC30G30C40) + (Control)	2.20	HIJKLM *
(CC40G40V20) + (Glen)	2.16	IJKLM *
(CC30G30C40) + (Fert. sol. doble)	2.16	IJKLMN *
(CC60V40) + (Fert. hùmicos)	2.16	IJKLMN *
(CC30G30C40) + (Fert. hùmicos)	2.13	JKLMN *
(CC60C409) + (Osmocote)	2.13	JKLMN *
(CC40G40C20) + (Fert. sol. doble)	2.13	JKLMN *
(CC50G25C25) + (Osmocote)	2.13	JKLMN *
(CC40G40C20) + (Foligén)	2.13	JKLMN *
(CC60V40) + (Glen)	2.06	KLMN *
(CC60C40) + (Fert. hùmicos)	2.03	LMNOP *
(CC60V40) + (Humigén)	2.03	LMNOP *
(CC60C40) + (Fert. soluble)	2.00	MNOPQ *
(CC50G25C25) + (Fert. soluble)	2.00	MNOPQ *
(CC40G40C20) + (Glen)	1.99	NOPQR
(CC60V40) + (Control)	1.93	NOPQR
(CC60C40) + (Glen)	1.93	NOPQR
(CC40G40C20) + (Control)	1.86	OPQR
(CC30G30C40) + (Foligén)	1.83	OPQRS
(CC50G25C25) + (Humigén)	1.83	OPQRS
(CC60C40) + (Control)	1.83	OPQRS
(CC50G25C25) + (Control)	1.83	OPQRS
(CC40G40V20) + (Fert. hùmicos)	1.80	PQRS
(CC50G25C25) + (Fert. hùmicos)	1.76	QRS
(CC40G40C20) + (Humigén)	1.70	RST
(CC60C40) + (Foligén)	1.60	ST
(CC60C40) + (Humigén)	1.50	T

CLAVES:

CC = Corteza molida de pino

S = Suelo forestal

A = Azolve de río

V = Vermiculita

G = Germinaza

C = Carlita

T = Turba

El N° adelante de

las letras, es el

porcentaje por material.

Apéndice 8. Continuación . . .

Tratamiento (sust + fert)	Valor (cociente t/r)	Agrupación
(CC60G20V20) + (Osmocote)	4.43	A
(S50CC25C25) + (Fert. sol. doble)	3.80	B
(G60C40) + (Osmocote)	3.46	C
(A25S25G25C25) + (Fert. sol. doble)	3.10	D
(CC80C20) + (Osmocote)	3.03	D
(CC60G20V20) + (Anáhuac)	3.03	D
(CC60G20V20) + (Fert. sol. doble)	3.03	D
(G60C40) + (Fert. húmicos)	2.93	DE
(A25S25G25C25) + (Anáhuac)	2.86	DEF
(S50CC25C25) + (Anáhuac)	2.73	EFG
(T60C40) + (Anáhuac)	2.66	FGH
(T60C40) + (Osmocote)	2.66	FGH
(T60C40) + (Foligén)	2.63	FGHI
(S50CC25C25) + (Fert. húmicos)	2.63	FGHI
(G60C40) + (Anáhuac)	2.63	FGHI
(CC80C20) + (Anáhuac)	2.56	GHIJ *
(T60C40) + (Fert. soluble)	2.56	GHIJ *
(CC60G20V20) + (Fert. soluble)	2.50	GHIJ *
(A25S25G25C25) + (Humigén)	2.46	HIJKL *
(CC80C20) + (Fert. sol. doble)	2.46	HIJKL *
(A25S25G25C25) + (Fert. soluble)	2.43	HIJKLM *
(G60C40) + (Glen)	2.43	HIJKLM *
(T60C40) + (Humigén)	2.40	IJKLM *
(CC60G20V20) + (Foligén)	2.36	JKLMN *
(S50CC25C25) + (Osmocote)	2.36	JKLMN *
(CC60G20V20) + (Fert. húmicos)	2.33	JKLMN *
(G60C40) + (Fert. soluble)	2.33	JKLMN *
(G60C40) + (Foligén)	2.30	KL MNO *
(G60C40) + (Fert. sol. doble)	2.33	LMNOP *
(S50CC25C25) + (Fert. soluble)	2.20	MNOPQ *
(G60C40) + (Control)	2.13	NOPQR *
(CC60G20V20) + (Humigén)	2.13	NOPQR *
(T60C40) + (Fert. sol. doble)	2.13	NOPQR *
(T60C40) + (Fert. húmicos)	2.16	NO PQR *
(A25S25G25C25) + (Fert. húmicos)	2.03	OPQRS *
(S50CC25C25) + (Control)	2.00	PQRST *
(T60C40) + (Glen)	2.00	PQRST *
(CC80C20) + (Glen)	2.00	PQRST *
(A25S25G25C25) + (Foligén)	1.96	QRSTU
(CC80C20) + (Control)	1.96	QRSTU
(T60C40) + (Control)	1.96	QRSTU
(CC80C20) + (Fert. soluble)	1.96	QRSTU
(CC80C20) + (Fert. húmicos)	1.93	RSTU
(A25S25G25C25) + (Osmocote)	1.90	RSTU
(A25S25G25C25) + (Control)	1.86	STUV
(A25S25G25C25) + (Glen)	1.83	STUVW
(S50CC25C25) + (Foligén)	1.80	TUVW
(S50CC25C25) + (Humigén)	1.80	TUVW
(CC60G20V20) + (Glen)	1.73	UVWX
(G60C40) + (Humigén)	1.63	VWX
(S50CC25C25) + (Glen)	1.60	WX
(CC30C20) + (Humigén)	1.53	X
(CC80C20) + (Foligén)	1.53	X
(CC60G20V20) + (Control)	1.50	X

CLAVES :

CC = Corteza molida de pino
S = Suelo forestal
A = Azolve de río
V = Vermiculita
G = Germinaza
C = Carbita
T = Turba

El N° adelante de las letras, es el porcentaje por material.

ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN DESPUÉS DEL TRATAMIENTO DE “ÁRBOLES PADRE” EN ATENQUIQUE, JALISCO.

Valencia Vargas Jorge *

RESUMEN.

El presente trabajo se llevó a cabo en agosto de 1982, en el área conocida como el Cucharo, en la Sección II de ordenación de la Unidad Industrial de Explotación Forestal de Atenquique, estado de Jalisco.

Cuenta con una superficie aproximada de 2 000 hectáreas, constituida predominantemente por *Pinus douglasiana* en diferentes etapas de desarrollo, que han sido intervenidos mediante una serie de cortas intermedias durante el turno y una corta de regeneración con el tratamiento de “árboles padre”.

Dichas cortas están comprendidas en el Método de Desarrollo Silvícola, iniciado en 1974 en esta área, mismo que, a ocho años de su aplicación se desconocen los resultados, por lo que se inició este trabajo y, se pretende conocer su consecuencia en las cortas de regeneración, mediante la evaluación de 13 rodales intervenidos, en los que se tomó la siguiente información: número de arbolitos por hectárea, grosor de la hojarasca, competencia de la vegetación herbácea, desperdicios, “árboles padre” por hectárea, área de copa del “árbol padre”, piedras por m², exposición y pendiente.

Posteriormente, mediante un análisis de regresión se determinaron las variables más significativas en el establecimiento de la regeneración.

En este estudio se encontró que las variables con mayor influencia sobre la regeneración fueron: la competencia de la vegetación herbácea, el grosor de la hojarasca, el número de piedras por m² y el número de “árboles padre” por hectárea.

Palabras clave: Silvicultura, regeneración de pinos, *Pinus douglasiana*, Jalisco.

* Ingeniero Agrónomo. Especialista en Bosques. Campo Experimental Uruapan. CIR-Pacífico Centro-INIFAP-SARH.

ABSTRACT.

This study was conducted in August 1982, in the area known as Cucharo which is part of the second section of the Atenquique, Jalisco, Unidad Industrial de Explotación Forestal.

This area has a surface of roughly 2 000 hectares; it holds mainly *Pinus douglasiana* in various development stages, treated by a series of intermediate slashings during the shift and one regeneration slash treating the "parent trees".

These slashings were suggested by the Forest Development Method, started in 1974 in this area; eight years after its application, the results are still unknown; consequently, this study was conducted to find out about the consequences especially of regeneration slashings, to this end, 13 treated plantations were tested for the following information: number of seedling per hectare, forest litter thickness, competition between weeds, waste, "parent trees" per hectare, surface area of the "parent tree" tops, stones per m², exposure and slopes.

Later a regression analysis was made to determine the most significant variables in establishing regeneration.

The highest influencing variables on regeneration found in this study were: weed competition, forest litter thickness, number of stones per m², and the number of parent trees per hectare.

Key words: Silviculture, pines regeneration, *Pinus douglasiana*, Jalisco.

INTRODUCCIÓN.

El Método de Desarrollo Silvícola iniciado como plan piloto en 1984 en la unidad de Atenquique, pretende homogenizar y regularizar las masas forestales, obteniendo montes altos regulares, mediante un número de cortas intermedias y una corta de regeneración, con el tratamiento de "árboles padre".

Esta última corta es considerada como la más importante, debido a que se busca obtener la persistencia del recurso mediante el establecimiento de la regeneración, la cual, de no darse, afectaría los planes de ordenación de cualquier unidad de administración forestal.

En la unidad de Atenquique se han intervenido varios predios con el tratamiento de "árboles padre", sin que hasta la fecha se conozcan sus resultados y sin saber, además, si

dicho tratamiento tenga perspectivas exitosas de aplicación, conforme al comportamiento de las especies de la mencionada unidad.

OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo fue:

- Evaluar las cortas de regeneración.
- Determinar las causas que favorecen y/o perjudican el establecimiento de la regeneración.

ANTECEDENTES.

Chapman¹ en un estudio realizado en *Pinus palustris*, acerca de la producción de semilla, encontró que la máxima producción de ésta por árbol, tiene lugar en la clase de 40 cm de diámetro, asimismo, llegó a la conclusión de que no deben dejarse menos de 10 árboles de 32 cm a 40 cm de diámetro por hectárea.

Curtis² determinó que el método de "árboles padre" no debería ser utilizado con especies de raíces superficiales, como el *Pinus picea*, ni en especies que tienen la madera poco fuerte como, *P. strobus*.

Pomeroy³ observó que el indicador más seguro de la fertilidad de *Pinus taeda* es su pasado como productor de piñas, los mejores "árboles padre" suelen tener por lo menos 50 piñas viejas o 50 maduras en cada copa; a menos que hayan pasado varios años de escasa producción, en cuyo caso los mejores árboles suelen ser los que tienen por lo menos unas pocas piñas maduras, dichos ejemplares productores de semilla están dentro de las clasificaciones silvícolas de árboles dominantes.

¹ Chapman, H. H. 1926. Factors determining natural reproduction of langleaf pine cut over lands in La Salle Parish, Louisiana.

² Curtis, J. D. 1943. "Some observation on wind damage". pp. 877-882.

³ Pomeroy, K. B. 1949. Loblolly pine seed trees: selection, fruit fullness and mortality.

Duffiel⁴ demostró que la autofecundación artificial en el abeto de douglas no produce semillas viables.

Pomeroy y Trousdell⁵ indican que se necesitan entre 50 000 y 110 000 semillas de *Pinus taeda* por hectárea, en suelos preparados mediante la escarificación o el fuego. Doce árboles de 50 cm pueden bastar para repoblar una hectárea.

Garman⁶ encontró que la utilidad del método de "árboles padre" está restringida por la dificultad de protegerlos cuando éstos se encuentran aislados; sin embargo, el método definitivamente resulta más eficaz que el de matarrasa

En sitios relativamente pobres en la isla de Vancouver, su investigación demostró que 6.5 abetos de douglas dominantes por hectárea, bastaron para regenerar superficies que han sido quemadas bajo control.

Dorman⁷ observó que el problema de la selección del "árbol padre", es complicado por el hecho de que las características hereditarias que dan calidad, vigor, resistencia y producción de semillas excelentes, no se encuentran necesariamente combinadas en el mismo árbol.

Con demasiada frecuencia, los mejores productores de semilla son árboles de gran vigor y escasa calidad.

Trousdell⁸ reportó que es inevitable que se causen algunos daños a la repoblación durante su operación, por lo tanto los "árboles padre" deberían ser extraídos tan pronto como fuera posible, una vez establecida la regeneración, ya que las plantas se hacen menos flexibles y más fáciles de romper cuando crecen.

Wright detalló en 1953, que la concentración de granos de polen disminuye con la distancia de su punto de origen, por causa de la turbulencia atmosférica; por consiguiente, la proporción de semillas fértiles disminuye probablemente al separar los "árboles padre".

En México es difícil encontrar antecedentes en trabajos similares a éste, se han podido situar algunos como:

El estudio que se llevó a cabo en la sierra de Coalcomán, estado de Michoacán, donde se

⁴ Duffield, J. W. 1940. "Techniques and possibilities for *Douglas fir* breeding". pp. 41-45.

⁵ Pomeroy, K. B. and Trousdell, K. B. 1950. "A method of forecasting annual variations in seed crop for *Loblolly pine*". pp. 345-348.

⁶ Garman, E. H. 1951. Seed production by conifers the coastal region of British Columbia, relating to disease termination and regeneration.

⁷ Dorman, K. W. 1952. Hereditary variation an a basis for selecting superior forest lo trees.

⁸ Trousdell, K. B. 1952. *Loblolly pine* seed-trees removed with minar damage to seedling stand.

establecieron sitios permanentes en el paraje la Nieve, dicho trabajo consistió en la comparación de los siguientes tratamientos de regeneración:

- Cortas de selección.
- Cortas sucesivas.
- Método de matarrasa.
- Árboles padre.

Se reporta que el tratamiento de árboles padre fue el que obtuvo mejores resultados⁹.

Chacón¹⁰ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 42), realizó un trabajo de investigación sobre regeneración con el método de "árboles padre", aplicado en *Pinus arizonica* en el área experimental forestal Madera, en el estado de Chihuahua.

Para llevarlo a cabo, empleó 5 tratamientos con 3 repeticiones, bajo el diseño de bloques al azar, los tratamientos se aplicaron en diferentes números de "árboles padre" por hectárea, (4, 8, 12, 16 y 20).

Se concluyó que el tratamiento más adecuado consistió en dejar 20 árboles en pie por hectárea, con lo que la regeneración resultó más satisfactoria, con una densidad por metro cuadrado de 3.52 plantas.

Cano¹¹ determinó en *Pinus douglasiana*, en una localidad del sureste de Jalisco que ésta especie tiene un ciclo semillero de 4 años y que un "árbol padre" medio produce 38 000 semillas viables; resultado de una producción media de 340 conos/año; si la información se extrapola a 8 años, se tendría una producción total por árbol de 76 000 semillas viables.

En estas áreas, el número de "árboles padre" se reporta de 30, los cuales aportan al suelo 2 280 000 semillas, de las que sólo el 2% llega a la etapa de monte bravo.

Considera además que un rodal regenerado debe de contener 2 500 plantas por hectárea y que bastarían 10 "árboles padre" por hectárea; sin embargo, para una buena distribución espacial de éstos y en consecuencia de la regeneración, el número de árboles progenitores puede ser hasta de 25 por hectárea.

⁹ Mas P., J. 1984. El sitio experimental "La Nieve", 14 años después de su tratamiento silvícola.

¹⁰ Chacón S., J. 1983. Regeneración mediante árboles padre de *Pinus arizonica*.

¹¹ Cano C., J. 1985. El sistema de manejo regular en los bosques de México.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Descripción del área.

El área de estudio se conoce con el nombre del Cucharo; tiene una superficie aproximada de 2 000 hectáreas, forma parte de la Sección II de ordenación de la Unidad de Atenquique; pertenece al municipio de Mazamitla.

Se localiza a 1 940 metros sobre el nivel del mar (m s n m), entre las coordenadas 19° 55' latitud norte y 103° 0' longitud oeste¹².

Clima.

El clima, según Köppen modificado por García¹³, en la mayor parte de la Sección II de ordenación, es templado subhúmedo con lluvias en verano.

La precipitación del mes más seco es menor a lo 40 mm, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5% y la cantidad de lluvia registrada para esta condición, es de 1 000 mm, repartidos entre los meses de junio a noviembre¹⁴.

Suelo.

El suelo es clasificado como luvisol crómico; se caracteriza por estar presente en zonas templadas, aunque algunos de éstos se presentan en climas más secos.

Tienen cierta semejanza con los acrisoles por contener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, pero son más fértiles y menos ácidos que éstos, son frecuentemente rojos o claros¹⁵.

¹² D E T E N A L. 1979. Descripción de la leyenda de la carta edafológica de México.

¹³ García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

¹⁴ I N E G I. 1983. Carta de clima. Clave Mazamitla E 13 B 26. Jalisco y Michoacán.

¹⁵ I N E G I. 1983. Carta de vegetación. Clave Mazamitla E 13 B 26. Jalisco y Michoacán

Vegetación.

Su bosque es de pino y encino aunque siempre predomina el pino, presenta entre otras, las siguientes especies:

<i>Pinus douglasiana,</i>	<i>P. oocarpa</i>	<i>P. michoacana,</i>
<i>Quercus resinosa,</i>	<i>Q. scrytiphylla,</i>	<i>Arbutus glandulosa,</i>
<i>A. xalapensis,</i>	<i>Carpinus caroliniana.</i>	

Para el sotobosque (I N E G I, *op.cit.*), se reportan las siguientes especies:

<i>Salvia lavanduloides,</i>	<i>Symplocos prionophylla,</i>	<i>Baccharis conferta,</i>
<i>Castilleja arvensis,</i>	<i>Verbesina serrata,</i>	<i>Senecio salignus,</i>
<i>Medicago denticulata,</i>	<i>Rubus spp.</i>	

Muestreo.

El tipo de muestreo utilizado fue sistemático; se distribuyeron los sitios de muestreo cada 25 m, de la siguiente manera:

- En primer lugar se delimitaron los rodales tratados en la corta de regeneración.
- Posteriormente a cada uno de ellos se le ubicó una estaca, más o menos en el centro.
- A partir de la estaca se procedió a trazar con brújula ocho líneas, conforme a los ejes cartesianos (N, N E, N O, S, S O, S E, O y E); las líneas se numeraron con base a las manecillas del reloj.
- Cada 25 m se estableció un sitio de 50 m², los cuales fueron numerados de la misma manera que las líneas.

Tanto el diseño de muestreo, como la forma de los sitios, facilitan obtener la información de la regeneración, además de que permiten realizar evaluaciones posteriores, ya que basta simplemente con localizar la estaca central de cada rodal, para que, con la ayuda de la brújula y la cinta métrica se posibilite muestrear los mismos sitios.

La forma de los sitios es la que ha sido recomendada para evaluar regeneración, tanto por el autor Castro en 1987, como por el inventario nacional.

Intensidad de muestreo.

Tomando como base un rodal con una superficie de una hectárea (10 000 m²), la intensidad se determinó de la siguiente forma:

- | | |
|--------------|-----------------------|
| - Superficie | 10 000 m ² |
| - 1 sitio | 50 m ² |

Si cada línea tiene:

- 4 sitios de 50 m²
- Son 8 líneas

- Entonces resultan 32 sitios de 50 m²

Por lo tanto:

- 32 sitios dan una superficie muestreada de $32 \text{ m}^2 \times 50 \text{ m}^2 = 1\,600 \text{ m}^2$

Que es una intensidad de muestreo de:

- | | |
|-------------------------|------|
| - 10 000 m ² | 100% |
| - 1 600 m ² | 16% |
| - 1 m = 16% | |

Esta intensidad de 16% resulta superior, si la comparamos con la que utilizó el inventario a nivel nacional de sólo 0.03%, para evaluar regeneración.

El número de sitios fue variable para cada rodal, debido a su superficie.

