

RESPUESTA DE CINCO ESPECIES DE *Pinus* A DIVERSOS NIVELES DE COMPETENCIA, EN EXPOSICIONES CONTRASTANTES DE ÓREGON Y COAHUILA.

Capó Arteaga Miguel Angel *
Newton Michael **

RESUMEN.

Se estudió el efecto de los arbustos forestales en la humedad del suelo, la temperatura, el potencial de evaporación, supervivencia, crecimiento y retoño de cinco especies de *Pinus* en sitios de plantación, en exposiciones opuestas de dos lugares, al suroeste de Óregon, E U A, y en Coahuila al noreste de México.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- Corta manual.
- Corta manual más herbicida pre-emergente.
- Sombra muerta, resultado de rociar los arbustos con herbicida, dejándolos muertos en su sitio.
- Testigo (sin tratamiento).

El factor de la ubicación produjo diferencias en disponibilidad de humedad durante la estación y temperaturas extremas, en las que se observó el máximo de tensión en el crecimiento, por agua y calor de la estación en Óregon.

El desmonte dió origen a diferentes cambios de tipo competitivo en las malezas de Óregon y los arbustos de Coahuila.

En ambos sitios, las diferencias entre tratamientos mostraron una similitud en tendencias, este aspecto minimizó el grado de dichas diferencias.

La eliminación de toda o parte de la vegetación en competencia, posibilitó la preservación de la humedad y el aumento en la carga de radiación del suelo; la reducción en la pérdida

* Profesor-Investigador del Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

** Investigador del Departamento de Ciencias Forestales. Universidad Estatal de Óregon, Corvallis, E U A.

por transpiración y el aumento en la demanda de evaporación del aire.

La falta de tratamiento mantuvo al mínimo la carga de radiaciones, reduciendo la evaporación potencial y la temperatura, pero la cubierta viva redujo sustancialmente la disponibilidad de humedad del suelo y la luz fotosintéticamente activa.

La mayor mortandad se observó cuando la ausencia de tratamiento y la ubicación produjeron también el mínimo de humedad en el suelo.

En términos generales, el desmonte incrementó el crecimiento de los árboles, que aumentó al máximo al reducir la competencia entre las raíces. En las pendientes orientadas hacia el sur, los tratamientos del área desmontada aumentaron la probabilidad de daño por calor durante la estación de sequía, para las plantas de semillero localizadas en sitios rocosos.

La sombra muerta mejoró la tensión relacionada con la temperatura y la reducción de la competencia mejoró la tensión relacionada con el agua del suelo.

Las diferencias entre las especies, reflejan diferencias en estrategias adaptadas a ambientes endógenos. Los parámetros ecológicos y fisiológicos indican que el control total de la vegetación de Oregon y de las plantas productoras de madera en México, son indispensables para introducir con éxito las especies de pino en terreno forestal comercial, cubierto por arbustos.

Palabras clave: Ecología, Fisiología, Silvicultura, plantaciones forestales, Coahuila, Oregon.

ABSTRACT.

The effect of forest shrub vegetation on soil moisture, temperature, evaporation potential, survival, growth and bud activity of five species of *Pinus*, was studied on planting sites placed on opposite exposures on two locations in southwest Oregon, U S A and Coahuila in northeast Mexico.

Treatments applied were:

- Manual slashing.
- Manual slashing plus preemergent herbicide.
- Dead shade provided by spraying the brush with herbicides and leaving it standing dead.
- Dummie (no treatment).

The location factor provided differences in season of moisture availability and temperature extremes in which maximum growing-season water, and heat stress, were observed in Oregon.

Clearing led to different shifts in competitor type, to herbs in Oregon and to resprouting shrubs in Coahuila.

The differences among treatments showed a similarity in tendencies in both locations; aspect affected the degree of differences.

Eliminating all or part of the competing vegetation conserved soil moisture effectively, increased the radiation load on the ground, reduced the transpirational loss of soil moisture and increased the evaporation demand of the air.

The lack of treatment kept the radiations load to minimum, reducing the potential evaporation and temperature, but the live cover strongly reduced the soil moisture availability and reduced photosynthetically active light.

Lethality was greatest where aspect and locations effects also led to minimum soil moisture.