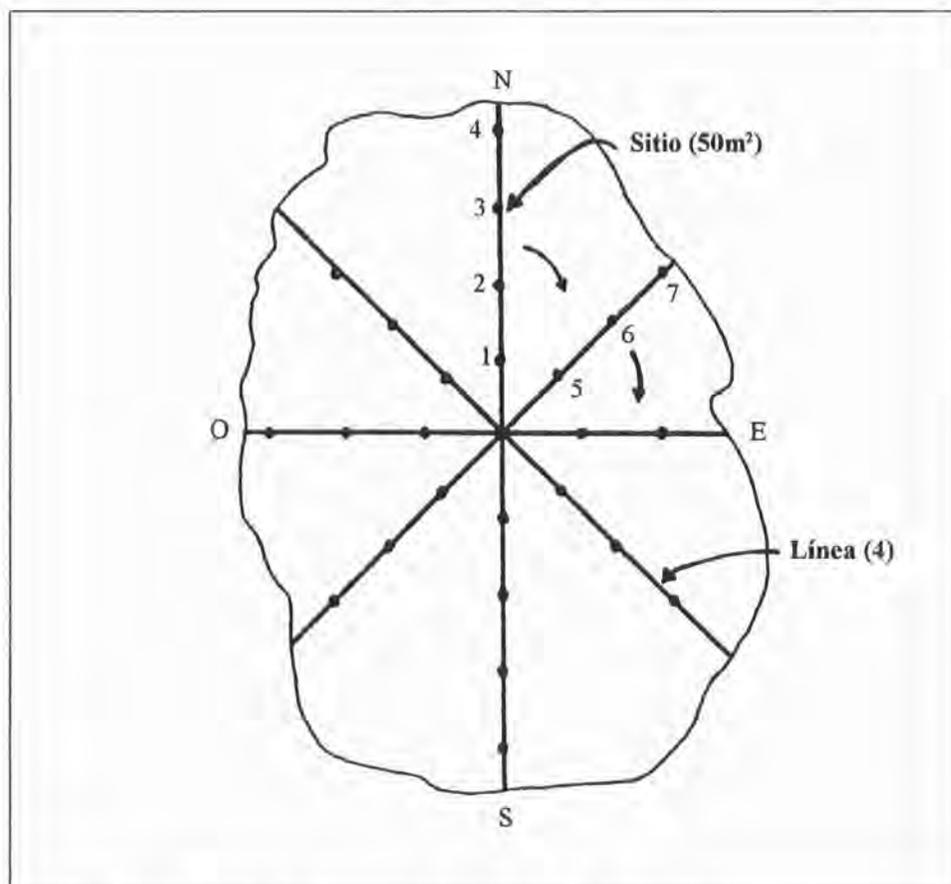


Figura N° 1 Diseño de muestreo y ubicación de los sitios.

Ubicación de los "árboles padre":

La ubicación tuvo la finalidad de conocer si existió influencia de los "árboles padre" hacia el sitio, con respecto al número de arbolitos por hectárea. Los "árboles padre" se ubicaron conforme azimut y distancia al sitio más cercano.

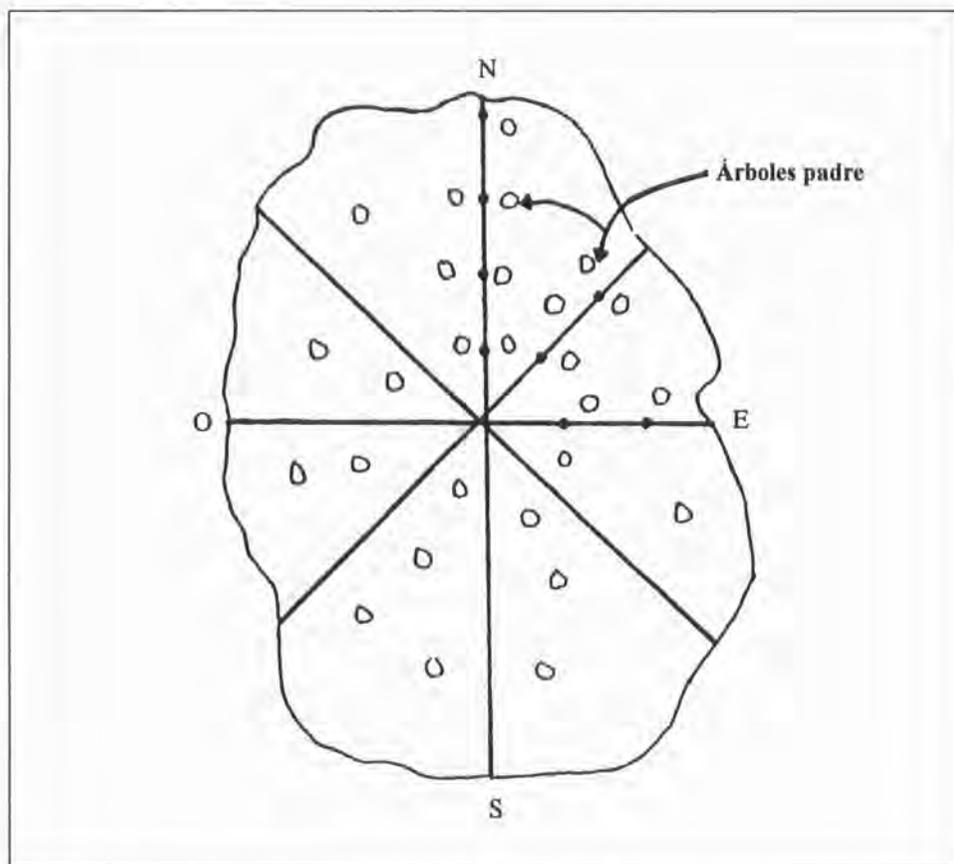


Figura N° 2. Ubicación de los “árboles padre” por azimut y distancia al sitio más cercano.

Toma de datos.

La toma de datos se dividió en dos partes:

- 1. Datos ecológicos.**
- 2. Datos dendrométricos.**

1. Datos ecológicos.

Se levantó un sitio por cada cuadrante (de norte a este, es un cuadrante).

Se consideraron las variables más significativas en el establecimiento de la regeneración (Cano *op. cit.*)

- Pendiente.
- Exposición.
- Hojarasca (espesor).

0	a	5 cm
5	a	10 cm
10	a	15 cm
15	o	más

- Competencia de la vegetación herbácea, considerando el porcentaje de cobertura en un sitio de 10 x 10 m.

Muy abundante	100%
Abundante	80%
Medianamente abundante	60%
Ocasional	40%
Poco	20%
Nulo	0%

- Pedregosidad, número de piedras por m².

Ausencia	0
Bajo	1 a 5
Medio	5 a 20
Alto	más de 20

- Desperdicios. Presencia de ramas, troncos y otros, por metro cuadrado, en el sitio de 10 m x 10 m.

100%	Cubierto totalmente
80%	Casi cubierto
60%	Medianamente cubierto
40%	Ligeramente cubierto
20%	Escasamente cubierto
0%	Ausencia de ramas.

- Disturbios.

Pastoreo
Incendios
Otras intervenciones.

2. Datos dendrométricos.

- Número de arbolitos por hectárea.

Este valor se determinó sumando la cantidad de arbolitos de cada uno de los sitios y dividiendo por el número total de sitios, para obtener la densidad media por sitio.

Ejemplo: el rodal 28 A₁ tiene un total de 30 sitios y una densidad promedio de arbolitos de 67.3, si extrapolamos este valor a la hectárea se tendría:

50 m² - - - - 67.3 arbolitos
en 10 000 m² - - - - X = 13 460 arb/ha.

- Altura de la regeneración.

Cinta métrica.

- Edad de la regeneración.

Conteo de los verticilos.

Es importante obtener esta información para saber si se cuenta con una regeneración establecida, puesto que se considera que una nueva masa está establecida cuando alcanza la altura de 1.30 m, Cano, *op. cit.*

- De los "árboles padre":

Altura (clísometro).

Edad (taladro de Pressler)

Área de copa (en dos sentidos, N y S y E O) para saber la influencia de la cobertura de copa con el número de plantitas.

- Conformación de árbol:

Del fuste:	Clave
a) resinado	r
b) puntiseco	p
c) dañado	Fd
d) quemado	Q
e) ocoteado	O
f) presencia de plaga (descortezador)	Pl

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Los valores obtenidos se concentran en los cuadros siguientes, *vid., infra*, en ellos se anotan los valores promedio de cada rodal evaluado, éstos se analizaron mediante regresión simple, al utilizar:

Como variable dependiente:

- El número de arbolitos por hectárea (regeneración).

Como variables independientes:

- Grosor de hojarasca.
- Competencia de la vegetación herbácea.
- Número de piedras por metro cuadrado.
- "Árboles padre" por hectárea.
- Porcentaje de desperdicios.
- Pendientes.
- Tamaño de copa.

RESULTADOS.

En el análisis de regresión resultaron variables no significativas, por lo que sólo se mencionan aquellas que tienen mayor influencia en el establecimiento de la regeneración.

PREDIO	ARBOLITOS/HA	ÁRBOLES PADRE/HA
29	8 800	45
28 A ₀	14 588	30
16 C	2 283	25
13 A ₀	2 803	14
13 A ₂	1 889	13
28 A ₁	13 460	17
2 B ₁	4 200	15
32	10 285	28
20 A	2 532	17
13 A ₁	1 533	25
17 A	3 831	10
28 A ₂	4 660	32
13 A ₃	7 222	20

Cuadro N° 1. Número de predio, “árboles padre” y arbolitos promedio por hectárea.

Nº	Predio	Sup m ²	Exp	Pend °0	Hojarasca cm	Comp Veg Herb %	Piedras por m ²	Desperd	Arbolitos por ha	"A padre" por ha
1	29	14 400	NE	20	5	40	5	2	8 800	45
2	28A ₀	15 275	SE	25	5	20	5	2	14 283	30
3	16C	27 010	SO	17	15	80	15	0	2 283	25
4	13A ₀	12 705	O	25	15	80	20	3	2 803	14
5	13A ₂	26 835	S	20	10	70	20	1	1 889	13
6	28A ₁	17 760	O	10	5	80	15	2	1 346	17
7	2B	21 725	O	20	15	60	20	1	4 200	15
8	32	25 678	NO	20	5	20	5	1	10 285	28
9	20A	32 562	O	20	20	60	20	2	2 532	17
10	13A ₁	7 550	SO	15	5	100	15	1	1 533	25
11	17A	27 518	SO	17	10	60	20	1	3 831	10
12	28A ₂	18 503	O	10	10	40	5	0	4 660	32
13	13A ₃	18 153	O	12	5	20	0	0	7 222	20

Cuadro N° 2. Datos ecológicos de los predios.

N°	Predio	Árb/ha reg	Edad árbs años	Altura reg mt	"Árb padre" edad	Área copa m ²	Conformación	"Árb padre" por ha
1	29	8 800	2.0	0.50	60	59	2	45
2	28A ₀	14 588	3.0	0.80	46	63	3	30
3	16C	2 283	2.0	0.60	70	70	2	25
4	13A ₀	2 803	3.0	1.10	48	80	2	14
5	13A ₂	1 889	3.0	1.30	52	70	3	13
6	28A	1 346	2.0	0.58	60	65	2	17
7	2B	4 200	3.0	0.53	54	60	2	15
8	32	10 285	2.0	0.50	45	55	3	28
9	20A	2 532	2.0	0.54	47	50	3	17
10	13A ₁	15 300	4.0	0.90	53	45	3	25
11	17A	3 831	2.5	0.60	47	57	3	10
12	28A ₁	4 660	2.0	0.47	51	72	2	32
13	13A ₃	7 222	3.0	1.00	62	70	3	20

Cuadro N° 3. Datos dendrométricos de la regeneración y "árboles padre".

Las variables independientes que resultaron más significativas en el análisis de regresión fueron:

- Grosor de hojarasca.
- Competencia de la vegetación herbácea.
- Piedras por metro cuadrado.
- Árboles por hectárea.

Los tres primeros se ajustaron con una función hiperbólica, que se transforma en una

ecuación logarítmica como:

$$Y = ax^{-b} = \text{Log } Y = \log a - b \log x$$

donde:

a = constante

y = variable dependiente

b = pendiente

Log = logaritmo

x = variable independiente

Grosor de hojarasca.

Presenta una correlación (R) de 0.85 con el número de arbolitos por hectárea; su constante (a) = 4.70, la pendiente es de b = -1.077, resultando la regresión significativa a un nivel de 0.05%, comparando la F calculada de 52.222 y la F de tablas con 4.75 y 12 grados de libertad.

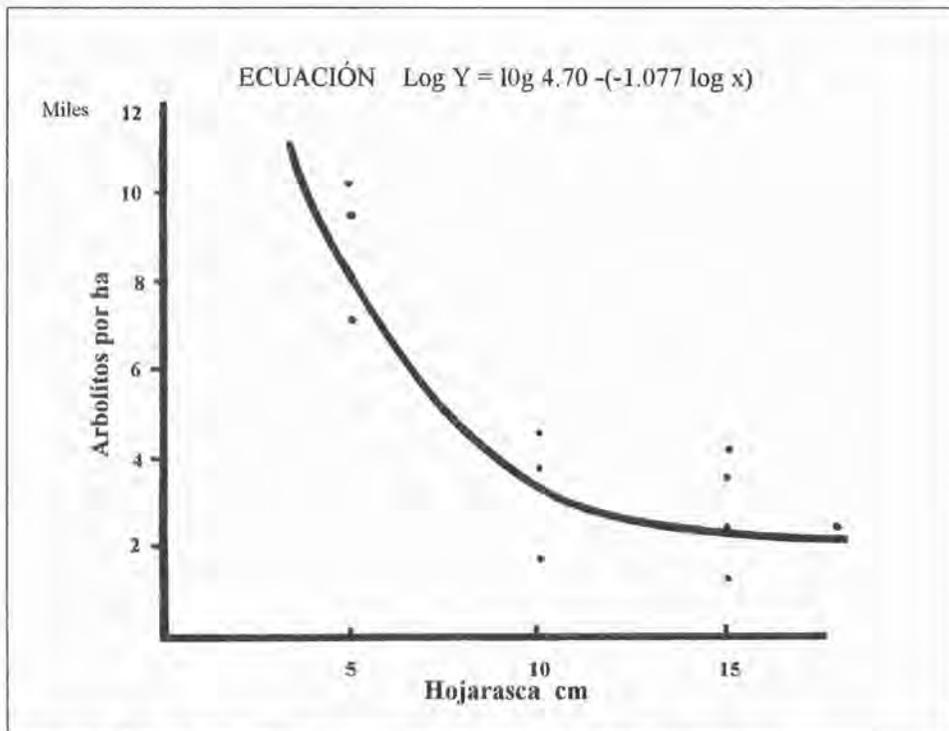


Figura N° 3. Grosor de hojarasca y número de arbolitos por hectárea.

Competencia de la vegetación herbácea.

Es la relación que resulta más significativa entre las variables analizadas, la correlación con el número de arbolitos por hectárea fue de $r = 0.90$, con una constante de 5.6141 y una pendiente de $b = -1.1968$, la F calculada es de 52.229, comparada con F de tablas de 4.75, a un nivel de significancia de 0.05%; resulta altamente significativa.

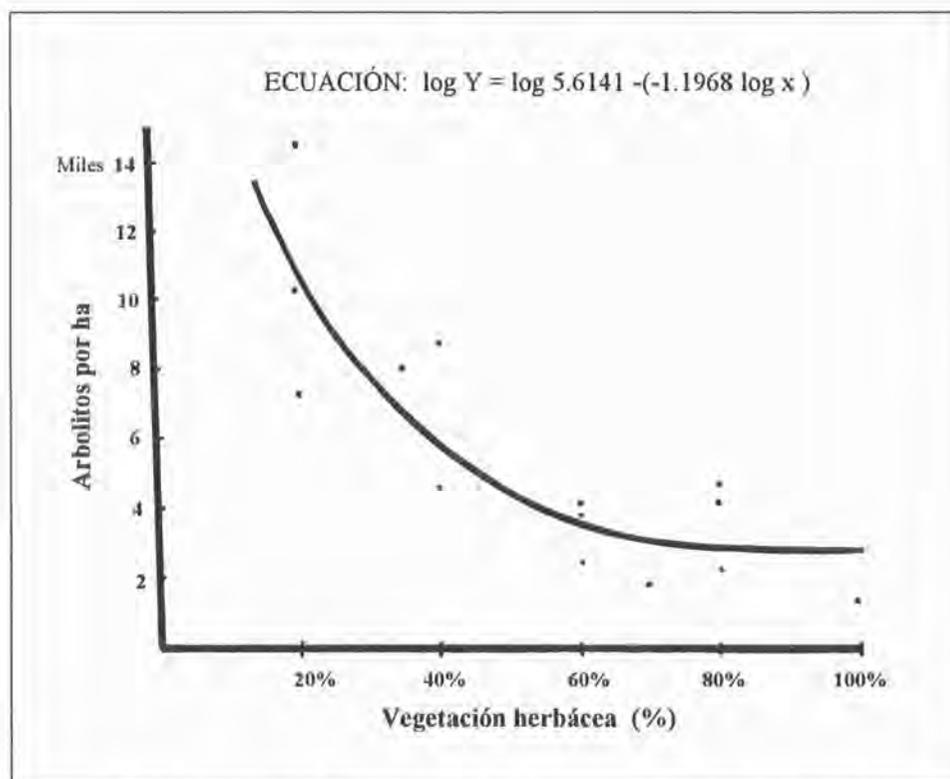


Figura N° 4. Competencia de la vegetación herbácea y número de arbolitos por hectárea

Piedras por metro cuadrado.

Presenta una correlación (R) de 0.78, su constante (a) = 4.53, y su pendiente también negativa de 0.909, su relación es también significativa con una F calculada de 18.23 y

una F de tablas de 4.75, a un nivel de confiabilidad de 0.05.

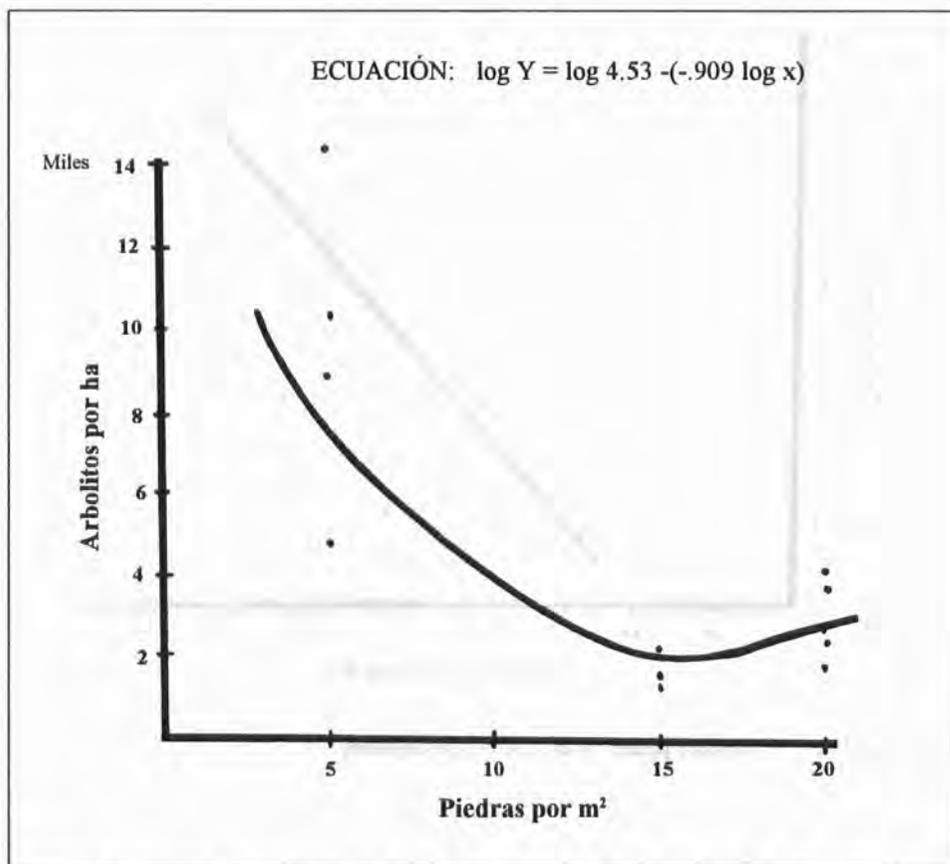


Figura N° 5. Piedras por metro cuadrado y número de arbolitos por hectárea.

“Árboles padre” por hectárea.

Esta relación resulta más baja que las anteriores, con una correlación de $R = 0.56$, su ajuste fue lineal y su constante es de -139.23, la pendiente de 232.92; sin embargo, resulta significativa, puesto que la F calculada es de 5.104 en comparación con la F de tablas de 4.75, a un nivel de 0.05.

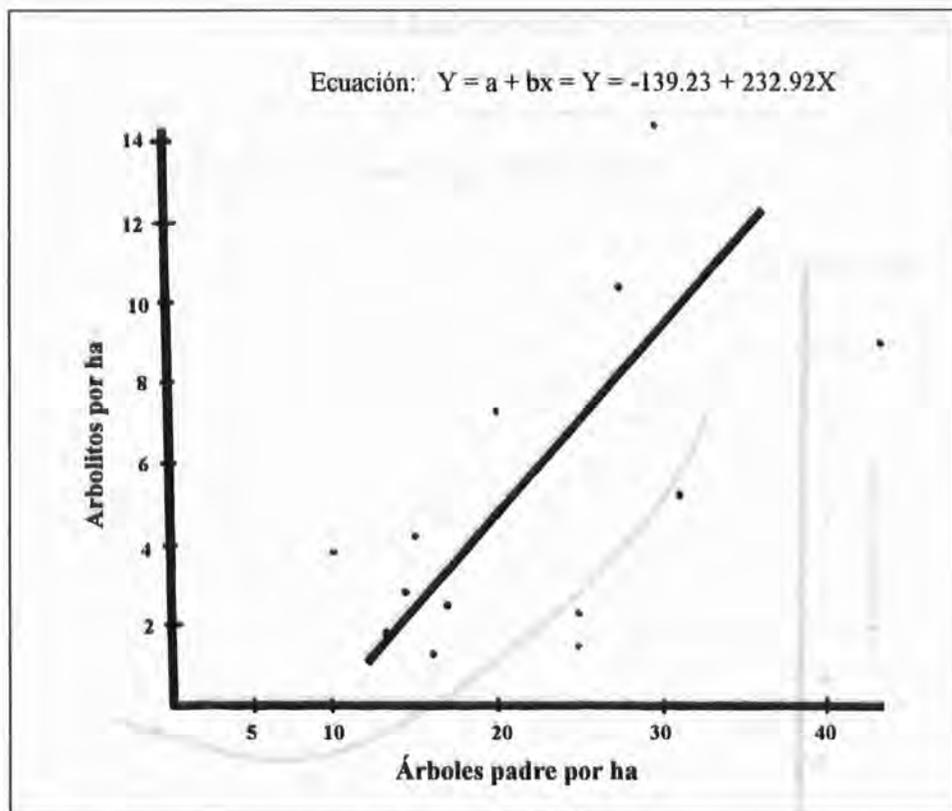


Figura N° 6. “Árboles padre” y arbolitos por hectárea.

Con base en el análisis realizado, resulta que tanto el número de "árboles padre" por hectárea, como el área de copa de los mismos, no tienen gran significancia en el establecimiento de la regeneración; puesto que arrojan una correlación de tan sólo $R = 0.56$ para el primero y no significativa para el área de copa.

Se puede apreciar en los cuadros 2 y 3 (*vid supra*), en los predios 16 C y 13 A₁ que tienen 25 "árboles padre" cada uno y áreas de copa de 70 y 45 m² respectivamente. Sin embargo, la densidad de plantitas por hectárea es de tan sólo de 2 283 y 1 533 para cada uno.

Si los datos anteriores se comparan con los predios: 13 A₀, 13 A₂, 2B y 17 A, que tienen, de una manera secuencial, un número de "árboles padre" por hectárea de 14, 13, 15 y 10 y que, sin embargo, sus respectivas densidades de arbolitos por hectárea son mayores de 2 803, 1 889, 4 200 y 3 831.

Ello es consecuencia de las diferentes condiciones en la cama de germinación, ya que a medida que disminuye el grosor de la hojarasca, la competencia de la vegetación herbácea y la pedregosidad; se ve favorecido el aumento de la regeneración.

Lo anterior se aprecia en los predios: 29, 28 A₀, 32 y 13 A₃ con 8 800, 14 283, 10 285 y 7 222 arbolitos por hectárea respectivamente, lo que se puede verificar con el análisis de regresión, en donde estos factores resultaron significativos en el establecimiento de la regeneración; de lo anterior se deduce que:

-Un número adecuado de "árboles padre", bien distribuidos en el espacio y con una buena preparación de la cama de germinación (suelo), mediante quemas controladas, limpias y remoción del suelo, pueden dar buenos resultados en el establecimiento de la regeneración (Pomeroy y Trousdell, *op. cit.*).

CONCLUSIONES.

1. De todas las variables utilizadas para poder explicar el número de arbolitos por hectárea establecidos, las más significativas fueron:

- Grosor de hojarasca.
- Competencia de la vegetación herbácea.
- Número de piedras por metro cuadrado.
- Número de "árboles padre" por hectárea.

2. Resulta de mayor significancia para el establecimiento de la regeneración, la competencia de la vegetación herbácea que las otras variables independientes mencionadas, lo que nos indica que, cuando esta variable aumenta en proporción (mayor cobertura), la regeneración se ve afectada, disminuyendo su densidad.

3. Se observó que el número de "árboles padre" por hectárea no resultan con gran significancia, si las condiciones de la cama de germinación no son las adecuadas.

4. Se considera que las labores complementarias al tratamiento de "árboles padre" podrían aumentar la densidad de la regeneración.

BIBLIOGRAFÍA.

- Cano C., J. 1985. El sistema de manejo regular en los bosques de México. Apuntes D T F. Atenquique, Jalisco, México.
- Chacón S., J. 1983. Regeneración mediante árboles padre de *Pinus arizonica*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal N° 42.
- Chapman, H. H. 1926. Factors determining natural reproduction of langleaf pine cut-over lands in La Salle Parish, Louisiana. School of Forestry. Yale Univ. U S A. Bol N° 16.
- Curtis, J. D. 1943. "Some observations on wind damage". U S A. Jour. Forestry N° 41. pp. 877-822.
- D E T E N A L. 1979. Descripción de la leyenda de la carta edafológica. México. S P P.
- Dorman, K. W. 1952. Hereditary variation on the basis for selecting superior forest to trees. Southeastern forest exp. S P 15 U S A.
- Duffield, J. W. 1940. "Techniques and possibilities for Douglas fir breeding". U S A. Jour Forestry N° 48. pp. 41-45.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. U N A M. México.
- Garman, E. H. 1951. Seed production by conifers in the coastal region of British Columbia, relating to disease termination and regeneration. B C Forest. Service Tech. Pub. 35 p.
- I N E G I. 1983. Carta de clima, Clave Mazamitla E. 13 B26. 1° ed. Jalisco y Michoacán. México. S P P.
- I N E G I. 1983. Carta de vegetación, Clave Mazamitla E. 13 B 26. 1° ed. Jalisco y Michoacán. México. S P P.
- Mas P., J. 1984. El sitio experimental "La Nieve", 14 años después de su tratamiento silvícola. C I F O-I N I F. S A R H. México.
- Pomeroy, K. B. 1949. Loblolly pine seed trees: selection, fruit fulness, and mortality. Southeastern Forest Exp. S P. U S A. N° 5.

Pomeroy, K. B. and Trousdell, K. B. 1950. "A method of forecasting annual variation in seed crop for *Loblolly pine*". U S A Jour Forestry N° 48. pp. 345-348.

Trousdell, K. B. 1952. *Loblolly pine* seed-trees removed with minar damage to seedling stand. Southeastern Forest Exp. Sta Research Note N° 8, U S A.

Conduct of the regeneration of the forest in the study area

Pomroy, K. B. and Trosdel, K. B. 1950. "A method of foresting and management in seed crop for Loblolly pine U.S.A. Jour Forests No. 47 pp 347-354"

Trosdel, K. B. 1952. Loblolly pine seed-uses removed with ground slings to reduce stand Southern Forest Exp Sta Research Note No. 807

MODELOS DE CRECIMIENTO PARA UNA PLANTACIÓN DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King).

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

RESUMEN.

La caoba (*Swietenia macrophylla* King), es la principal especie nativa utilizada en la industria en las zonas tropicales de México.

A pesar de su importancia económica, hay poca o nula información cuantitativa sobre el crecimiento y desarrollo de la especie, imprescindible para llevar a cabo programas de manejo. Una de las alternativas para obtener dicha información es mediante el estudio de plantaciones, tanto las establecidas en las estaciones experimentales, como las existentes en el área de influencia de la distribución natural de la especie.

Con base en datos del Campo Experimental Forestal (C E F), "San Felipe-Bacalar", situado en el estado de Quintana Roo, México, se probaron diferentes modelos para la predicción del crecimiento promedio en altura total y diámetro normal en una plantación de caoba de 28 años de edad.

Se determinó que, en estas condiciones, las ecuaciones que mejor se ajustan al desarrollo del crecimiento en la etapa de la juventud de la especie son las funciones exponenciales.

Palabras clave: Modelos de crecimiento, caoba, plantaciones forestales, Quintana Roo.

ABSTRACT.

Mahogany (*Swietenia macrophylla* King), is the main native species used in the industry in tropical areas in Mexico.

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

In spite of its economic significance, there is little or no quantitative information on the species growth and development; this is essential to develop management programs.

One of the alternatives to drive this information is by studying established plantations in experimental or other stations available in areas influencing the species natural distribution.

By using data available at "San Felipe-Bacalar", Campo Experimental Forestal (C E F), in Quintana Roo, Mexico, several models were tested for average growth prediction in terms of total height and normal diameter for a 28 year old mahogany plantations.

It was found that, under these conditions, the equations best suited for growth development during the species young stage are exponential functions.

Key words: Growth models, mahogany, forest plantations, Quintana Roo.

INTRODUCCIÓN.

Los estudios de crecimiento de árboles y masas forestales son una herramienta de gran utilidad en la correcta toma de decisiones sobre tratamientos silvícolas y aprovechamiento de los bosques, ya que además facilitan la cuantificación de sus respuestas.

Aunque los estudios de crecimiento tengan como objetivo primordial cuantificar la producción forestal, tienen una estrecha relación con la silvicultura de las especies en particular o con grupos de especies con requerimientos ecológicos similares.

Los modelos de predicción por lo general proporcionan información cuantitativa, pero también llevan intrínseca información de tipo ecológico y de planificación ambiental.

El uso de modelos matemáticos en el manejo forestal, permite describir en forma cuantitativa algunas relaciones de crecimiento, mediante funciones continuas de tipo sigmoideal, que proporcionan una valiosa ayuda en la toma de decisiones de manejo forestal, para la obtención de una producción sostenida y constante de las masas arboladas, preservándolas y fomentándolas para futuras generaciones.

Esta necesidad nos conduce a tratar de generar modelos aproximados, pero que, con cierto grado de precisión, nos permitan predecir las tasas de crecimiento de los árboles o masas forestales en un momento dado y para una condición específica.

OBJETIVO.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo es:

- Determinar ecuaciones para predecir crecimiento e incremento en altura total y diámetro normal promedio de una plantación de caoba en el C E F "San Felipe-Bacalar".

ANTECEDENTES.

Las plantaciones forestales generalmente forman bosques uniformes, de estructuras homogéneas y composición uniespecífica o de pocas especies de requerimientos ecológicos similares.

Por definición son de edad conocida y se manejan bajo un sistema de corta total, con o sin aclareos intermedios. La regeneración puede ser por plantación, siembra artificial, natural o por brotes¹.

Para la predicción del crecimiento hay una amplia variedad de modelos posibles a utilizar, aunque para generarlos, el principal factor limitante de la efectividad de los mismos, es la disponibilidad de datos acerca de las plantaciones en cuestión, que cubran una amplia gama de sitios, edades y densidades de los rodales, Alder *op. cit.*

Palmer, *cit. pos.* Rose en 1989, señaló que un requerimiento esencial para el desarrollo de modelos es el control de calidad en la recolección y manejo de datos, para evitar el aumento de las variaciones inexplicables, debido a que esos modelos alterados podrían ser poco útiles para diseñar sistemas de manejo y para cuantificar las opciones en la toma de decisiones forestales².

Los modelos estáticos de predicción de rendimiento son aquéllos en los cuales el rendimiento se calcula como una función de variables independientes, tales como la edad, clase de sitio e historia de la densidad de los rodales³, Alder *op. cit.*

Los modelos que se usan para predecir la altura y el diámetro del rodal a partir de la edad

¹ Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento.

² Rose, D. 1990. "Importancia y limitaciones en el desarrollo y uso de modelos para el manejo de plantaciones tropicales con especies de uso múltiple". pp. 315-328.

³ Ramírez M., H. y Fierros G., A. "Estimación del crecimiento y rendimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a través de su distribución diamétrica". pp. 459-474.

y por medio de la estrecha relación entre estas variables y el volumen del rodal, pueden predecir el crecimiento volumétrico en sitios específicos, según lo señaló en 1984 Smith *cit pos.* Campos⁴.

También son útiles para desarrollar tablas de rendimiento para diferentes calidades de sitio, Campos *op. cit.*

De acuerdo a Castaño y Quiroga⁵, el modelo matemático más utilizado y validado para el crecimiento durante todo el ciclo de vida de los árboles (joven, adulto, maduro y viejo) es el modelo logístico cuya ecuación es:

$$y(x) = \frac{M}{1 + M C e^{-k M x}}$$

donde:

x = edad

$y(x)$ = crecimiento a la edad x

M = cota de crecimiento (máximo crecimiento al que puede llegar un árbol de determinada especie).

k = tasa de crecimiento (%) que cumple con la siguiente condición:

$$\frac{\delta x}{\delta x} = k y (M - y) = f(y)$$

$C = (1/y_0)$

e = exponente

Esto significa que el crecimiento absoluto del árbol por incrementos de edad, depende del crecimiento del árbol.

- De aquí que $f(M) = 0$.
- Si se tiene la condición inicial $y(0) = y_0$ y $c = (1/y_0) - 1/M$, con $0 < y < M$.
- Se tienen entonces que $c > 0$.
- Por lo tanto, en la medida que x aumenta, pasado un cierto nivel de y .
- El crecimiento de acerca asintóticamente a la cota M .

⁴ Campos A., J. J. 1989. "Curvas de índice de sitio para *Eucalyptus camaldulensis* en América Central". pp. 351-365.

⁵ Castaño, F. y Quiroga, F. 1989. "Comparación de modelos de crecimiento en experimentos de adaptación de especies forestales en primera fase, realizados en la cuenca alta del río Cauca, zona andina colombiana". pp. 421-439.

- Si $y(0)$ es pequeña y,
- x no es muy grande.
- Entonces $y(x)$ tiende a $y(0)e^{kx}$.
- O sea, en la etapa de la juventud, el crecimiento se puede modelar con una función exponencial.

Si la intensidad de la curvatura en los primeros períodos de la edad es pequeña, entonces el crecimiento, en la etapa de la juventud, se puede modelar con una función lineal simple de la forma:

$$y(x) = \beta_0 + \beta_1(x)$$

El crecimiento y rendimiento de los bosques uniformes puede ser modelado a nivel de rodal completo, por categorías diamétricas o por el árbol individual.

Los modelos a nivel de rodal son apropiados para la mayor parte de los propósitos y muchos más simples de construir, Alder, *op. cit.*

La relativa alta precisión que es posible lograr con los modelos de crecimiento y rendimiento para rodales uniformes, proviene en parte de la posibilidad de clasificar sitios.

Ésto es una consecuencia de la edad normalmente conocida y de que las dimensiones de los árboles pueden ser estimadas fácilmente, Alder *Ibidem.*

Los componentes del rendimiento de mayor interés para los administradores forestales son:

- Volumen.
- Diámetro promedio.

El número de árboles usualmente es la base para definir:

- Tratamientos de aclareo.
- Altura para la clasificación de sitio.

Y la combinación de ambas con el diámetro promedio para determinar la producción maderable, Alder, *idem.*

En la mayoría de los casos, el uso del diámetro promedio significa ciertas ventajas en términos de generar un modelo general, ya que si no se cuenta con él y se quiere predecir área basal o volumen por hectárea, es necesario desarrollar alguna función que permita obtener posteriormente el diámetro promedio.

Además, como el diámetro normal es poco sensible al efecto multiplicativo de las diferentes densidades, esta influencia desaparece, de manera que las relaciones resultantes reflejan efectos más reales, Alder *idem*.

La altura de un rodal uniforme a una edad dada es un buen indicador del potencial productivo del bosque y de ese sitio en particular. Es por eso que la construcción de curvas edad/altura para determinar clases de sitio es el primer paso para construir modelos de crecimiento y rendimiento.

Sin embargo, la altura promedio de un rodal es sensible a la edad, densidad y clase de sitio, afectándose principalmente por el incremento y la continua eliminación de individuos.

Generalmente se usa la altura dominante para definir la altura del rodal, ya que ésta es casi insensible a diferencias de densidad del rodal⁶, Alder *op. cit.*; Campos *Ibidem*.

Bajo algunas circunstancias en bosques tropicales uniformes, la altura dominante deja de ser un buen indicador de la clase de sitio. Ésto ocurre en rodales jóvenes de especies de rápido crecimiento y en otros en los que varían notablemente sus ritmos de crecimiento.

Por lo cual, la altura dominante se define como la obtenida de un muestreo grande que puede variar de 200 a 400 árboles por hectárea, Alder, *idem*.

Por otro lado, la altura promedio no muestra el mismo patrón de desarrollo que la altura de árboles individuales, por lo que es frecuente en la práctica forestal, utilizar la altura promedio para determinar la producción de los rodales; ya que de acuerdo a la Ley de Eichorn, la producción total de una masa coetánea está en función de su altura media.

Lo anterior significa que la producción total de una masa coetánea puede determinarse mediante regresiones generadas con base en su altura media, aun cuando se desconozca su edad u otras dimensiones, Klepac, *op. cit.*

MATERIALES Y MÉTODOS.

Este trabajo se desarrolló en una superficie de 1.5 hectáreas en la Zona II del C E F "San Felipe-Bacalar".

⁶ Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales.

Está ubicado entre las coordenadas geográficas 18° 46' a 18° 51' de latitud norte y 88° 17' a 88° 32' de longitud oeste.

Tiene una altitud promedio de 10 metros, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, México⁷ (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 3).

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García⁸, el clima es un Aw (x'i), o cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno.

La oscilación térmica⁹ es menor de 5 °C.

El terreno es plano y de acuerdo a la terminología maya, el suelo es de tipo Ya'axhoom o luvisol, según la clasificación de la F A O-U N E S C O.

En 1964, en esta área fue establecida una plantación de caoba (*Swietenia macrophylla* King), en una superficie de 12 hectáreas. El método de plantación fue cepellón en cepa común, con un espaciamiento de 2 metros entre plantas y 4 metros entre hileras, desarrollándose los árboles en forma natural durante los siguientes 10 años.

En 1974, personal del campo experimental retomó 6 hectáreas de la plantación, aplicando una serie de tratamientos de limpieza:

- Total.
- En brechas.
- Circular.
- Testigo.

También se llevaron a cabo tomas de datos de altura total y diámetro normal en forma periódica.

A la fecha, en archivos se cuenta con datos promedio para las variables altura total y diámetro normal de 1974 a 1980 y los datos de campo de 1983, 1986 y 1992 para la parcela de 1.5 hectáreas donde se aplicó limpieza total a partir de 1974, así como la aplicación de un aclareo por lo alto en 1986.

Es en esta superficie donde se llevó a cabo el trabajo.

⁷ Chavelas P., J. 1981. "Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar", pp. 65-82.

⁸ García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).

⁹ I N E G I. 1986. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo.

Para estimar el desarrollo del crecimiento periódico promedio de la plantación de caoba, comprendido entre los 10 y 28 años de edad, se realizó un análisis de regresión por el método de mínimos cuadrados, para modelar el comportamiento del crecimiento de las variables altura total y diámetro normal, en función de la edad, las cuales se presentan gráficamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Con base en el análisis de regresión, se obtuvieron resultados para las variables:

- Altura total.
- Diámetro normal promedio.

Así como las variables derivadas:

- Incremento en altura total.
- Incremento en diámetro normal.

Crecimiento en altura total.

Con los pares de datos de edad y altura total promedio, se ajustó el modelo lineal:

$$Y_i = B_0 + B_1(X_i)^2$$

obteniéndose la ecuación (1):

$$AT_i = 4.001819805 + 0.011130916(EDAD)^2 \quad (1)$$

De acuerdo con el análisis de varianza, se observa que el modelo presenta un valor alto para el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.94$); un bajo valor del cuadrado medio del error ($CME = 0.3997275$) y un alto nivel de significancia ($Pr = 0.0001$).