Clearing in general increased tree growth and increased growth most with further reductions in root competition. On south slopes, the treatments in the cleared area increased the likelihood of heat damage during the dry season for seedling located on rocky spots.

Dead shade ameliorated the temperature-related stress, and competition reduction ameliorated the soil-water related stresses.

Differences among species reflect differences in strategies adapted to native environments. Ecological and physiological parameters indicate that complete vegetation control in Oregon and complete woody plant control in Mexico are essential to successful introduction of pine species into brush-covered commercial forest land.

Key words: Ecology, Fisiology, Silviculture, forest planting, Coahuila, Oregon.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

Los incendios forestales, el sobrepastoreo, en ocasiones la corta sin fundamentos técnicos y el mal manejo han causado que extensas áreas, antes cubiertas por bosques, se encuentren ocupadas por matorrales secundarios¹.

¹ Rzedowski, J. 1978 Vegetación en México.

Estas comunidades compiten intensamente, principalmente por agua y luz, con las plántulas de especies forestales, además de que impiden o retardan el restablecimiento del bosque de coníferas.

Los crecientes requerimientos de la sociedad en cuanto a madera y sus derivados, tanto para consumo interno como para exportación (generando divisas), obligan a buscar técnicas que restablezcan y mantengan la presencia del bosque comercial.

En diversos estudios recientes², se ha demostrado que la reducción de la cubierta herbácea y arbustiva se traduce en menor conservación de agua en el suelo y mínima sobrevivencia de coníferas plantadas^{3,4}.

Stewart⁵ y Ross⁶, resumen numerosos reportes sobre este tópico, estableciendo claramente que las plántulas de árboles forestales responden positivamente a los tratamientos de control de vegetación.

Este artículo describe como las plántulas de cinco especies de pino responden (en términos de supervivencia y crecimiento), a los cambios ambientales producidos por tratamientos a la vegetación, en experimentos paralelos en exposiciones contrastantes (norte y sur), en dos localidades.

OBJETIVO.

El objetivo del trabajo fue:

Evaluar los cambios ambientales y relacionarlos con la respuesta de las plántulas.

² Newton, M. 1964. The influence of herbaceous vegetation on coniferous seedling habitat in old field plantations.

³ Cornard, S. G. 1984. Water use and soil moisture depletion by potential competing shrub species in southwestern Oregon.

⁴ Newton, M. and Preest, D. S. 1986. Juvenile growth and water relations of Douglas-fir at various levels of interspecific competition.

⁵ Stewart, R. E. *et al.* 1984. Effects of competing vegetation on forest trees: a bibliography with abstracts.

⁶ Ross, D. W. and Walstad, J. D. 1986. Vegetative competition, site preparation and pine performance: a literature review with reference to southcentral Oregon.

METODOLOGÍA.

Localidades.

Uno de los sitios está en el Cañón de la Carbonera, municipio de Arteaga, en el estado de Coahuila, México.

Está ubicado a 2 700 metros de altitud; latitud norte: 25° 27', longitud oeste: 100° 35'.

El suelo es derivado de rocas calcáreas; tiene una profundidad media de 42 cm y máxima de 120 cm, es de textura media y pedregoso.

El otro sitio se encuentra en una ladera cercana a Wimer, en el condado de Jackson, Óregon, Estados Unidos.

Tiene una altitud de 380 metros; con una latitud norte de 42° 43', y longitud oeste de 123° 07'.

El suelo es derivado de rocas graníticas de textura gruesa y profundidad de 50 a 100 cm.

Ambos tienen una precipitación media anual entre 500 y 600 milímetros, pero la estación de lluvias en Óregon es invernal, en tanto que en Coahuila es estival.

En las figuras N° 1 y 2, *vid., infra*, se presentan los datos de estaciones meteorológicas cercanas a los sitios experimentales.

En cada localidad se escogieron dos áreas cercanas, cubiertas por matorrales secundarios y con similares condiciones de pendiente, pero con exposición contrastante (norte y sur).

La vegetación dominante en estas áreas es de bosques de coníferas, pero debido a incendios y/o talas inmoderadas, predominan especies de los géneros *Quercus*, *Arctostaphylos*, *Ceanothus* y otras.

Especies.