Lo anterior indica un ajuste satisfactorio del modelo y que existe evidencia altamente significativa de que la ecuación obtenida: (1), predice el crecimiento en altura total promedio de caoba en el rango de 10 a 28 años de edad, bajo las condiciones de la zona de estudio.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD
REGRESIÓN	1	49.70610798	0.94	0.0001**
ERROR	8	0.35976275		
TOTAL	9			
PARÁMETROS ESTIMADOS		VALOR DE Bi		NIVEL SIGNIFICANCIA
ORDENADA AL ORIGEN (BO)		4.001819805		0.0001**
EDAD ² (Bi)		0.011130916		0.0001**

** Altamente significativo al nivel de probabilidad indicado.

Cuadro N° 1. Análisis de varianza para el modelo: $AT_i = 4.001819805 + 0.011130916(EDAD)^2$ que predice el crecimiento en altura total promedio para árboles de caoba entre 10 y 28 años de edad en el C E F “San Felipe-Bacalar”.

Como se hizo una transformación de datos y se probaron varios modelos, los cuales no podían ser comparados directamente para la bondad de ajuste usando el coeficiente de determinación, ya que la distribución de los residuales estaría influenciada por cualquier transformación de las variables y la regresión podría ser sesgada.

Para la elección de la mejor regresión se usó el índice de Furnival (I F) (Furnival, 1961, *cit pos.* Alder).

En el cuadro 2 y la figura 1 (*vid., infra*), se observan los valores y la tendencia del crecimiento e incrementos en altura total promedio proyectados a partir de la ecuación: (1).

EDAD (años)	AT (m)	IMAA (m/año)	IPA (m/2 años)	DN (cm)	IMAD (cm/año)	IPD (cm/2 años)
10	5.11	0.51	---	6.27	0.63	---
12	5.60	0.47	0.49	7.21	0.60	0.94
14	6.18	0.44	0.58	8.32	0.59	1.11
16	6.85	0.43	0.67	9.60	0.60	1.28
18	7.60	0.42	0.75	11.05	0.61	1.45
20	8.45	0.42	0.85	12.68	0.63	1.62
22	9.39	0.43	0.93	14.47	0.66	1.80
24	10.41	0.43	1.03	16.43	0.68	1.96
26	11.52	0.44	1.11	18.57	0.71	2.14
28	12.73	0.45	1.20	20.87	0.75	2.30

AT = altura total promedio.

IPA = incremento periódico en altura total.

IMAD = incremento medio anual en diámetro normal.

IMAA = incremento medio anual en altura total.

DN = diámetro normal promedio.

IPD = incremento periódico en diámetro normal.

Cuadro N° 2. Proyección del crecimiento e incremento en altura total y diámetro normal promedios para árboles de caoba entre 10 y 28 años de edad.

De acuerdo con Klepac *op. cit.*; Rojas y Rovalo¹⁰; Castaño y Quiroga *op. cit.*, el comportamiento de la curva de crecimiento en altura total promedio, indica que en este lugar y en este período de la edad, los árboles de caoba son aún jóvenes y están en una etapa de crecimiento acelerado o en la fase central de la curva de crecimiento normal (sigmoide) de los árboles, sin que hayan llegado al punto de inflexión donde culmina el incremento corriente anual.

Los coautores Pennington y Sarukhán¹¹ mencionan que la caoba es un árbol de hasta 70 m de altura.

¹⁰ Rojas, G. M. y Rovalo, M. 1984. *Fisiología vegetal aplicada.*

¹¹ Pennington, T. D. y Sarukhán K., J. 1968. *Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México.*

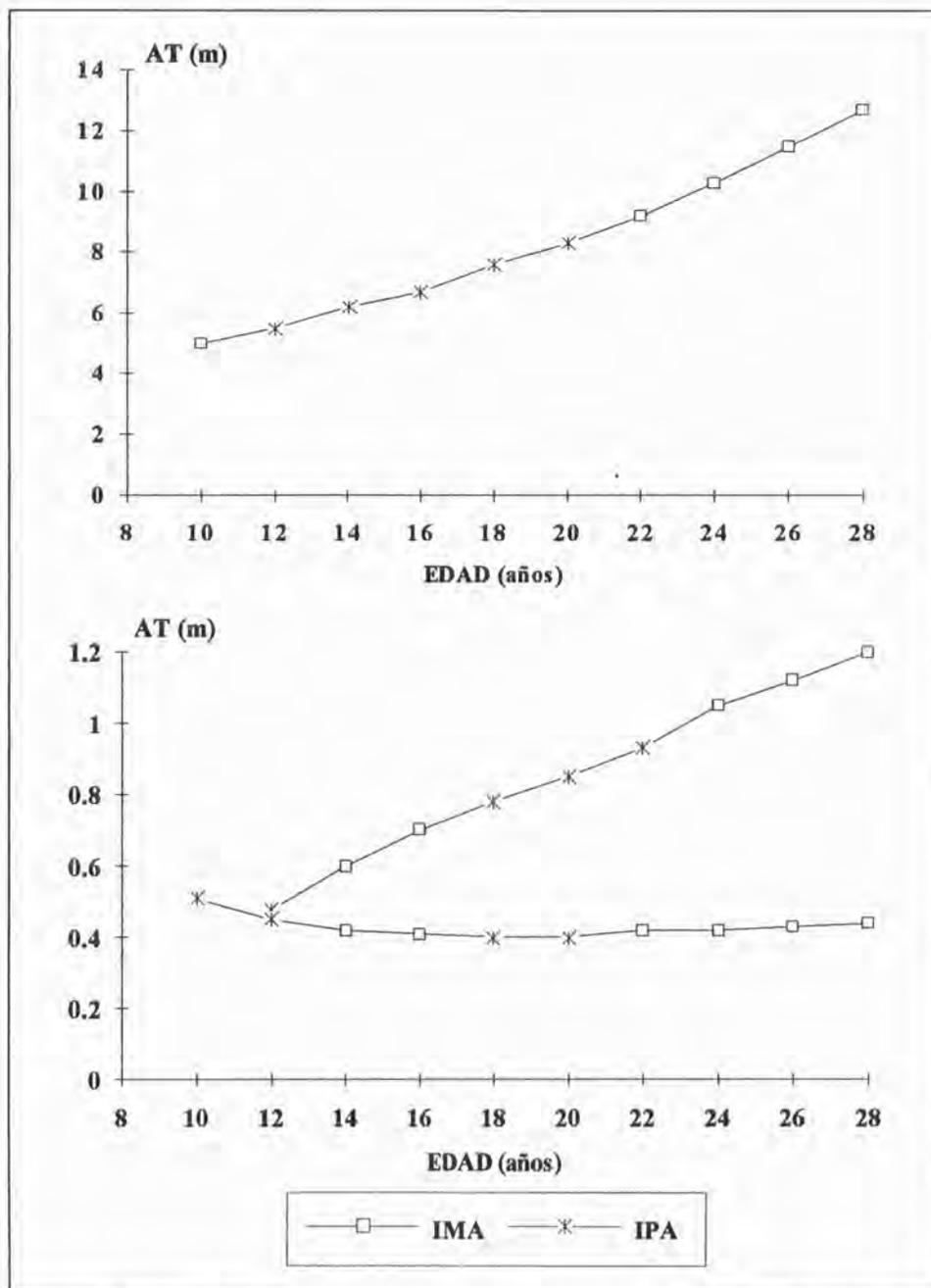


Figura N° 1. Crecimiento e incremento en altura total promedio de caoba

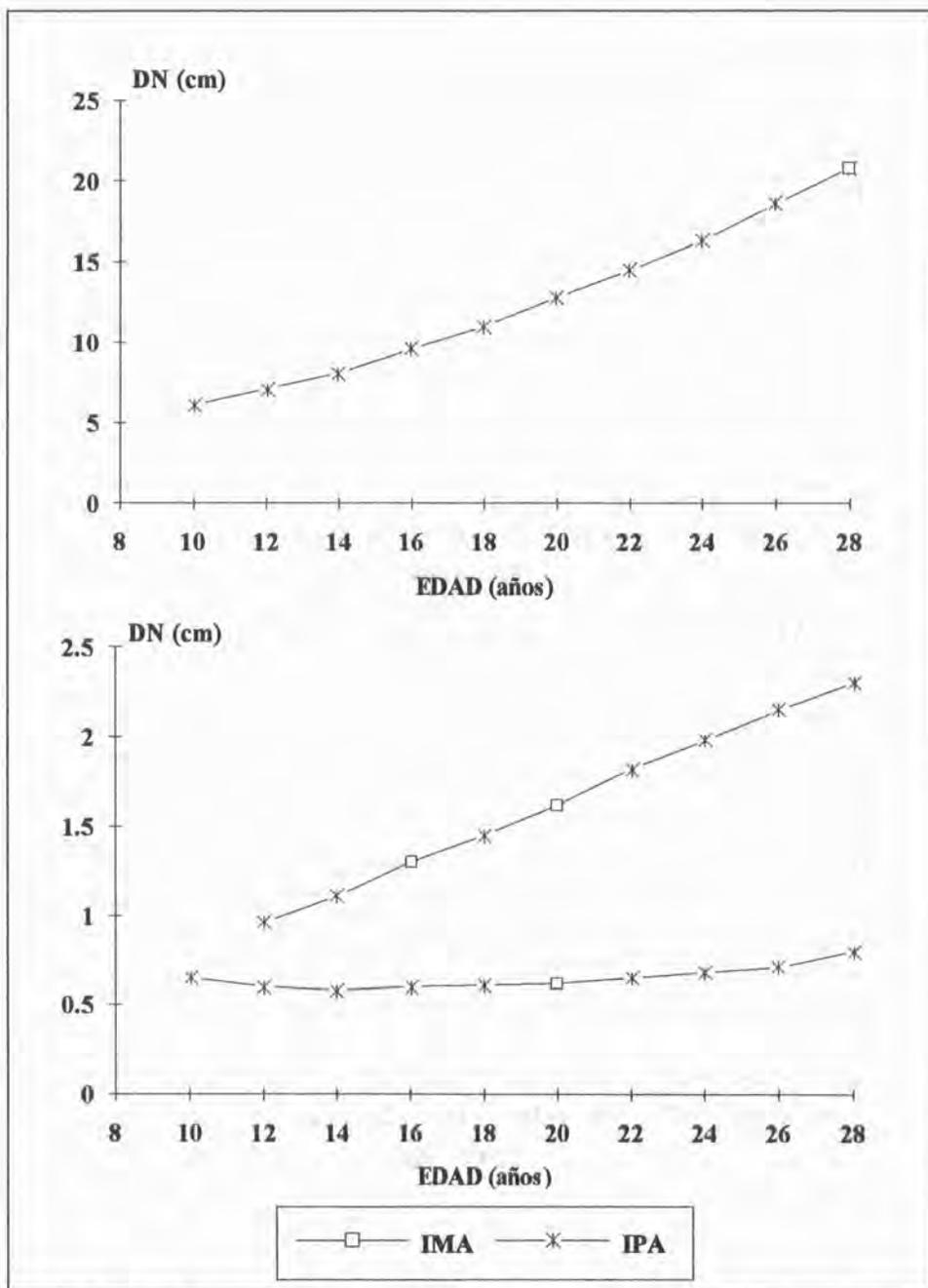


Figura N° 2. Crecimiento e incremento en diámetro normal promedio de caoba.

Crecimiento en diámetro normal.

Con los pares de datos de edad y diámetro normal promedio, se ajustó el modelo lineal:

$$Y_i = B_0 + B_1(X_i)^2$$

obteniéndose la ecuación (2):

$$DNI = 4.135300159 + 0.021354577 (EDAD)^2 \quad (2).$$

De acuerdo al análisis de varianza, se observa que el modelo presenta un valor alto para el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.98$); un bajo valor del cuadrado medio del error (CME = 0.43138359) y un alto nivel de significancia.

Lo anterior indica un ajuste satisfactorio del modelo y que existe evidencia altamente significativa de que la ecuación obtenida: (2), predice el crecimiento en diámetro normal promedio en el rango de 10 a 28 años de edad, bajo las condiciones de la zona de estudio.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD
REGRESIÓN	1	182.94893127	0.98	0.0001**
ERROR	8	0.43138359		
TOTAL	9			
PARÁMETROS ESTIMADOS		VALOR DE B_i		NIVEL SIGNIFICANCIA
ORDENADA AL ORIGEN (B ₀)		4.135300159		0.0001**
EDAD ² (B ₁)		0.021354577		0.0001**

** Altamente significativo al nivel de probabilidad indicado

Cuadro 3. Análisis de varianza para el modelo: $DNI = 4.135300159 + 0.021354577 (EDAD)^2$ que predice el crecimiento en diámetro normal promedio para árboles de caoba entre 10 y 28 años de edad.

También se hizo una transformación de datos y se probaron varios modelos, los que no podían ser comparados directamente para la bondad de ajuste, usando el coeficiente de determinación (R^2).

Al igual que en la altura, se usó para la elección de la mejor regresión, el índice de Furnival (IF).

En el cuadro 2 y figura 2, *vid., supra*, se observan los valores y la tendencia del crecimiento e incrementos en diámetro normal promedio, proyectados a partir de la ecuación: (2).

El comportamiento de la curva de crecimiento en diámetro normal promedio es todavía creciente, lo cual indica que los árboles de caoba son aún jóvenes y están en una etapa de crecimiento acelerado o en la fase central de la curva de crecimiento normal (sigmoide) sin que hayan llegado al punto de inflexión donde culmina el incremento corriente anual, Klepac, *op. cit.*; Rojas y Rovalo, *Ibidem*.

Pennington y Sarukhán, *op. cit.*, mencionan que esta especie puede alcanzar diámetros normales de hasta 3.5 m.

Cuando las plantaciones llegan a una densidad donde entran en competencia y se realiza un aclareo, es conocido que los árboles experimentan un incremento en el crecimiento, como lo señalan Hughell y Camacho¹².

A partir de la aplicación de un aclareo a los 22 años de edad de la masa, se observa que el ritmo de crecimiento es mayor, *vid., supra*, cuadro 2.

De acuerdo con Klepac, *op. cit.*, el crecimiento e incremento en diámetro dependen más del medio ambiente que la altura; y dentro de ciertos límites, el desarrollo del diámetro es mayor cuando hay más luz y espacio de crecimiento.

Sucede con frecuencia que, una diferencia de hasta tres veces del crecimiento en diámetro se puede dar por un cambio en el espaciamiento inicial; según lo señala Rose, *op. cit.*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Tanto el crecimiento en altura total como el diámetro normal promedio presentan un comportamiento definido en cuanto a su tendencia todavía creciente.

¹² Hughell, D. y Camacho, P. 1989. "Mecanismos para la predicción del rendimiento de jaul (*Alnus acuminata*), en Costa Rica". pp. 407-419.

- La altura y el diámetro normal promedio de un rodal no son independientes a la variación dinámica de la densidad del mismo.

- Para generar modelos que predigan el desarrollo, se deben utilizar todos los datos de campo disponibles, de preferencia de árboles dominantes provenientes de rodales de densidad máxima.

- Por la falta de datos de campo, no se pudieron desarrollar ecuaciones más precisas para la estimación de otras variables del crecimiento de caoba.

- Como el análisis por medio del método de mínimos cuadrados es una forma abstracta, una manera alternativa para observar la bondad de los modelos es aunar al coeficiente de determinación (R^2), cuando se hacen transformaciones de variables, el índice de Furnival (I F) calculado y graficar la variable de interés contra la variable predictora, con los datos reales y los proyectados, para tener una apreciación más concreta de la solidez o debilidad de un modelo.

- El crecimiento promedio en diámetro normal de la masa se favoreció como una respuesta al aclareo realizado a los 22 años.

BIBLIOGRAFÍA.

Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol N° 2. Predicción del rendimiento. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 80 p.

Campos A., J. J. 1989. "Curvas de índice de sitio para *Eucalyptus camaldulensis* en América Central". In: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas de reunión I U F R O. Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 351-365.

Castaño, F. y Quiroga, F. 1989. "Comparación de modelos de crecimiento en experimentos de adaptación de especies forestales en primera fase, realizados en la cuenca alta del río Cauca, zona andina colombiana". In: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas de reunión I U F R O. Guatemala, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 421-439.

- Chavelas P., J. 1981. "Campo Experimental Forestal San Felipe-Bacalar". *In*: Los Campos Experimentales Forestales. Subsecretaría Forestal y de la Fauna, S A R H. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Revista Ciencia Forestal. Vol N° 2. N° 3. pp. 65-82.
- García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 252 p.
- Hughell, D. y Camacho, P. 1989. "Mecanismos para la predicción del rendimiento de jaul (*Alnus acuminata*) en Costa Rica". *In*: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas de reunión I U F R O. Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 407-419.
- I N E G I. 1986. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo. Gobierno del estado de Quintana Roo. México. 728 p.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, México. 365 p.
- Pennington, T, D. y Sarukhán K., J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. México, D.F. México. 413 P.
- Ramírez M., H. y Fierros G., A. 1990. "Estimación del crecimiento y rendimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a través de su distribución diamétrica". *In*: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas de reunión I U F R O. Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 459-474.
- Rojas, G, M. y Rovalo, M. 1984. Fisiología vegetal aplicada. Ed. Mc. Graw Hill. México, D.F. México. 297.p.
- Rose, D. 1990. "Importancia y limitaciones en el desarrollo y uso de modelos para el manejo de plantaciones tropicales con especies de uso múltiple". *In*: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas de reunión I U F R O. Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 315-328.

ATRAYENTES QUÍMICOS EN ESCARABAJOS DESCORTEZADORES *Dendroctonus mexicanus* Y *D. adjunctus* (Col: Scolytidae)

Villa Castillo Jaime *

RESUMEN.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), en años recientes ha dirigido esfuerzos para desarrollar alternativas para el control de escarabajos descortezadores, que incluyen pruebas de insecticidas y métodos integrados.

En enero y junio de 1988 se llevaron a cabo estudios con feromonas en *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, respectivamente. El primero de ellos se localizó en el bosque del municipio de Gómez Farías y el segundo en el parque nacional Nevado de Colima, ambos en el estado de Jalisco.

Con base a lo anterior, se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar el efecto de diferentes feromonas en la congregación de los escarabajos descortezadores que más daños causan en México.

En cada localidad se colocaron dentro de brotes con poblaciones emergentes de descortezadores, trampas "lindgren" de ocho embudos (Phero-Tech, Vancouver B C Canadá), cebadas con las feromonas comercialmente disponibles de *Dendroctonus frontalis* (frontalina), *D. brevicomis* (brevicomina), *D. ponderosae* e *Ips typographus* (ipina).

Los resultados aquí expresados, están basados en la atracción que ejerce la feromona al ser colocada en árboles con plaga emergente, debido a que ésta puede efectuar medidas de redistribución al azar, en este caso, al ser concentrados en trampas diseñadas para la captura de los insectos en vuelo, lo que finalmente logrará que el número de escarabajos que se presente en el frente activo, sea insuficiente para rebasar la resistencia de los árboles.

La feromona que obtuvo el mayor promedio de insectos atraídos por la trampa, fue frontalina + alfa-pineno.

* Biólogo. Investigador del Campo Experimental Los Colomos. CIR-Pacífico Centro. INIFAP. SARH.

De acuerdo a los datos obtenidos, los insectos atraídos con frontalina desde el inicio de la captura hasta la cuarta semana, representan el 85% de la población total capturada en forma acumulativa.

Palabras clave: Entomología, escarabajos descortezadores, *Dendroctonus*, feromonas, Jalisco.

ABSTRACT.

The Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), on recent years has been directed hard efforts to develop ways to bark beetle plagues control, that includes integration methods and insecticides tests.

On January and June during 1988, several studies were made on *Dendroctonus mexicanus* and *D. adjunctus* with pheromones. The first was located on Gomez Farias county and the second on the Nevado de Colima national park, both places in Jalisco state.

The present work has been realized with the principal objective to determinate the different pheromones effect on the bark beetle aggregation, that cause severe damages around the country.

There were settled eight funnel "lindgren" traps on emergent bark beetle populations with the commercial available pheromones such as *Dendroctonus frontalis*, *D. brevicornis*, *D. ponderosae* and *Ips typographus*.

The results, expressed here, are based on the pheromone attraction caused by application on trees with emergent scarabe plagues, and have the possibility to concentrate the plague in flying insects traps specially designed. This situation provoke that the scarab number at last became no dangerous for the tree resistance.

The pheromone with highest average attraction by each trap was frontalina + alfa-pineno.

According with data registers of attracted insects using frontalina since the capture began on the fourth week, represents 85% of total population captured in accumulative form.