La semilla para este experimento fue colectada en las siguientes localidades:

- *Pinus ponderosa* Douglas ex Laws en la zona semillera 511 en el suroeste de Óregon, E U A, a 330 metros de altitud.

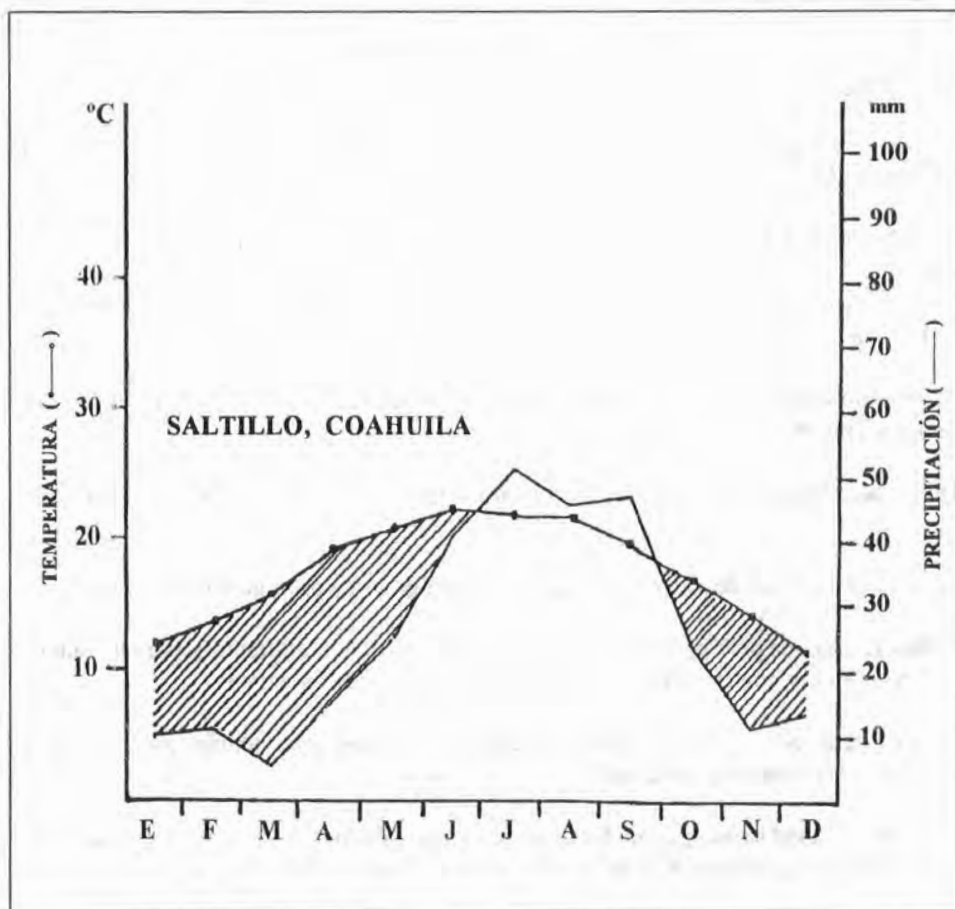


Figura N° 1. Climograma de la estación más cercana al sitio experimental, situado en el estado de Coahuila, 1 200 m más alto que la ciudad de Saltillo.