Key words: Entomology, bark beetle, *Dendroctonus*, pheromones, Jalisco.

INTRODUCCIÓN.

En los bosques de pino del sur de Jalisco, como en la mayoría de los bosques de coníferas del país, los esfuerzos por controlar diversos brotes de escarabajos descortezadores de las especies *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, se han basado en la aplicación de métodos directos, que implican el derribo del árbol infestado.

Este hecho trae consigo muchas complicaciones que inciden en la falta de oportunidad para el combate del insecto nocivo; sin embargo, dada la carencia de mejores opciones, los encargados de la sanidad forestal recurren a la aplicación de métodos tradicionales; cada vez con mayores restricciones, costos elevados y presiones ecologistas

El I N I F A P, en años recientes ha enfocado diversos esfuerzos para desarrollar alternativas en el control de escarabajos descortezadores, que incluyen pruebas de insecticidas y métodos integrados.

Otras instituciones han realizado estudios sobre químicos conductuales¹, que han demostrado tener buen potencial para el manejo de poblaciones de descortezadores², ya que juegan un papel importante en las conductas, tanto de selección del hospedero, como en las de ataque masivo³.

OBJETIVO.

En base a lo anterior, se señaló el siguiente objetivo:

- Determinar el efecto de diferentes feromonas en la congregación de escarabajos descortezadores, que más daños causan en México.

ANTECEDENTES.

La congregación en masa de los escarabajos descortezadores en el árbol que han

¹ Borden, J. H. 1974. "Aggregation pheromones in the scolytidae". pp. 135-160.

² Vité, J. P. and Francke, W. 1976. "The aggregation pheromones of bark beetles: progress and problems". pp. 87-89.

³ Payne, T. L. et al. 1978. "Field response of the southern pine beetle to behavioral chemicals". pp. 578-582.

seleccionado como hospedero, constituye el único medio por el cual, el insecto puede rebasar la resistencia natural de dicho árbol, estableciéndose dentro de él, para desarrollar su potencial reproductivo.

Para entender la llegada y establecimiento de los escarabajos a su árbol hospedero, se han propuesto dos hipótesis principales:

1. Este fenómeno se debe a una atracción primaria, vía estímulos olfatorios, como el medio por el cual el escarabajo selecciona a sus hospederos⁴.

El término "primario" es usado para expresar que el fenómeno se presenta como resultado de algunos estímulos liberados por el árbol hospedero, antes de la llegada de algún escarabajo, lo que ocurre debido a un deterioro de los tejidos del árbol provocado por diversos factores de tensión.

2. La otra hipótesis establece que la llegada de los escarabajos a sus hospederos es resultado del azar, guiados únicamente por su tendencia instintiva a arribar a objetos verticales⁵.

Teóricamente, los escarabajos llegan al azar a todo tipo de árboles; posteriormente la hembra pica el exterior de la corteza, para buscar un estímulo químico; si la hembra identifica un hospedero, inicia la fase de perforación; pero si éste es indeseable, la hembra vuela hacia otro árbol⁶.

Una vez que unos cuantos escarabajos han seleccionado un hospedero, comienza la atracción secundaria; como resultado, otros escarabajos comienzan a congregarse en el árbol.

Esta fase del ciclo de vida forestal es crítica, debido a que favorece la llegada de insectos en número suficiente para, después de un corto tiempo, rebasar la resistencia del árbol.

Se desconoce la manera en que muchos ataques sucesivos inician la conducta de congregación; sin embargo, se cree que un escarabajo inicia la atracción secundaria con base en la fuerte emisión de sustancias volátiles que perciben otros escarabajos, así como aquellas producidas por el propio árbol hospedero⁷.

Es claro que los compuestos químicos que secretan, tanto los escarabajos como los árboles

⁴ Heikkinen, H. J. 1977. "Southern pine beetle: a hypothesis regarding its primary attractant". pp. 412-413.

⁵ Gara, R. I. et. al. 1965. "Manipulation of *Dendroctonus frontalis* by use of a population aggregating pheromone". pp. 373-378.

⁶ Thomas, H. A. et. al. 1979. Bitting and tactile stimulation of the southern pine beetle in laboratory bioessay.

⁷ Payne, T. L. 1979. "Pheromone and host odor perception in bark beetles". pp. 25-27.

hospederos, influyen notablemente en la conducta de llegada, congregación y establecimiento de una población de escarabajos descortezadores.

Las sustancias emitidas por los escarabajos, que pueden ser de estímulo o de inhibición, se denominan feromonas, y son liberadas por un individuo, en este caso, el escarabajo descortezador, modificando la conducta de la misma especie o de otra.

La frontalina es considerada la feromona de congregación primaria para *Dendroctonus frontalis*⁸ (Payne *et al*, *op. cit.*), la especie de descortezador que más daño causa a los bosques del sur de los Estados Unidos.

En México, Cibrián⁹ e Islas (*com pers*), han obtenido buenos resultados en la congregación de las especies *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, utilizando la feromona frontalina; asimismo, en diversas ocasiones en el sureste de Jalisco se ha utilizado dicha feromona para concentrar ataques de las mismas especies.

La frontalina se localiza en la parte posterior del intestino de los escarabajos hembras recién emergidas¹⁰ dicha sustancia es liberada cuando la hembra hace contacto con un hospedero adecuado¹¹.

Por otra parte, el alfa-pineno se cree funciona como detenedor en combinación con la frontalina¹²; esto es, que la feromona atrae a los escarabajos hacia el árbol y el olor del hospedero detiene su vuelo.

El escarabajo hembra, produce transverbenol que funciona como sinergizante de la frontalina, y ha sido propuesto como sustituto de los olores del árbol hospedero en caso de que la exudación de resina cese¹³.

En un intento por determinar los efectos de la mezcla de frontalina con alfa-pineno (frontalure) en infestaciones de *Dendroctonus frontalis*, Richerson¹⁴ y coautores, concluyeron que la colocación de frontalure dentro de la infestación, interrumpió el crecimiento del brote.

⁸ Villa C., J. y Horta G., J. 1984. Métodos de control para el escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus* en el parque nacional Nevado de Colima.

⁹ Cibrián T., D. 1981. *Dendroctonus adjunctus* Blandf.

¹⁰ Renwick, J. A. A. and Vité, J. P. 1969. "Bark beetle attractants: mechanism of colonization by *Dendroctonus frontalis*". pp. 283-292.

¹¹ Coster, J. E. and Vité, J. P. 1972. "Effects of feedings and mating on pheromone release in the southern pine beetle". pp. 263-266.

¹² Renwick, J. A. A. 1970. *Dendroctonus frontalis*: Diesteverung des befalls never wirtsdaume durch geruchs toffe.

¹³ Plummer, E. L. *et al*. 1976. "Determination of the encatiometric composition of several insect pheromone alcohols". pp. 307-322.

¹⁴ Richerson, J. V. *et al*. 1980. "Disruption of southern pine beetle infestations with frontalure". pp. 360-364.

Entonces se presentó el fenómeno de que los escarabajos en emergencia se redistribuyeron al azar a través de la infestación; y consecuentemente el número de escarabajos que se ubicaron en el frente activo fue insuficiente para rebasar la resistencia natural del árbol hospedero.

En relación a lo anterior, es importante señalar que, hipotéticamente si los escarabajos son desorientados en su congregación hacia los árboles hospederos, sucumben a la influencia de los factores bióticos y abióticos.

Por su parte Payne¹⁵ y colaboradores encontraron que la aplicación de frontalure es potencialmente utilizable para la supresión de infestaciones de *Dendroctonus frontalis* en densidades endémicas, y prevenir el crecimiento de las poblaciones.

Bajo condiciones epidémicas, la anterior táctica parece ser menos efectiva en la eliminación de infestaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Entre enero y junio de 1988 se llevaron a cabo estudios con feromonas en *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, respectivamente.

El primero de dichos estudios se localizó en el bosque del municipio de Gómez Farías; el segundo en el parque nacional Nevado de Colima, ambos en el estado de Jalisco.

En cada localidad se colocaron dentro de brotes con poblaciones emergentes de descortezadores, trampas "lindgren" de ocho embudos (Phero-Tech Vancouver, B C Canadá). Dichas trampas fueron cebadas con las feromonas comercialmente disponibles de:

Dendroctonus frontalis (frontalina).

D. brevicomis (brevicomina).

D. ponderosae.

Ips typographus (ipina).

Las trampas fueron distribuidas en un diseño experimental de bloques al azar.

¹⁵ Payne, T. L. et al. 1985. "Effects of frontalure in suppressing southern pine beetles spot growth under endemic and epidemic population levels". pp. 281-285.

- Con cinco tratamientos consistentes en cuatro feromonas y un testigo.
- El testigo tuvo tres repeticiones.
- Se hicieron ocho colectas semanales durante ocho semanas.
- El material obtenido fue puesto en alcohol al 70%.

Las diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre los rangos de los descortezadores capturados en las trampas fueron analizadas con la prueba de rangos múltiples de Duncan. La relación fecha-captura fue ajustada matemáticamente en la ecuación de regresión lineal por medio del programa de cómputo abstat.

ATRAYENTES	COMPONENTES	PROPORCIONES RELATIVAS	TASA DE LIBERACIÓN mg/día
<i>D. frontalis</i>	frontalina	0.67/frasco de liberación	10.00
	pineno	0.33 "	
<i>D. brevicomis</i>	frontalina	15.00/frasco de liberación	12.00
	myrceno	2.50 "	0.50
	exo-brevicomina		
<i>D. ponderosae</i>	myrceneo	frascos ind de liberación	20.00
	trans-verbenol	"	1.00
	exo-brevicomina	"	0.50
<i>Ips typographus</i>	2 metil 3 buteno 2 ol	15.00/en un dispositivo	10.00
	cis-verbenol	0.70/de liberación	1.00
	ipsidenol	0.15 "	0.17

Cuadro N° 1 Descripción técnica de atrayentes de descortezadores¹⁶ utilizados en las localidades de Gómez Farías y el Nevado de Colima.

¹⁶ Miller, M. C. et al. 1987. "Potential for biological control of native north american *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae)": pp. 417-428.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados aquí expresados, se basan en el criterio de Richerson y coautores *op. cit.*

Las medidas supresivas que se pueden ejercer en descortezadores a través del uso de atractivos sexuales, están basadas en:

- La conducción de los individuos hacia lugares predestinados.
- La interrupción de la congregación natural al colocar feromona extra dentro del brote.

Eventualmente los insectos sucumbirán a la influencia de factores bióticos y abióticos.

La atracción que ejerce la feromona colocada en árboles con plaga emergente, puede ejercer medidas de redistribución al azar, en este caso, ser concentrados en trampas diseñadas para la captura de los insectos en vuelo, lo que finalmente logrará que el número de escarabajos que se presenten en el frente activo sea insuficiente para rebasar la resistencia de los árboles.

Escarabajo descortezador *Dendroctonus mexicanus*.

El siguiente cuadro muestra los resultados del análisis de varianza para el grupo de feromonas probadas con este descortezador.

Se observaron diferencias significativas ($P = 0.05$) entre tratamientos y entre fechas; así como en la interacción tratamiento por fechas.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	F 05
BLOQUES	2	5 533	2 766.50		
TRATAMIENTOS	4	64 723	16 180.70	4.12*	3.84
ERROR A	8	31 390	3 923.70		
PARCELAS GRANDES	14	101 646	7 260.40		
FECHAS	7	16 901	2 414.40	3.15*	2.98
TRAT POR FECHAS	28	71 864	2 566.50	3.34*	2.23
BLOCK POR FECHA	14	13 254	946.70	1.31 NS	2.43
ERROR B	56	40 394	721.33		
TOTAL	119	244 060			

* Significativo P = 0.05

NS = No significativo.

Cuadro N° 2 Resultados A N V A de la atracción de cinco tratamientos hacia *D. mexicanus*.

La feromona que obtuvo el mayor promedio de insectos atraídos por trampa y por fecha fue frontalina + alfa-pineno.

FEROMONA	\bar{X} I
FRONTALINA	60.12
BREVICOMINA	10.67
PONDEROSAE	1.12
IPINA	0.04
TESTIGO	0.04

Cuadro N° 3. Promedio de *D. mexicanus* capturados por trampa y por fecha en las localidades de Gómez Farías y Nevado de Colima, durante el ciclo 1988.

La prueba de comparación de medias de Duncan muestra que el promedio de la frontalina es significativamente mayor que cualquiera de los otros tratamientos utilizados en la atracción de *D. mexicanus*.

FEROMONA EN TRAMPA	MEDIA
FRONTALINA	60.12 a
BREVICOMINA	10.67 b
PONDEROSAE	1.12 b
IPINA	0.04 b
TESTIGO	0.04 b

Las medias en la columna, seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$).

Cuadro N° 4. Comparación de medias para *D. mexicanus*.

Con respecto a la población capturada a través del estudio, se observó como respuesta a la frontalina un comportamiento muy similar al reportado por Coulson¹⁷:

- Existe un número pequeño de insectos en vuelo, que seleccionarán a los hospederos, posteriormente, se incrementa el número de escarabajos hasta llegar a una cantidad pico; para después descender al capturarse los últimos individuos de una generación.

Este comportamiento es una curva simple cuando se trata de brotes endémicos, pero en el caso de brotes epidémicos, dada la salida continua de insectos por traslape de generaciones, se presentan varias cantidades pico de emergencia, con sus respectivas declinaciones, hasta que la población llega a un mínimo en forma natural o es suprimida con tácticas de control.

¹⁷ Coulson, R. N. 1980. Population dynamics in the southern pine beetle.

Un comportamiento similar fue encontrado por Payne¹⁸ al estudiar la respuesta del escarabajo suriano *Dendroctonus frontalis* a la feromona frontalina.

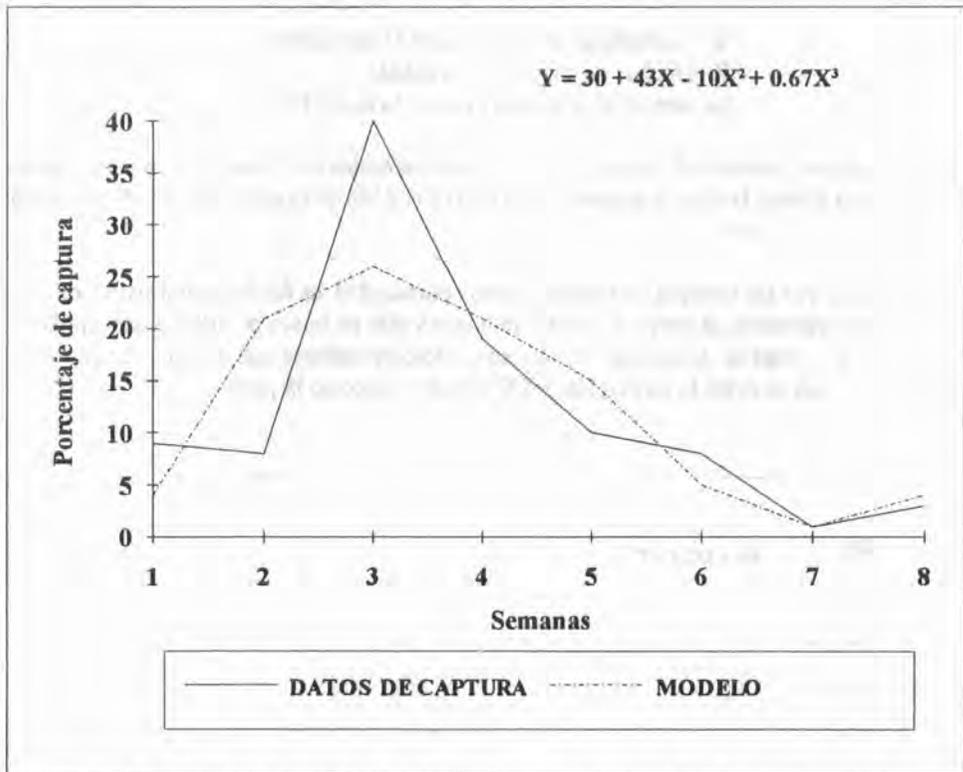


Figura N° 1. Gráfica de captura y del modelo en porcentaje de *D. mexicanus* atraídos con frontalina en relación a las fechas de muestreo, en el paraje Camilo entre otros.

El modelo desarrollado para captura de escarabajos *D. mexicanus* fue ajustado por la ecuación:

$$Y = A + BX + CX^2 + DX^3$$

¹⁸ Payne, T. L. 1980. Life history and habits in the southern pine beetles.

obteniéndose por regresión lineal que:

$$Y = 30.1357 + 43.825X - 10.368X^2 + 0.6775X^3$$

donde:

Y = porcentaje de escarabajos *D. mexicanus*

X = fechas de captura en semanas

La variación atribuida al modelo es de 75%

De acuerdo con los datos de la figura 2, los insectos atraídos con frontalina, desde el inicio de la captura hasta la cuarta semana, representan el 85% de la población total capturada en forma acumulativa.

Por lo que poner las trampas de supresión con oportunidad, es fundamental para capturar en primera instancia, al grupo descortezador que vuela en busca de árboles susceptibles, para después atraer al grupo más numeroso de descortezadores que atacan en masa a los hospederos, así se evita la formación del frente de avance de la plaga.

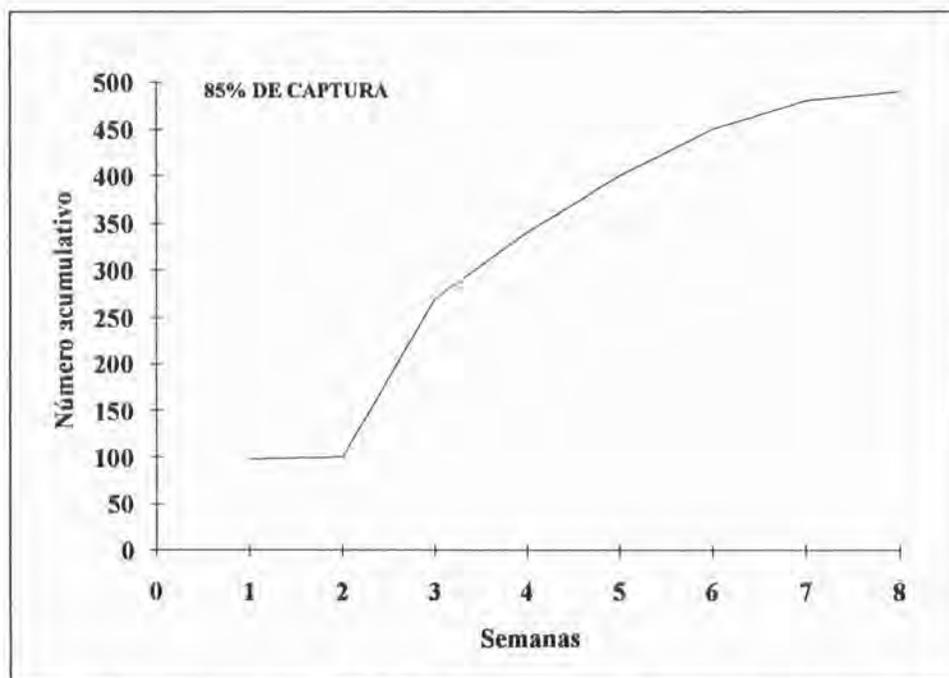


Figura N° 2. Número acumulativo de *D. mexicanus* atraídos con frontalina, en relación a las fechas de captura.

Escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus*.

El análisis de varianza reporta diferencias significativas entre fechas y la interacción tratamiento-fecha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	GM	F	F 05
BLOQUES	2	1 994	997		
TRATAMIENTOS	2	1 151	575	3.57 NS	4.32
ERROR A	4	644	161		
PARCELAS GRANDES	8	3 784	473		
FECHAS	7	2 654	379	4.96*	2.24
TRATAMIENTOS POR FECHA	14	3 004	214	2.80*	1.94
ERROR B	42	3 208	76		
TOTAL	71	12 650			

* Significativo P 0.05 NS = No significativo

Cuadro N° 5. Resultados A N V A de la atracción de tres feromonas hacia *D. adjunctus*

A pesar de haber varianzas homogéneas entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba de F, el promedio de insectos capturados en trampas cebadas con frontalina, hace posible la comparación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan.

FEROMONA	\bar{X}
FRONTALINA	38.30
BREVICOMINA	13.00
PONDEROSAE	12.12

Cuadro N° 6. *D. adjunctus* capturados por trampa y por fecha en las localidades de Gómez Farías y Nevado de Colima, durante el ciclo 1988.

En base a los resultados se aprecia que la frontalina atrajo en promedio un número significativamente mayor de *Dendroctonus adjunctus* que las feromonas brevicomina y ponderosae.

Por lo que, al igual que con *D. mexicanus*, se analizó la distribución de la población capturada a lo largo del muestreo en las trampas cebadas con frontalina y alfa-pineno.

Se encontró que la población inicial es relativamente mayor que en las dos siguientes semanas, para después alcanzar el máximo a la mitad del período de muestreo (cuatro semanas), y finalmente descender hacia porcentajes menores de captura en las últimas fechas.

FEROMONAS EN TRAMPA	MEDIAS
FRONTALINA	38.30 a
BREVICOMINA	13.00 b
PONDEROSAE	12.12 b

Las medias en de la columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$).

Cuadro N° 7. Prueba de rangos múltiples de Duncan para *D. adjunctus*.

El modelo desarrollado para la captura de *Dendroctonus adjunctus* fue ajustado por la ecuación:

$$Y = A + BX + CX^2 + DX^3 + EX^4$$

obteniéndose por regresión lineal:

$$Y = 118.148 - 131.957X + 53.353X^2 - 8.469X^3 + 0.4559X^4$$

donde:

Y = porcentaje de escarabajos *D. adjunctus*

X = fechas de captura de semanas.

La variación atribuida al modelo es de 67%

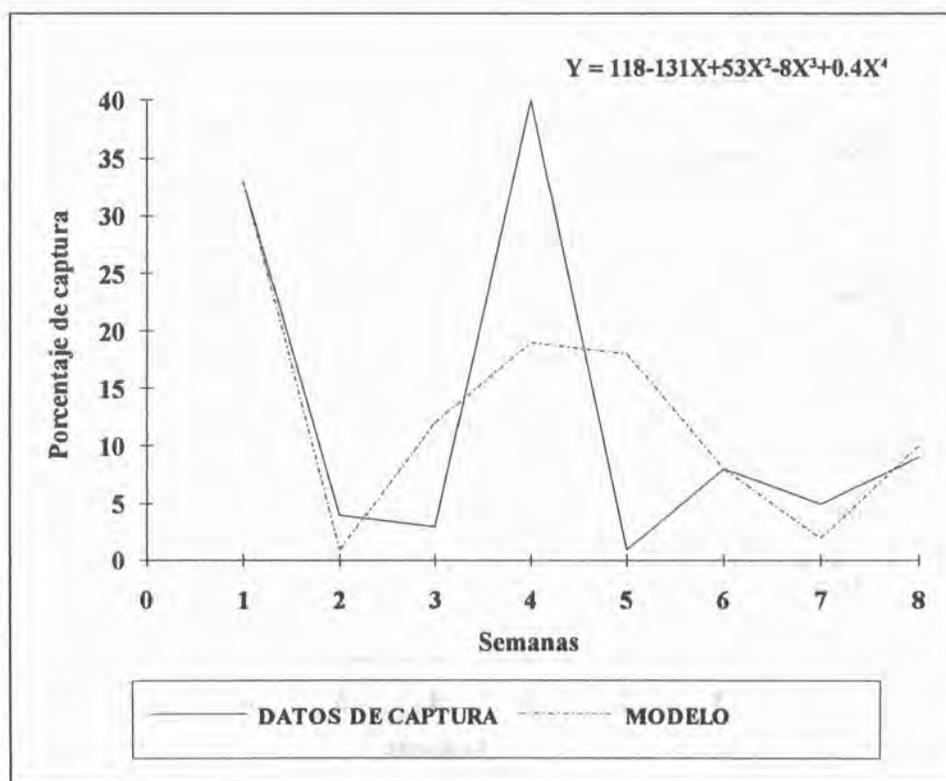


Figura N° 3. Gráfica de campo y del modelo en porcentaje de *D. adjunctus* atraídos con frontalina en relación a fechas de muestreo.

La captura acumulativa de escarabajos *Dendroctonus adjunctus*, en relación a las fechas de muestreo, está distribuida de tal manera, que el 82% de la captura se concentró en las cuatro primeras semanas, dejando sólo el 18% para los últimos cuatro muestreos.

Esto significa que la proporción más importante para la formación de un brote, deberá ser capturada al igual que en *Dendroctonus mexicanus* desde el inicio de la época de vuelo.

Al considerar que los insectos pioneros y los de congregación en masa deciden la formación o no de un brote, para suprimir, concentrando mediante feromonas, a los insectos emergentes, la aplicación de frontalina más alfa-pineno, exactamente al inicio de la época de vuelo, es fundamental.

Es importante que la disposición de las trampas sea en la parte central del brote y nunca hacia alguna orilla, aunque exista en ésta la posibilidad de que se forme un frente de avance de la plaga.

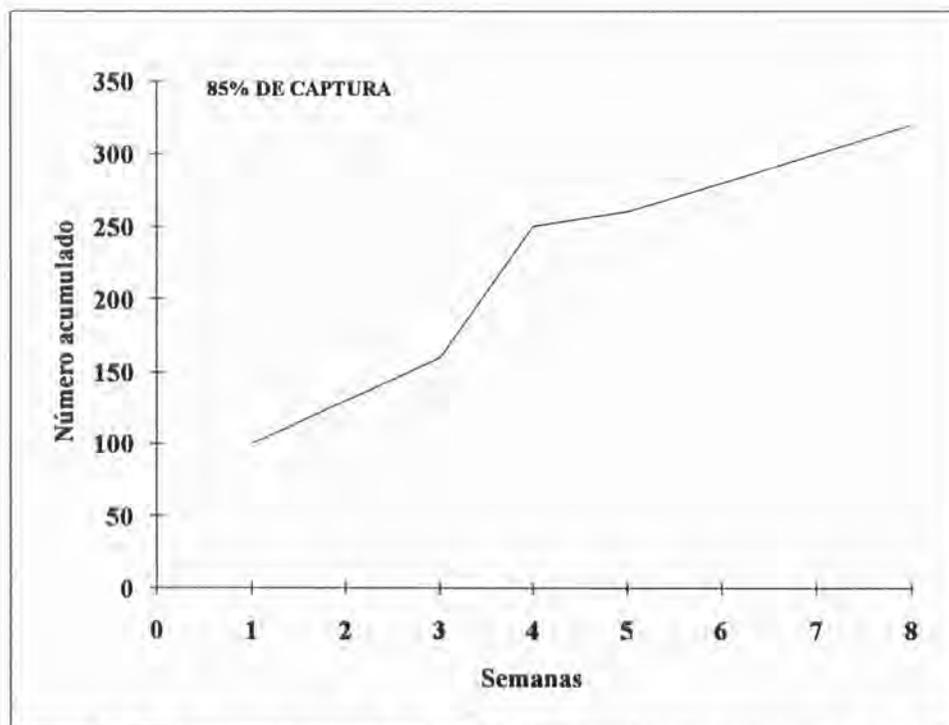


Figura N° 4. Número acumulado de *D. adjunctus* atraídos con frontalina en relación a las fechas de captura.

De acuerdo con los resultados, se debe señalar que la supresión de brotes de descortezadores por medio de feromonas, únicamente puede ser aplicada en brotes de carácter endémico, donde el nivel de traslape de generaciones es mínimo.

Lo anterior señala la importancia de que en la estructura de la población pueda definirse una época de vuelo de los insectos; porque como sucede en poblaciones epidémicas, la presencia de generaciones jóvenes, medianas y maduras a un mismo tiempo, origina la salida continua de adultos; la consecuencia es la imposibilidad de ubicar las trampas cebadas en el sitio en donde se dé la emergencia principal.

No se debe correr el riesgo de colocar trampas cercanas al frente de avance de la plaga, porque en ese caso, el efecto de la feromona será contrario a lo deseado, debido a que las feromonas "extra" atraerán a mayor número de insectos hacia el frente de avance, donde la presencia de árboles con ataques incipientes, facilitará la llegada del resto de los insectos en vuelo.

CONCLUSIONES.

1. De las feromonas comercialmente disponibles, la que mayor afecto de atracción tiene para las dos especies estudiadas, es frontalina + alfa-pineno (frontalure).

2. La captura de escarabajos en vuelo *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, debe seguir un patrón definido, relacionado con el proceso que el insecto tiene que llevar a cabo, para:

- Primero, seleccionar a un grupo de árboles susceptibles.
- Segundo, realizar el ataque masivo, con lo que se logra rebasar la resistencia natural del árbol.

3. La captura del grupo de insectos pioneros y los de ataque masivo en trampas cebadas con frontalina, impide la formación de nuevos brotes o la expansión del ya existente.

4. La mejor utilización del sistema de trampeo con feromonas, sirve para evitar que brotes endémicos se conviertan en epidémicos.

5. La incorrecta colocación de las trampas con frontalina, puede ocasionar efectos de dispersión de la plaga, en lugar del efecto de supresión esperado.

BIBLIOGRAFÍA.

- Borden, J. H. 1974. "Aggregation pheromones in the scolytidae". *In: Pheromones* M C Birch, Ed Am Elsevier Pub Co. New York. pp. 135-160.
- Cibrián, T. D. 1981. *Dendroctonus adjunctus* Blandf. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.
- Coulson, R. N. 1980. Population dynamics in the southern pine beetle. For Serv Science and Education Administration Tech. Bull. 1 631 p.
- Coster, J. E. and Vité, J. P. 1972. "Effects of feeding and mating on pheromone release in the southern pine beetle". *Ann. Entomol. Soc. Am.* N° 65. pp. 263-266.
- Gara, R. I.; Vité, J. P. and Gramer, H. H. 1965. "Manipulation of *Dendroctonus frontalis* by use of a population aggregating pheromone". *Contrib Boyce Thomson Inst* N° 23. pp. 373-378.
- Heikkinen, H. J. 1977. "Southern pine beetle: a hypothesis regarding its primary attractant". *J. For.* N° 75. pp. 412-413.
- Miller, M. C.; Moser, J. C.; Mc Gregor, M.; Gregoire, J. C.; Baisier, M.; Dahlsten, D. L. and Werner, R. C. 1987. "Potencial for biological control of native north american *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae)". *Ann Entomol Soc Am* N° 80. pp. 417-428.
- Payne, T. L. 1979. "Pheromone and host odor perception in bark beetles". *In: Neurotoxicology of insecticides and pheromones*, T Narahashi. Ed Plenum Publ Corp. New York. pp.25-27.
- Payne, T. L. 1980. Life history and habits in the southern pine beetle. For Serv Sci and Education Admin Tech Bull. 1 631 p.
- Payne, T. L.; Coster, J. E.; Richerson, J. V.; Edson, L. S. and Hart, E. R. 1978. "Field response of the southern pine beetle to behavioral chemicals". *Environ Entomol* N° 7. pp. 578-582.
- Payne, T. L.; Kudon, C. H.; Berisford, C. W.; O'Donnell, B. P. and Walsh, D. H. 1985. "Effects of frontalure in suppressing southern pine beetles spot growth under endemic and epidemic population levels". *Integrated Pest Management. Research Symposium. The proceedings. Southern for Esp S T General Teach. Rep. S O.* N° 56. pp. 281-285.

- Plumer, E. L.; Stewart, T. E.; Byne, K. J.; Pearce, G. T. and Silverstein, R. M. 1976. "Determination of the enantiometric composition of several insect pheromone alcohols". *J Chem Ecol* N° 2. pp. 307-332.
- Renwick, J. A. A. 1970. *Dendroctonus frontalis*: diesteverung des befalls never wirtsdbaume durch geruchss toffe. Ph D dissertation. Inst Forst Zool. Göttingen Univ. West Germany. 97 p.
- Renwick, J. A. A. and Vité, J. P. 1969. "Bark beetle attractants: mechanism of colonization by *Dendroctonus frontalis*". *Nature* N° 224. pp. 283-292.
- Renwick, J. A. A., and Vité, J. P. 1970. "System of chemical communication in *Dendroctonus contrib*", *Boyce Thompson Inst.* N° 24. pp. 283-292.
- Richerson, J.V.; Mc.Carty, F. A. and Payne, T. L. 1980. "Disruption of southern pine beetle infestations with frontalure". *Environ Entomol.* N° 8. pp. 360-364.
- Thomas, H. A.; Richmond, J. A. and Bradley, E. L. 1979. Bitting and tactile stimulation of the southern pine beetle in laboratory bioessay. *Can. Entomol.*
- Villa C., J. y Horta G., J. 1984. Métodos de control para el escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus* en el parque nacional Nevado de Colima. Resumen III Simposium Nacional de Parasitología Forestal, Saltillo, Coah. México.
- Vité, J. P., and Francke, W. 1976. "The aggregation pheromones of bark beetles: progress and problems". *Boyce Thompson Inst.* N° 24. pp. 87-89.

PLANTAS ÚTILES DE SAN LORENZO ACOPILCO, DISTRITO FEDERAL.

Martinez Zamora Maricela *

RESUMEN.

El presente trabajo es una contribución al rescate del conocimiento tradicional que sobre el uso de la vegetación silvestre poseen los habitantes de una comunidad rural del Distrito Federal, San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa, México.

A través de entrevistas abiertas y colectas de ejemplares botánicos que se efectuaron en compañía de los informantes, se detectaron 50 especies de plantas útiles; los usos más comunes fueron el medicinal (enfermedades respiratorias y digestivas), y el comestible.

La mayoría de las especies fueron arvenses o ruderales, debido a que en la localidad ya no existen áreas boscosas sin disturbio.

La gente de edad avanzada es la que conoce y sigue utilizando las plantas, aunque de manera poco frecuente.

Palabras clave: Plantas útiles forestales, productos forestales no maderables, Distrito Federal.

ABSTRACT.

This study is a contribution to the traditional knowledge of the wild vegetation utilization by the inhabitants of a rural community of the Distrito Federal, San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa, Mexico.

Fifty useful plants were detected through open surveys, direct information and collection of botanical specimens. Medicinal (respiratory and digestive illnesses) and food sources were the most common uses of this plants.

* Bióloga. Investigadora del Proyecto Manejo Forestal Integral. Campo Experimental Forestal. CIR-Centro. INIFAP-SARH.

Most of the species were growing in sown fields or “ruderales”, since undisturbed forest no longer exist.

Older people are the ones who know and continue using the species, although in a decreasing trend.

Key words: Usefull forest plants, non-wooded forest products, Distrito Federal.

INTRODUCCIÓN.

La degradación de los ecosistemas, ocasionada por la constante expansión de la Ciudad de México, conlleva a la disminución de su productividad, lo que hace a la población rural más dependiente del medio ambiente transformado y del artificial¹.

Entendiendo dichos ecosistemas como los bienes y servicios proporcionados por la sociedad urbana y las actividades agropecuarias que la gente realiza para subsistir.

Debido a la desaparición de muchas plantas que son recolectadas para autoconsumo (valor de uso), y cuya utilidad, en la mayoría de los casos, tan sólo se conoce a nivel local; de la misma manera, muchos de los vegetales denominados antropogénicos (arvenses y ruderales), que tienen valor de cambio, es decir que se comercializan, han visto restringida su área de distribución debido a la explotación irracional que de ellos se hace y al desmedido crecimiento urbano.

Se presenta en consecuencia, un mayor grado de transculturación entre los habitantes de las comunidades rurales del Distrito Federal.

En este contexto, la realización de trabajos etnobotánicos que coadyuven a rescatar el conocimiento sobre el uso tradicional de la vegetación, adquiere relevancia, ya que son estudios básicos para posteriores investigaciones sobre manejo y domesticación de las especies con importancia socioeconómica en la región.

¹ Toledo, V. M. *et al.* 1972. Un posible método para evaluar el conocimiento ecológico de los hombres del campo.

ANTECEDENTES.

La superficie del Distrito Federal ha sido objeto de numerosas excursiones botánicas desde finales del siglo XIX².

Sin embargo, en la literatura especializada son pocos los trabajos etnobotánicos disponibles, excepto los que se refieren a la época prehispánica; de ellos se puede mencionar la "Flora popular del Ajusco y sus alrededores"³, que incluye datos de uso para algunas especies.

Un proyecto de investigación interesante que tiene varios años de ejecución con resultados concretos publicados⁴, es el titulado "Estudios de las plantas medicinales del mercado Sonora"^{5, 6}.

Nieto-Pola⁷ efectuó la revisión de usos registrados en la bibliografía para una serie de plantas colectadas en la sierra del Ajusco; algo similar realizó Zavaleta⁸ en la delegación Xochimilco, sólo que este autor también incluye datos de campo y de herbario.

Ruiz⁹ registró 87 especies medicinales procedentes de seis barrios y un pueblo de la delegación Xochimilco.

Jiménez¹⁰ llevó a cabo un trabajo sobre la flora comestible de la misma delegación, en el que proporciona información etnobotánica de 69 especies, con datos bibliográficos acerca de su bromatología.

Correa¹¹ y coautores trabajaron en dos mercados de Xochimilco y detectaron 36 plantas medicinales, 11 comestibles y siete con ambos usos, que se comercializan en estado fresco y son silvestres o semicultivadas.

² Rzedowski, J. y Rzedowski, C. G. 1979. Flora fanerogámica de México. I.

³ Benítez, G. 1981. Árboles y flores del Ajusco.

⁴ Linares, E. et al. 1984. "Contribución al conocimiento de las plantas medicinales del mercado Sonora, D.F.". pp. 250-251.

⁵ Bye, R. y Linares, E. 1984. Tés curativos de México.

⁶ Balcázar, T. et al. 1987. Plantas medicinales usadas para enfermedades gastrointestinales en el mercado Sonora, D.F.

⁷ Nieto-Pola, C. 1985. Catálogo de plantas útiles del Ajusco.

⁸ Zavaleta, B. P. 1987. El uso de las plantas en Xochimilco.

⁹ Ruiz, S. L. 1989. Contribución al estudio de las plantas medicinales de la delegación Xochimilco.

¹⁰ Jiménez, O. M. R. 1989. Contribución al estudio de las plantas comestibles de la delegación Xochimilco, D.F.

¹¹ Correa, P. A. et al. 1990. Plantas comestibles y medicinales, silvestres o semicultivadas, expendidas en dos mercados de la delegación Xochimilco, D.F.

Por último el trabajo de Pérez¹², realizando en San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa, proporciona información acerca de 37 especies vegetales usadas popularmente para el tratamiento de las enfermedades más comunes en la localidad; en este estudio, a diferencia de lo que se presentará más adelante, el 59% de las plantas consideradas se recolectaron en el mercado o en las casas, en tanto que del "monte" únicamente procede un 24%.

OBJETIVO.

Con respecto al presente estudio, el objetivo propuesto para su realización fue:

- Conocer los usos tradicionales de las plantas silvestres presentes en una comunidad rural del Distrito Federal, San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización geográfica y datos ecológicos.

San Lorenzo Acopilco se localiza en el sur de la delegación Cuajimalpa, aproximadamente a 3 kilómetros al este del parque recreativo y cultural Desierto de los Leones.

- Tiene una altitud de 3 000 metros sobre el nivel del mar (m s n m).
- Presenta un clima templado frío con lluvias de verano.

Los suelos están formados por rocas de origen ígneo, con predominancia de las andesíticas, suelos regosoles bien conservados en las zonas boscosas, no así en las áreas deforestadas, donde la fertilidad casi es nula¹³.

La vegetación primaria corresponde a un bosque pino-encino:

- *Pinus teocote*.
- *P. montezumae*.
- *Quercus elliptica*.
- *Q. laurina*.

¹² Pérez R., A. J. 1986. Plantas popularmente usadas para el tratamiento de las enfermedades más comunes en San Lorenzo Acopilco, delegación Cuajimalpa de Morelos, México, D F.

¹³ Valdés, J. 1983. Cuajimalpa.

El cual en la actualidad está muy alterado por las actividades humanas, por lo que tan sólo se localiza en manchones pequeños y aislados.

Las familias botánicas mejor representadas, tanto por el número de especies como de ejemplares, además de las Pinaceae y Fagaceae son:

- Compositae.
- Rosaceae.
- Solanaceae.

Características de San Lorenzo Acopilco.

Fundación de San Lorenzo Acopilco (agua de copil).