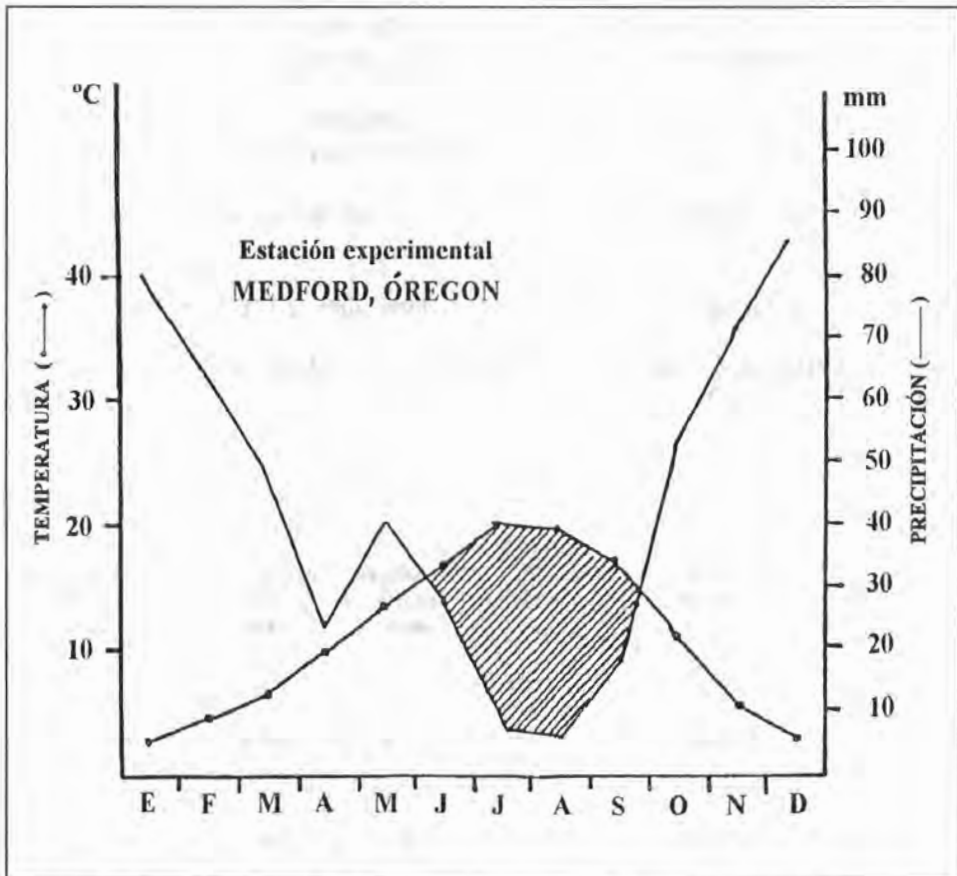


Figura N° 2. Climograma de la estación experimental de Medford, Óregon.

- *Pinus lambertiana* Dougl. en la zona semillera 502 de la misma región del suroeste de Óregon⁷.
- *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw, en el ejido La Encantada, Zaragoza, Nuevo León, a 2 500 m de altitud.
- *Pinus montezumae* Lamb., recolectada en la misma localidad que la anterior.
- *Pinus hartwegii* Lindl. en el cerro de Jocotitlán, estado de México, a 3 700 metros de altitud.

⁷ Ching, K. K. 1978. Seed source selection and genetics.

Las plántulas fueron producidas en condiciones de vivero bajo los procedimientos normalmente utilizados para la producción de plantas de envase.

El envase era de cuatro pulgadas cúbicas (65.6 cm³) para todas las especies, excepto para *Pinus lambertiana*, que se produjo en envases de 10 pulgadas cúbicas (163,9 cm³).

El crecimiento en vivero, desde la germinación, se efectuó en el periodo marzo-diciembre de 1984.

Después, las plantas fueron almacenadas a una temperatura de 1 °C hasta la plantación.

Algunas características morfológicas de las plántulas al momento de establecerlas se muestran en el cuadro N° 1.

	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso seco de la parte aérea	Peso seco de raíz (gr)	Capacidad de crecimiento de la raíz (cm)
<i>P. ayacahuite</i>	132.06 b	3.9 b	2.70 a	1.39 a	28.37 c
<i>P. hartwegii</i>	20.00 c	4.5 a	1.41 c	1.18 a	73.33 b
<i>P. lambertiana</i>	247.00 a	2.7 c	2.25 b	1.60 a	27.21 c
<i>P. ponderosa</i>	103.66 b	2.9 c	2.17 b	1.32 a	98.22 a
<i>P. montezumae</i>	20.00 c	4.1 b	1.29 c	0.84 b	107.46 a

Los valores con la misma literal no son diferentes estadísticamente.

Cuadro N° 1. Algunas características morfológicas y capacidad de crecimiento de la raíz.

La delimitación de la capacidad de crecimiento de la raíz, se determinó al poner 3 lotes de 6 plantas de cada especie (18 por lote,) en macetas especiales, dejándolas crecer por 8 semanas en condiciones de invernadero, a 25 °C con un fotoperíodo de 12 horas, se regó cada tercer día y se midió el crecimiento nuevo de las raíces.