En la época prehispánica perteneció al señorío de Azcapotzalco hasta que se organizó la confederación de Tenochtitlán, Texcoco y Tlacopan; "Cuauhximalpan" (Cuajimalpa, cabecera delegacional) quedó agregada a Tlacopan, según se indica en el Código Mendocino, Valdés *op. cit.*

Sin embargo, Acopilco se estableció como comunidad hasta 1534, a partir de la donación de tierras que realizó Hernán Cortés de su mayorazgo localizado en el camino real a Toluca.

Su fundador fue el fraile conocido como "Tata Vasco", quien en el año de 1536, construyó una capilla en la localidad, misma que aún se conserva, Pérez *op. cit.*

Durante la colonia sus pobladores se dedicaron principalmente a trabajar la madera (cuauhximalpan que significa "sobre las astillas de madera"); a la agricultura, al comercio y a la crianza de animales domésticos; actividades que actualmente se siguen practicando en menor escala, con excepción de la talla de madera.

Servicios públicos.

La urbanización en la zona ha sido lenta, ya que aún quedan calles empedradas y de terracería, la única vía de acceso es la carretera México-Toluca, que la comunica con Cuajimalpa y Tacubaya a través de una línea de autobuses suburbanos, la Ruta-100 y el sistema de transporte colectivo

La comunidad tiene energía eléctrica, agua potable y drenaje, este último sólo en el área urbanizada; cuenta con escuelas de instrucción preescolar, primaria y secundaria.

Los servicios de salud pública se proporcionan en un centro de salud cuyo personal está compuesto por un médico general, una enfermera y una trabajadora social.

Aspectos socioeconómicos.

La infraestructura comercial de la zona pertenece al clásico comercio tradicional, con misceláneas, carnicerías, tortillerías, pequeños comercios y un tianguis semanal, que tiene lugar los lunes.

La mayoría de la población económicamente activa labora fuera de la localidad, como obreros, choferes de transporte urbano, jardineros y empleados en general.

Sin embargo, algunos son campesinos aunque ésta es una actividad secundaria, o en caso contrario, la desempeñan personas mayores de 50 años, que no constituyen el único sostén familiar.

El ingreso promedio corresponde a un salario mínimo, excepto para los artistas e intelectuales que recientemente se han asentado en la localidad.

Las actividades agropecuarias practicadas en la zona, son el cultivo del maíz, avena forrajera, haba y en los últimos tres años se han introducido el chicharo y la zanahoria, todos ellos son de temporal.

Asimismo, existe la ganadería extensiva, básicamente de ovejas, a baja escala.

El régimen de propiedad prevaleciente es la propiedad privada y, en menor proporción existen los bienes comunales (áreas boscosas y pastizales), aunque están en litigio con comuneros del estado de México.

Entrevistas y colectas.

Durante doce meses se realizaron visitas periódicas (dos al mes), a la población de estudio, durante las cuales se hicieron entrevistas a sus habitantes, de éstos se eligieron a tres informantes, bajo los siguientes criterios de selección:

- a) Que fueran originarios del lugar .
- b) Que conocieran y/o usaran las plantas silvestres que se desarrollan en la zona.

Se elaboraron cuestionarios guías tomando como base los propuestos en trabajos etnobotánicos de diversos autores como: Martínez¹⁴; Toledo *op. cit.* y González¹⁵; las preguntas se agruparon en los temas que a continuación se enuncian:

1. Información personal: datos familiares, escolaridad, edad, origen, ocupación, etc.
2. Actividades culturales.
3. Actividades económicas.
4. Usos de las plantas: propiedades, modo de empleo, lugar donde crecen, abundancia y comercialización.

Además se colectaron ejemplares botánicos en compañía de los informantes.

El material se identificó en el herbario del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), mediante el empleo de las claves de Rzedowski¹⁶ *op. cit.*, Sánchez¹⁷, y los coautores Martínez y Matuda¹⁸.

Las plantas se depositaron en el Herbario Nacional Forestal "Luciano Vela Gálvez", perteneciente al Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal del INIFAP.

La información de campo se organizó en un catálogo (incluido en el presente trabajo, *vid. infra*), ordenado alfabéticamente por familias que incluye:

- Nombre científico.
- Nombre común.
- Formas de vida y hábitat.
- Uso.
- Propiedades.
- Modo de empleo.
- Frecuencia de uso.

¹⁴ Martínez A., M. A. 1970. Ecología humana del ejido Benito Juárez, Oaxaca.

¹⁵ González R., J. 1981. Ecología humana y etnobotánica de un pueblo campesino de la sierra nevada, Santa Catarina del Monte, México.

¹⁶ Rzedowski, J., y Rzedowsky, C. G. 1985. Flora fanerogámica del valle de México. II.

¹⁷ Sánchez S., O. 1980. La flora del valle de México.

¹⁸ Martínez, M. y Matuda, E. 1979. Flora del estado de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Conocimiento y uso tradicional de la vegetación.

A través de las entrevistas con los tres informantes permanentes, dos adultos (mayores de 50 años) y un niño (12 años), se detectaron 50 especies de plantas útiles, *vid., infra*, catálogo, agrupadas en 24 familias botánicas entre las que sobresalen, por el número de especies representadas, las Compositae y las Solanaceae con nueve y cinco, respectivamente.

En lo referente a las ocho categorías antropocéntricas registradas, las más abundantes fueron:

- La medicinal	23
- La comestible	17

Entre las primeras destacan las usadas para curar:

- Afecciones respiratorias	9 (catarros y bronquitis)
- Enfermedades del aparato digestivo	6 (dolor de estómago).

La vía de administración más común resultó ser la oral.

Cabe destacar que tanto el aparato respiratorio como el digestivo son las partes del organismo más propensas a enfermedades en la comunidad (*cf.* datos del centro de salud Acopilco), debido a las malas condiciones de higiene que predominan y a los vientos helados y bajas temperaturas (temperatura media de 10.7 °C), que se presentan la mayor parte del año en la localidad.

Las plantas útiles detectadas son en su mayoría (26), de hábito ruderal es decir, crecen en ambientes relacionados con actividades humanas, aunque también se recolectaron vegetales en las áreas boscosas.

Es notable que los bosques que circundan el poblado carecen de vegetación primaria ya que presentan un alto grado de disturbio, como consecuencia de la venta de terrenos con fines habitacionales a inmigrantes que llegan en busca de un lugar agradable para vivir.

El conocimiento tradicional de la vegetación está en proceso de perderse, pues la mayoría de los vegetales útiles que se desarrollan en la zona de estudio, son desconocidos por los habitantes de San Lorenzo Acopilco, quienes prácticamente ya no los emplean y es tan sólo la gente mayor la que conoce y usa las plantas.

Además, es significativa la falta de interés de las nuevas generaciones por conservar esa tradición, excepto aquellas personas que por presiones familiares y económicas, se ven obligadas a trabajar en las labores del campo desde temprana edad y ahí, por transmisión oral, aprenden a conocer la flora útil de su región.

La pérdida del saber tradicional se manifiesta en la existencia de plantas que en décadas anteriores fueron muy usadas y actualmente su utilización es rara.

Tal es el caso del "sanacoche" (*Microsechium ruderale*) planta que se usaba en la localidad como sustituto del jabón, lo cual coincide con lo registrado en la literatura para la especie por Martínez¹⁹, en donde se menciona que su raíz contiene glucósidos (saponinas) solubles en agua que disminuyen su tensión superficial.

La "raíz de zacatón" (*Muhlenbergia nigra*), especie utilizada para la elaboración de escobetas y cepillos, uso semejante al que se le daba a *M. macroura*, (Martínez, *op. cit*), pasto de características muy parecidas a la especie colectada en San Lorenzo Acopilco.

Por último, la planta denominada "escoba de río" (*Acaena elongata*) cuyas hojas se consumían tiernas en tacos, la bibliografía consultada no registra ningún uso, lo que resalta la importancia de realizar trabajos como el aquí presentado, ya que por medio de ellos se pueden detectar especies potencialmente útiles.

La recolección de vegetales empleados como leña es una actividad realizada con mucha frecuencia.

Las amas de casa salen dos veces a la semana a recolectar vegetales pese a que existen estufas de gas en casi todas las viviendas; las especies recolectadas comprenden tanto árboles como arbustos (*vid.*, *infra*, catálogo), éstos son preferidos por las señoras en tanto que los árboles son colectados por los señores, quienes escogen ejemplares muertos o enfermos de encino o de pino.

En la actualidad la elaboración de carbón es muy escasa.

Comercialización.

Las especies registradas en este trabajo son de autoconsumo, excepto tres plantas arvenses de uso comestible entre la población:

- *Eruca sativa*.
- *Chenopodium mexicanum*.
- *Ch. murale*.

¹⁹ Martínez, M. 1978. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.

Estas especies se comercializan a nivel local de manera abundante, por lo que representan una ayuda al ingreso familiar de la gente de escasos recursos económicos; su precio de venta oscila de \$ 1,000 a \$ 2,000 el manojo (precios de 1989), y son muy apreciadas por la gente de San Lorenzo Acopilco quienes las consumen de manera abundante durante la temporada de lluvias.

La recolección es llevada a cabo por las amas de casa o por los niños que cuidan las milpas.

CATÁLOGO.

Las especies están ordenadas alfabéticamente por familias y los datos que se incluyen son los siguientes:

- | | |
|---------|-------------------------|
| - NC: | Nombre científico |
| - NV: | Nombre vulgar |
| - FV/H: | Forma de vida y hábitat |
| - U: | Uso |
| - FU: | Frecuencia de uso |

ACANTHACEAE

- | | |
|---------|--|
| - NC: | <i>Jacobina spicigera</i> (Shcl) Bailey |
| - NV: | Muicle |
| - FV/H: | Herbácea, cultivada en las casas. |
| - U: | Comestible.
Las hojas en té se toman por las mañanas como sustituto del café. |
| - FU: | Escasa. |

AMARYLLYDACEAE

- NC: *Agave* sp. L.
- NV: Agave
- FV/H: Arbustiva, cultivada como lindero en las milpas
- U: Ceremonial.
Las flores se usan para adornar los altares en Semana Santa.
- FU: Abundante.

APOCYNACEAE

- NC: *Vinca mayor* L.
- NV: -----
- FV/H: Herbácea trepadora, cultivada y en bosque de pino-encino.
- U: Ornamental
- FU: Abundante.

CAPRIFOLIACEAE

- NC: *Sambucus mexicana* Presl
 - NV: Sauco
 - FV/H: Árbol, bosque de pino-encino con algunos ejemplares de oyamel, muy húmedo.
 - U: Medicinal.
Las flores en té se usan contra la tos; las hojas hervidas son usadas para evitar la caída del cabello.
 - FU: Abundante.
-
- NC: *Symphoricarpus microphyllus* H B K
 - NV: Escoba perilla
 - FV/H: Arbustiva, ruderal, orilla de cultivos de maíz y caminos
 - U: Doméstico.
Con las ramas se elaboran escobas
 - FU: Escasa.

CARYOPHYLLACEAE

- NC: *Stellaria cuspidata* Willd
- NV: Paletaria
- FV/H: Herbácea tendida, lugares muy húmedos, bosque de pino-encino
- U: Comestible.
Las hojas y tallos se usan en ensaladas crudas con limón
- FU: Regular.

COMPOSITAE

- NC: *Achillea lanulosa* Natt
 - NV: Plumajilla
 - FV/H: Herbácea tendida, arvense y a la orilla de cultivos abandonados
 - U: Medicinal.
Las hojas se colocan directamente en el oído para curar la sordera y el aire
 - FU: Regular.
-
- NC: *Artemisia mexicana* Willd
 - NV: Estafiate
 - FV/H: Herbácea, ruderal, a la orilla de caminos y cultivos.
 - U: Medicinal.
Las hojas en té para curar el dolor de estómago
 - FU: Abundante.
-
- NC: *Baccharis conferta* H B K
 - NV: Escoba
 - FV/H: Arbustiva, ruderal y en bosque de pino-encino
 - U: Doméstico.
Las ramas secas se emplean para hacer escobas.
Medicinal.
Las hojas en infusión para el catarro.
Combustible.
Las ramas secas como leña
 - FU: Regular.

- NC: *Conyza confusa* Cronq.
 - NV: -----
 - FV/H: Herbácea, bosque de pino-encino
 - U: Medicinal.
 Las hojas en té
 - FU: Escasa.
- NC: *Erigeron longipes* D C
 - NV: Pata de león
 - FV/H: Herbácea, a la orilla de cultivo de maíz y de caminos,
 ruderal
 - U: Medicinal.
 Toda la planta mezclada con la sonajilla para baños
 postparto
 - FU: Escasa.
- NC: *Gnaphalium semiamplexicaule* D C
 - NV: Gordolobo
 - FV/H: Herbácea, ruderal, orilla de caminos y de cultivos
 abandonados
 - U: Medicinal.
 Toda la planta en té para curar la tos
 - FU: Abundante.
- NC: *Matricaria chamomilla* L.
 - NV: Manzanilla
 - FV/H: Herbácea, cultivada en las casas
 - U: Medicinal.
 Toda la planta en té para el dolor de estómago y diarreas
 - FU: Abundante.
- NC: *Senecio salignus* D C
 - NV: Jara
 - FV/H: Arbustiva, ruderal y en bosque de pino-encino
 - U: Medicinal.
 Las hojas en té para el resfriado, las hojas hervidas y en
 cataplasma para las torceduras; las hojas asadas con vinagre
 o alcohol se ponen sobre pan blanco como cataplasma para
 combatir los dolores reumáticos; en limpias para los aires.
 Combustible.
 Las ramillas secas como leña
 - FU: Abundante.

- NC: *Sonchus oleraceus* L
- NV: Endivia
- FV/H: Herbácea, ruderal, a la orilla de caminos y en terrenos de cultivo abandonados
- U: Medicinal.
 Toda la planta en té para el dolor de estómago
- FU: Escasa.

CRUCIFERAE

- NC: *Eruca sativa* Mill
- NV: Garamao, nabo blanco
- FV/H: Herbácea, arvense en cultivos de maíz
- U: Comestible.
 Las hojas se cuecen con carbonato y luego se frien con salsa; se recolecta para venderse en la misma comunidad
- FU: Abundante.

CUCURBITACEAE

- NC: *Microsechium ruderale* Naud
- NV: Sanacoche
- FV/H: Herbácea trepadora, bosque de pino-encino muy húmedo, ruderal
- U: Uso doméstico: la raíz se emplea como sustituto del jabón
- FU: Escasa.

CHENOPODIACEAE

- NC: *Chenopodium mexicanum* Moq
- NV: Quelite cenizo
- FV/H: Herbácea, arvense muy común en los cultivos de maíz
- U: Comestible.
 Guisadas o como verdura en ensaladas; se recolecta para venderse en la misma localidad
- FU: Abundante.

- NC: *Chenopodium murale* L.
- NV: Quelite
- FV/H: Herbácea, arvense muy común en los cultivos de maíz
- U: Comestible.
Guisada o como verdura en ensaladas; se recolecta para venderse en la misma localidad
- FU: Abundante.

FAGACEAE

- NC: *Quercus elliptica* Nee
- NV: Encino
- FV/H: Árbol, bosque de pino-encino muy húmedo, con algunos ejemplares de oyamel
- U: Combustible.
Leña y carbón
- FU: Regular (leña)
Raro (carbón).

GRAMINEAE

- NC: *Bromus anomalus* Rupr
 - NV: Pasto pipilote
 - FV/H: Herbácea, arvense y en terrenos abandonados
 - U: Forrajero.
Lo comen las vacas
 - FU: Regular.
-
- NC: *Festuca toluensis* H B K
 - NV: Tepopote
 - FV/H: Herbácea, ruderal en bosques de pino-encino muy húmedo y a las orillas de cultivos abandonados
 - U: Medicinal.
Las hojas en té para el dolor de estómago
 - FU: Escasa.

- NC: *Lasiacis* sp
- NV: Tochaca, carricillo
- FV/H: Herbácea, ruderal, en bosque de pino-encino muy perturbado
- U: Medicinal.
Las hojas en té para cuando no se puede orinar
- FU: Escasa.
- NC: *Muhlenbergia nigra* Hitchc
- NV: Raíz de zacatón, zacatón
- FV/H: Herbácea, bosque de pino-encino muy perturbado
- U: Doméstico.
Fibras para la elaboración de escobas y cepillos
- FU: Escasa.
- NC: *Trisetum* sp
- NV: Cola de caballo
- FV/H: Herbácea, ruderal, bosque de pino-encino muy perturbado
- U: Medicinal.
Las hojas en té con canela y jugo de limón para enfermedades de los riñones
- FU: Escasa.

LABIATAE

- NC: *Clinopodium macrosetum* (Benth)
- NV: -----
- FV/H: Arbustiva, ruderal a la orilla de caminos, bosque de pino-encino muy perturbado
- U: Comestible.
Tallos y hojas en té como sustituto del café
- FU: Escasa.
- NC: *Cunila lythrifolia* Benth
- NV: Poleo
- FV/H: Herbácea, ruderal a la orilla de caminos y cultivos abandonados, bosques de pino-encino muy húmedos
- U: Medicinal.
Las hojas en té se usan para curar la tos; los tallos y las hojas hervidas se inhalan cuando se tiene gripa
- FU: Abundante.

- NC: *Salvia elegans* Vahl
- NV: Mirto de flor roja
- FV/H: Herbácea, bosque de pino. encino muy húmedo
- U: Medicinal.
Las hojas en té se usan para el dolor de estómago;
Comestible.
El néctar de la flor
- FU: Abundante.

LEGUMINOSAE

- NC: *Lathyrus* sp
- NV: Ebol
- FV/H: Herbácea tendida, arvense en cultivo de maíz, ruderal
- U: Forrajero.
Tallos y hojas son comidos por las ovejas
- FU: Regular.

LILIACEAE

- NC: *Smilax* sp
- NV: Ítamo real
- FV/H: Herbácea trepadora, bosque de pino-encino muy húmedo
- U: Medicinal.
Tallos y hojas combinados con el ocote se toman en té para curar la tos
- FU: Regular.

ONAGRACEAE

- NC: *Oenothera rosea* Saland
- NV: Hierba del orín, hierba del golpe
- FV/H: Herbácea, ruderal a la orilla de cultivos abandonados y de caminos, bosque de pino-encino muy húmedo
- U: Medicinal.
Toda la planta en té para los golpes y hervida como agua de tiempo para la inflamación de riñón
- FU: Regular.

OXALIDACEAE

- NC: *Oxalis corniculata* L.
- NV: Agritos
- FV/H: Herbácea tendida, arvense en cultivo de maíz, bosque de pino-encino
- U: Comestible.
Los tallos y las hojas se comen en ensaladas
- FU: Regular.

PINACEAE

- NC: *Abies religiosa* (H B K) Cham & Schl
 - NV: Oyamel
 - FV/H: Árbol, bosque de pino-encino muy húmedo con algunos ejemplares de oyamel
 - U: Construcción.
Tablas y vigas.
Combustible.
Leña
 - FU: Regular.
-
- NC: *Pinus teocote* Schl & Cham.
 - NV: Pino
 - FV/H: Árbol, bosque de pino-encino muy perturbado
 - U: Medicinal.
La brea combinada con el ítamo real en té para la tos
 - FU: Regular.

PLANTAGINACEAE

- NC: *Plantago hirtella* H B K
- NV: Lengua de vaca
- FV/H: Herbácea, ruderal en terrenos de cultivo abandonados y a la orilla de cultivos
- U: Forrajero.
Las hojas son comidas por las vacas
- FU: Escasa.

POLYGONACEAE

- NC: *Rumex mexicanus* Meisn
- NV: Lengua de vaca
- FV/H: Herbácea, ruderal en terrenos de cultivo abandonados y a la orilla de cultivos
- U: Forrajero.
Las hojas son comidas por las vacas
- FU: Escasa.

ROSACEAE

- NC: *Acaena elongata* L
- NV: Escoba de río
- FV/H: Subarbusciva, ruderal a la orilla de caminos, bosque pino-encino muy perturbado
- U: Comestible.
Las hojas tiernas crudas o cocidas en tacos
- FU: Raro

- NC: *Prunus capuli* Cav
- NV: Capulín
- FV/H: Árbol, cultivado y silvestre en bosque de pino-encino muy húmedo con algunos ejemplares de oyamel
- U: Comestible.
Fruto crudo.
Medicinal.
Las hojas en té para la tos
- FU: Abundante.

- NC: *Rosa montezumae* H et B
- NV: Rosa
- FV/H: Arbustiva, cultivada en las casas
- U: Ornamental.
Comestible.
Los pétalos en ensaladas
- FU: Abundante.

- NC: *Rubus pringlei* Rydb
- NV: Zarzamora silvestre
- FV/H: Arbustiva, ruderal a la orilla de caminos
- U: Comestible.
Los frutos crudos
- FU: Regular.

RUTACEAE

- NC: *Ruta chalapensis* L
- NV: Ruda
- FV/H: Arbustiva, cultivada y ruderal
- U: Medicinal.
Las hojas en té con chocolate se usa para el aire
- FU: Escasa.

SAXIFRAGACEAE

- NC: *Ribes ciliatum* Hum et Bompf
- NV: Saraguachi, chocotama
- FV/H: Arbustiva, ruderal a la orilla de cultivos abandonados
- U: Comestible.
Los frutos se comen crudos o machacados con azúcar
- FU: Abundante.

SCHOPHULARIACEAE

- NC: *Castilleja arvensis* Cham. & Schlecht
- NV: Flor de navidad de campo
- FV/H: Herbácea, bosque de pino-encino muy húmedo
- U: Ornamental.
Arreglos florales caseros durante el mes de diciembre
- FU: Regular.

- NC: *Lamourouxia tenuifolia* Mart & Gal
- NV: Perritos
- FV/H: Herbácea, ruderal a la orilla de caminos y cultivos en las casas
- U: Ornamental
- FU: Abundante.
- NC: *Penstemon gentianoides* Don
- NV: Jarritos
- FV/H: Herbácea, ruderal a la orilla de caminos y cultivada en las casas
- U: Ornamental.
Comestible.
Las flores son apreciadas por el néctar
- FU: Abundante.

SOLANACEAE

- NC: *Cestrum angyris* Dunal
- NV: Hediondilla
- FV/H: Arbustiva, bosque de pino-encino muy húmedo
- U: Medicinal.
Las hojas en chiquiadores para el dolor de cabeza
- FU: Escasa.
- NC: *Nicotiana glauca* Graham
- NV: Tabaquillo
- FV/H: Arbustiva, ruderal a la orilla de caminos
- U: Comestible.
En las montañas se toma el té como sustituto del café
- FU: Escasa.
- NC: *Solanum americanun* L.
- NV: Zarzamora silvestre
- FV/H: Herbácea, ruderal a la orilla de caminos y cultivos de maíz
- U: Comestible.
Frutos crudos o hervidos con azúcar
- FU: Regular.

- NC: *Solanum cervantesii* Lag
- NV: Tomatillo
- FV/H: Arbustiva, bosque de pino-encino muy húmedo
- U: Medicinal.
Las hojas en lavados contra los granos
- FU: Regular.

- NC: *Solanum nigrum* Mill.
- NV: Hierba mora
- FV/H: Herbácea, arvense en cultivos de maíz
- U: Comestible.
Las hojas se comen crudas o guisadas.
Medicinal.
Las hojas y tallos hervidos se utilizan en lavados cuando los niños tienen "chincoal"
- FU: Regular.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El uso y conocimiento tradicional de la vegetación en San Lorenzo Acopilco es parte de la herencia cultural de sus habitantes y es la gente de edad avanzada la depositaria y usuaria de ese saber.

2. La importancia del entorno vegetal como fuente de satisfactores para las necesidades primarias del hombre, se manifiesta con la constante incorporación de especies útiles a su acervo de conocimiento.

3. Al desaparecer la vegetación primaria, las plantas útiles que de ella se obtenían son sustituidas en el saber tradicional por elementos de tipo ruderal y/o arvense.

4. La escasa frecuencia de uso en la mayoría de las plantas registradas, refleja la pérdida del conocimiento tradicional de la vegetación en las zonas rurales que rodean a las grandes urbes.

Con base en lo anterior, se sugiere la realización de estudios químicos, que permitan conocer el contenido y valor nutricional de la especie *Acaena elongata*, dado que aparentemente se le registra por primera vez como comestible; además es una planta abundante en las zonas templadas con signos de disturbios, por lo que puede ser un recurso

potencialmente utilizable por los habitantes de dichos lugares.

Asimismo, en el caso de las tres especies que se comercializan es conveniente efectuar estudios tanto de su producción, como de mercado, que permitan hacer propuestas concretas para su manejo o cultivo que proporcionen mayores beneficios económicos a la población que hace uso del recurso.

AGRADECIMIENTOS.

Mi agradecimiento a los habitantes de San Lorenzo Acopilco, D F, por el tiempo dedicado en la transmisión de sus conocimientos sobre la vegetación, en particular al señor Evaristo Nava Camacho, la señora Emelia Hernández Olmedo y al niño Juan José Mejía Medina.

BIBLIOGRAFÍA.

- Balcázar, T.; Linares, E. y Bye, R. 1987. Plantas medicinales usadas para enfermedades gastrointestinales en el mercado Sonora D F. In: Memorias del X Congreso Mexicano de Botánica. 23 sep-3 oct. Ponencia N° 58.
- Benítez, G. 1986. Árboles y flores del Ajusco. Instituto de Ecología, A C. México, D F.
- Bye, R. y Linares, E. 1984. Tés curativos de México. FONART-SEP. México, D F.
- Correa P., A.; Maravilla S., C. y Zamora-Martínez, M. C. 1990. Plantas comestibles y medicinales, silvestres o semicultivadas expeditas en dos mercados de la delegación Xochimilco, D F. In: Memorias del XI Congreso Mexicano de Botánica. 1-5 oct. Oaxtepec, Mor.
- González R., J. 1981. Ecología humana y etnobotánica de un pueblo campesino de la sierra Nevada, México, Santa Catarina del Monte. Tesis F Ciencias. U N A M. México, D F.
- Jiménez O., M. R., 1989. Contribución al estudio de las plantas comestibles de la delegación Xochimilco. D F. Tesis E N E P-Zaragoza U N A M. México, D F.

- Linares, E.; Flores, B. y Bye, R. 1984. "Contribución al conocimiento de las plantas medicinales del mercado Sonora, D F". *In: Memorias del IX Congreso Mexicano de Botánica*. 9-15 sep. México, D F. pp. 250-251.
- Martínez, M. 1978. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. F C E. México, D F.
- Martínez, M. y Matuda, E. 1979. Flora del estado de México. Tomos I, II y III. Biblioteca Enciclopédica del estado de México. México.
- Martínez A., M. A. 1970. Ecología humana del ejido Benito Juárez, Oax. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D F. Publicación Especial N° 7.
- Nieto-Pola, C. 1985. Catálogo de plantas útiles del Ajusco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D F. Catálogo N° 12.
- Pérez R., A. J. 1986. Plantas popularmente usadas para el tratamiento de las enfermedades más comunes en San Lorenzo Acopilco, delegación Cuajimalpa de Morelos, México, D F. Tesis F Ciencias. U N A M. México, D F.
- Ruiz S., L. 1989. Contribución al estudio de las plantas medicinales de la delegación Xochimilco, D F. E N E P-Zaragoza U N A M. México, D F.
- Rzedowski, J. y Rzedowski, C. G. 1979. Flora fanerogámica del valle de México Vol N° I C E C S A. México, D F.
- Rzedowski, J. y Rzedowski, C. G. 1985. Flora fanerogámica del valle de México Vol N° II C E C S A. México, D F.
- Sánchez S., O. 1980. La flora del valle de México. Ed Herrero. 6ª edición. México, D F.
- Toledo V., M. *et. al.* 1972. Un posible método para evaluar el conocimiento ecológico de los hombres del campo. *In: Problemas biológicos de la región de los Tuxtlas, Veracruz*. U N A M. México, D F.
- Valdés, J. 1983. Cuajimalpa. Colección Delegaciones Políticas. N° 1. D F. México.
- Zavaleta B., P. 1987. El uso de las plantas en Xochimilco *In: Memorias del X Congreso Mexicano de Botánica*, 27 sep-3 oct. Guadalajara, Jalisco. Ponencia N° 68.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE CUOTAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL ORÉGANO.

Valenzuela Ruiz Reynaldo *

RESUMEN.

En este documento se resalta la necesidad de considerar algunos factores que pueden determinar la continuidad del orégano como recurso natural.

Explica como el libre juego de la oferta y la demanda afecta el precio del producto en el mercado, y que tan susceptible de ser agotado puede estar el orégano en sus poblaciones naturales.

Se presenta la idea de cuotas en la producción, con el objeto de ayudar al recurso en su plantación, control y preservación. Se proporcionan algunas guías para lograr lo anterior.

Palabras clave: Economía forestal, orégano, mercado, productos forestales no maderables.

ABSTRACT.

This paper highlights the need of taking into account some factors that can determine the continuity of oregano natural resource.

It explains how the free game of supply and demand can rise or low the price product in the market and how susceptible to exhaustion can be oregano populations.

It is introduced the idea of assigning production quotas to help control, planning and preserving the natural resource. Some guidelines are exposed to achieve the above.

Key words: Forest Economics, oregano, marketing, non-wooded forest products.

* PhD en Economía Forestal. Director de Productos Forestales en la Vocalía Forestal del INIFA P-S A R H.

INTRODUCCIÓN.

En el consenso del aprovechamiento o desarrollo de un recurso natural, usualmente si éste no es renovable, su explotación significa una pérdida del potencial *in situ* y con ello, una mayor dificultad para su aprovechamiento, lo cual implica el incremento, cada vez más sustancial, en los costos de obtención del mismo.

En el caso de los recursos naturales renovables, la situación es diferente, ya que su buen manejo permite la continuación del recurso, en ocasiones su incremento y hasta su mejoramiento.

Se conoce como un buen manejo, al conocimiento total de un recurso, su respuesta ante diferentes tratamientos, así como su tendencia futura.

ANTECEDENTES.

En el caso del orégano, recurso forestal que se desarrolla en las zonas áridas del país, no se sabe con exactitud la cantidad y número de plantas que existen por unidad de superficie, el número de especies, ni el peso promedio en hojas por planta.

Sin embargo, hay una buena cantidad de aprovechamiento del recurso, pero con una gran confusión sobre los destinos y el origen del producto.

Ante tal situación, es necesario:

- Llevar a cabo investigaciones en los tipos de inventarios para este recurso.
- Asignar cuotas en la producción, con el objeto de regular su aprovechamiento.

De lo contrario se corre el riesgo de saturar el mercado.

Además, debido a que casi 60% de la producción nacional se destina a la exportación, el precio de este producto está regido por la comercialización internacional

La asignación de cuotas implica considerar que en todo momento existen numerosos bienes y servicios ofertados para su consumo, al pasar el tiempo dichos bienes y servicios desaparecen o dejan de producirse; en su lugar aparecen otros que proporcionan los mismos satisfactores.

Debido a lo anterior se tienen dos posibilidades, el surgimiento o existencia de productores

o la creación o permanencia de consumidores en el segundo caso¹.

¿CUÁNTO PRODUCIR?

Al tomar la decisión sobre qué producir, la respuesta para los productores está condicionada por los recursos y el tipo tecnología disponible.

Con base en lo anterior, el factor más importante a tomar en cuenta por parte de los productores es si se tiene la capacidad de vender el producto y obtener una ganancia razonable.

En caso de tomar la decisión de introducir un determinado producto, se debe de buscar anticiparse a la reacción de los consumidores. Una vez tomada la decisión, los productores deben confiar en su juicio, considerando el comportamiento del consumidor, con base en la información obtenida de un examen previo, así como la posibilidad de una eventual salida del mercado; este último punto en el caso particular del orégano, enfrenta dificultades debido a que su demanda no tiene características muy elásticas².

Para los productos que quedan en el mercado, permanece una pregunta:

- ¿En qué cantidad se debe producir?

El orégano es un producto difícilmente asimilable por la demanda potencial.

Los productos que gozan de una buena demanda identificada, producen una buena medida de satisfacción, que tenderá a crear precios atractivos en el mercado. Un precio favorable sirve como incentivo para los productores.

A medida que el producto incrementa su demanda, el precio declinará eventualmente, a medida que ésto sucede, los productores deben saber que el mercado tiende a saturarse y se debe frenar el incremento en su producción.

Esto último justifica la asignación de cuotas por regiones en la producción o recolección del orégano; pero además, dicha asignación permitirá con mejores bases, la organización de los productores, así como el control del aprovechamiento con fines comerciales y estadísticos.

La eficiencia en la recolección o aprovechamiento del orégano y el precio del mismo, influirán en la cantidad que se tenga que producir o aprovechar en una determinada época.

¹ Peterson, L. W. 1980. Principles of Economics.

² Samuelson, A. P. 1980. Economics.

En este aspecto se hace la consideración siguiente:

- Los bienes o productos que pueden ser producidos o aprovechados eficientemente y vendidos a un precio bajo, disfrutan de una porción relativa del producto total de la economía.

Por lo tanto, los cambios en el precio del recurso, modifican los costos de producción y el nivel de consumo.

OFERTA Y DEMANDA.

El proceso para la determinación del precio del producto y la cantidad producida, pueden entenderse mejor por la superimposición de la curva de la oferta y la demanda, como se muestra en la figura N° 1.

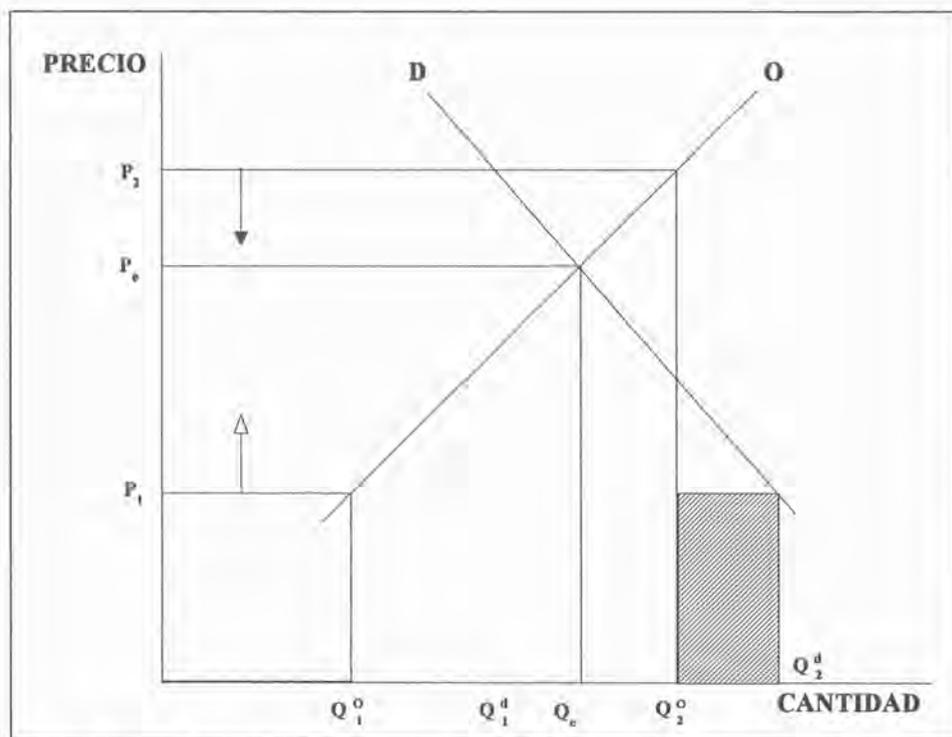


Figura N° 1. Determinación del precio de equilibrio y cantidad.

A un precio alto, digamos P_2 , los compradores adquieren una cantidad muy pequeña Q_1^d , pero como los productores suministran una cantidad mayor Q_2^o (esto sería en el caso de enfrentar la falta de la fijación de una cuota de producción, por lo que habría tendencia a saturar el mercado).

A medida que se observa el resultado de la situación explicada, se llevarían a efecto ajustes del precio de venta con los volúmenes susceptibles de ser adquiridos por los compradores.

Esto último provocaría una reducción o un aumento en el precio; situación que crearía una acumulación o una escasez del recurso o producto.

Al seguir con el análisis, si el precio es relativamente bajo, digamos P_1 , la cantidad demandada corresponde a Q_2^d , esta cantidad es más grande que la suministrada por Q_1^o , por lo que provocaría una escasez del producto que los consumidores están dispuestos a adquirir, quizá hasta se diera el caso de hacerlo en una cantidad adicional de la acostumbrada.

Como consecuencia, algunos compradores estarían gustosos de ofrecer a los vendedores un precio más alto para obtener algunos de los bienes escasos.

Hasta aquí hemos visto que ni el precio alto P_2 , ni el precio bajo P_1 , pudieron prevalecer en el mercado. Las fuerzas de la oferta y la demanda estarían presentes para manejar P_2 hacia una reducción, o P_1 hacia un aumento.

Es evidente que hay únicamente un precio, que está representado por P_e , y que puede prevalecer sin presiones en cuanto a disminución o aumento se refiera. A este precio P_e los compradores están dispuestos a tomar del mercado exactamente la misma cantidad que los vendedores están dispuestos a ofrecer.

La oferta y la demanda del orégano son determinantes para fijar tanto el precio como la cantidad a producir.

CRITERIOS PARA DEFINIR CUOTAS.

El criterio propuesto para definir las cuotas de aprovechamiento del orégano, tiene como base la estimación de la oferta y la demanda en los mercados nacional e internacional.

Dicho criterio se debe traducir en una cuota de aprovechamiento a nivel nacional, que permita satisfacer la demanda, pero evitando los efectos negativos como la caída de precios

por sobrecosección. La cuota será la demanda total menos las existencias en bodegas.

Una vez determinado el volumen por aprovecharse, éste deberá distribuirse entre los estados oreganos.

Para que la medida resulte efectiva se propone que exista participación en:

- La producción nacional.
- El grado de organización de los recolectores en su comercialización.

La cuantificación del volumen aprovechable será igual a la participación porcentual de cada estado.

Para la organización de los recolectores se considerará el porcentaje del volumen total comercializado, sin intermediarios.

Al considerar que la demanda es dinámica, será necesario determinar la cuota de aprovechamiento un mes antes de que empiece la temporada de cosección y revisar las estimaciones a la mitad del ciclo, para realizar los ajustes correspondientes.

Nuestros modelos son:

- Demanda internacional + demanda nacional = demanda total - existencias = volumen aprovechable.
- Volumen aprovechable = cuota de producción anual.
- Cuota de producción anual = participación porcentual.
- Participación porcentual = f (participación en la producción por estado y grado de organización de los recolectores).

SECUENCIA A SEGUIR.

1. Estimar la demanda del orégano (nacional e internacional).

La demanda del mercado internacional se determinará mediante las necesidades de las beneficiadoras (censo), más una estimación del volumen que saldrá en greña a través de

los reportes de las aduanas, más demandas captadas por el Instituto Mexicano de Comercio Exterior (I M C E).

La demanda nacional se calculará con base en el consumo aparente histórico.

Las existencias se estimarán mediante actas que lleve a efecto el personal de la institución competente.

2. Calcular la participación en la producción por estados.

Participación estado $i = (100 \times \text{producción estado } i \text{ en el año}) / \text{producción nacional mismo año}$.

La producción se calculará con base en los permisos de aprovechamiento.

3. Volúmenes comercializados.

Calcular los volúmenes comercializados sin exceso de intermediarios en el año considerado.

4. Factores de incidencia en las cuotas.

Señalar la importancia relativa de los factores que inciden en la determinación de las cuotas.

CONCLUSIONES.

- Se observa que los productores toman la iniciativa introduciendo un producto en el mercado.

- Sin embargo, son los consumidores los que finalmente determinan qué tanto de ese producto debe permanecer en él.

- La cantidad del producto o bien producido, depende de la demanda.

- Los bienes altamente demandados tenderán a tener un precio relativamente alto en el mercado, lo que suministra un incentivo para acelerar la producción.

- La asignación de cuotas por regiones productoras, facilita el control y el manejo del precio en equilibrio, así como la reducción o aumento del aprovechamiento del recurso en cuestión, con el objeto de ser favorecido por el precio del producto.

- La eficiencia en el aprovechamiento, más el precio del recurso, influyen sobre los costos de producción.

- Los costos de producción a su vez determinan los precios que se deben obtener, para cubrir dichos costos.

- Al asignar cuotas de producción, se provoca una protección al recurso, ya que se evita su sobreexplotación, por lo menos hasta que se conozcan las existencias totales del recurso y las condiciones generales en las que se desarrolla.

BIBLIOGRAFÍA.

Peterson, L, W. 1980. Principles of Economics. M I C R O. Richard D. Irwing, Inc. Fourth edition.

Samuelson, A, P. 1980. Economics. McGraw-Hill Book Company. Eleventh edition.