En el cuadro 1, *vid., supra*, se presentan los promedios para plantas individuales, indicando si las diferencias son significativas.

Tratamientos.

La preparación del terreno consistió en tres tratamientos y el testigo.

T 1. Manual.

Toda la vegetación fue removida usando las herramientas adecuadas.

El objetivo de este tratamiento fue posibilitar un ambiente libre de arbustos competidores, cuando menos durante la primera estación de crecimiento.

T 2. Manual más herbicida pre-emergente.

Además del primer tratamiento se aplicó al suelo simazina, a razón de 4 kg i a /ha; este producto impide la germinación de herbáceas, principalmente pastos.

El objetivo de este tratamiento fue proporcionar un ambiente de mínima competencia por agua y luz solar.

T 3. Herbicida foliar más herbicida pre-emergente.

Se aplicó al suelo simazina y al follaje un herbicida sistémico para controlar los arbustos.

En Óregon se aplicó 2,4, D (7.7 kg/ha).

En Coahuila se utilizó una mezcla de 2,4,5,-T (4.4 kg/ha) y triclopyr (2.2 kg/ha).

El ambiente creado fue uno de mínima competencia, pero también de baja radiación solar, debido a la sombra de los arbustos muertos o defoliados.

La vegetación fue tratada en agosto del año previo a la plantación.

T 4. Testigo.

No se aplicó tratamiento alguno, por lo que se supone tener máxima competencia por agua, minerales y luz.

Con la aplicación de estos tratamientos se logró crear una serie de microambientes, en los que se plantó durante enero de 1985.

Diseño experimental.

El diseño básico usado para este experimento es el de bloques al azar con parcelas subdivididas, con cuatro repeticiones.

Las localidades se dividieron en exposiciones y cada exposición se dividió en dos áreas:

Una desmontada a mano y otra no desmontada; dentro se colocaron al azar los tratamientos 1 y 2.

En el área periférica a este rectángulo desmontado, se asignaron los tratamientos 3 y 4.

En la figura 3 se ilustra la disposición de los lotes en uno de los sitios.

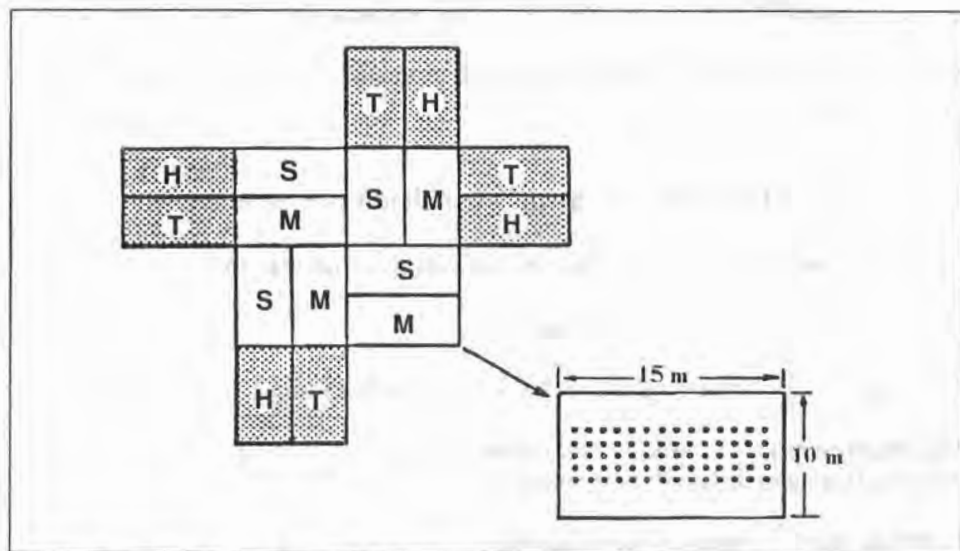


Figura N° 3. Representación de la disposición, tamaño y forma de los bloques en una de las laderas; así como las hileras de plantas en uno de los bloques.

En cada repetición, un área de 10 x 15 m fue tratada, pero, cabe aclarar que la parcela útil en la que se realizó la plantación fue de 4 x 13 metros.

Los pinos se plantaron en cinco hileras de 14 individuos, cada una representando una especie; las especies fueron colocadas al azar en cada repetición.

En la localidad mexicana fue necesario un riego de establecimiento (10 litros de agua por cada planta), debido a las condiciones del suelo de la ladera sur, cuya escasa humedad contrastaba con el suelo húmedo de la ladera norte.

Parámetros observados.

Durante dos años se midió la supervivencia cada mes, por simple conteo de individuos vivos y el incremento en altura y diámetro a nivel de la base del tallo.

En lo que respecta a factores ambientales, se midió el contenido de humedad del suelo a 45 cm de profundidad con bloques de yeso, colocando uno en cada repetición, tomando medidas con un resistómetro.

La temperatura se midió a 30 cm de profundidad con un termómetro de suelo.

El potencial evaporativo del aire a 30 cm de altura, se midió usando atmómetros de piché modificados por Waring y Hermann⁸.

Un par de atmómetros fue colocado en dos de las repeticiones de cada tratamiento y se permitió la evaporación por 72 horas, obteniéndose el promedio por horas⁹.

La cubierta vegetal se inventarió uno y dos años después de aplicados los tratamientos, mediante muestreos al azar en cada tratamiento, con un marco de 50 x 50 cm, estimándose el porcentaje de cobertura.

Manejo de datos.

El porcentaje de supervivencia (número de plantas vivas entre número inicial por cien), se obtuvo para cada hilera.

⁸ Waring, R. H. and Hermann, R. K. 1978. "A modified piche evaporimeter", pp. 308-310.

⁹ Muelder, D. W. et al. 1963. "Measurement of potential evaporation rates in ecology and silviculture with particular reference to the piche atmometer". pp. 840-846.

Se realizó un análisis de varianza usando estas medias de hilera; lo mismo se hizo con los promedios de incremento en altura y diámetro, obtenidos de las plantas sobrevivientes en cada hilera.

En el caso de los parámetros ambientales, el análisis de varianza se realizó independientemente para cada localidad.

Con los datos de Óregon, que fueron obtenidos con la frecuencia prevista, fue posible correlacionar la supervivencia con un "índice de condiciones del suelo", construido con la fórmula:

$$I = \frac{\% \text{ de humedad}}{\text{temperatura} + 10}$$

El valor de este índice se incrementa cuando el suelo está más húmedo y disminuye con la temperatura.

Se usó el promedio de los meses secos para la correlación con la supervivencia.

RESULTADOS.

Crecimiento potencial de la raíz.

En la columna correspondiente en el cuadro N° 1, *vid., supra*, se puede apreciar que *Pinus ponderosa* y *P. montezumae* mostraron gran capacidad de crecimiento radicular.

Pinus lambertiana y *P. ayacahuite* tuvieron un crecimiento mínimo.

P. hartwegii presentó un crecimiento intermedio. (*cf. vid., infra*, Discusión).

Respuesta de la vegetación.

En el cuadro N° 2, se presentan los valores promedio de la cobertura vegetal (herbácea más arbustiva), para cada tratamiento, localidad y exposición, durante los años de 1985 y 1986,

	ÓREGON 1985		ÓREGON 1986		COAHUILA 1985		COAHUILA 1986	
	N	S	N	S	N	S	N	S
T1	26.70	b 31.25	31.2	b 52.4	33.5	b 17.04	84.0	b 73.0
T2	20.00	c 7.50	16.8	c 28.5	15.5	c 7.00	80.0	b 68.0
T3	18.33	c 9.17	25.0	c 16.0	7.5	c 4.40	16.5	c 20.5
T4	112.50	a 100.00 (+)	108.0	a 102.0	107.5	a 105.00	100.0	a 104.0

Las cifras son el promedio de 16 observaciones usando un cuadro de 50 x 50 cm. Los valores con la misma literal no son diferentes estadísticamente.

Cuadro N° 2. Cobertura vegetal (en porcentaje), uno y dos años después de aplicados los tratamientos.

Hubo diferencias significativas entre tratamientos:

En 1985, T 2 y T 3 se colocaron en la misma categoría, según la prueba de Tukey.

En 1986, las posiciones relativas de los tratamientos se conservaron en la localidad estadounidense, pero en Coahuila, T 1 y T 2 se agruparon en una categoría intermedia; en tanto que T 3 continuó con la cobertura más baja.

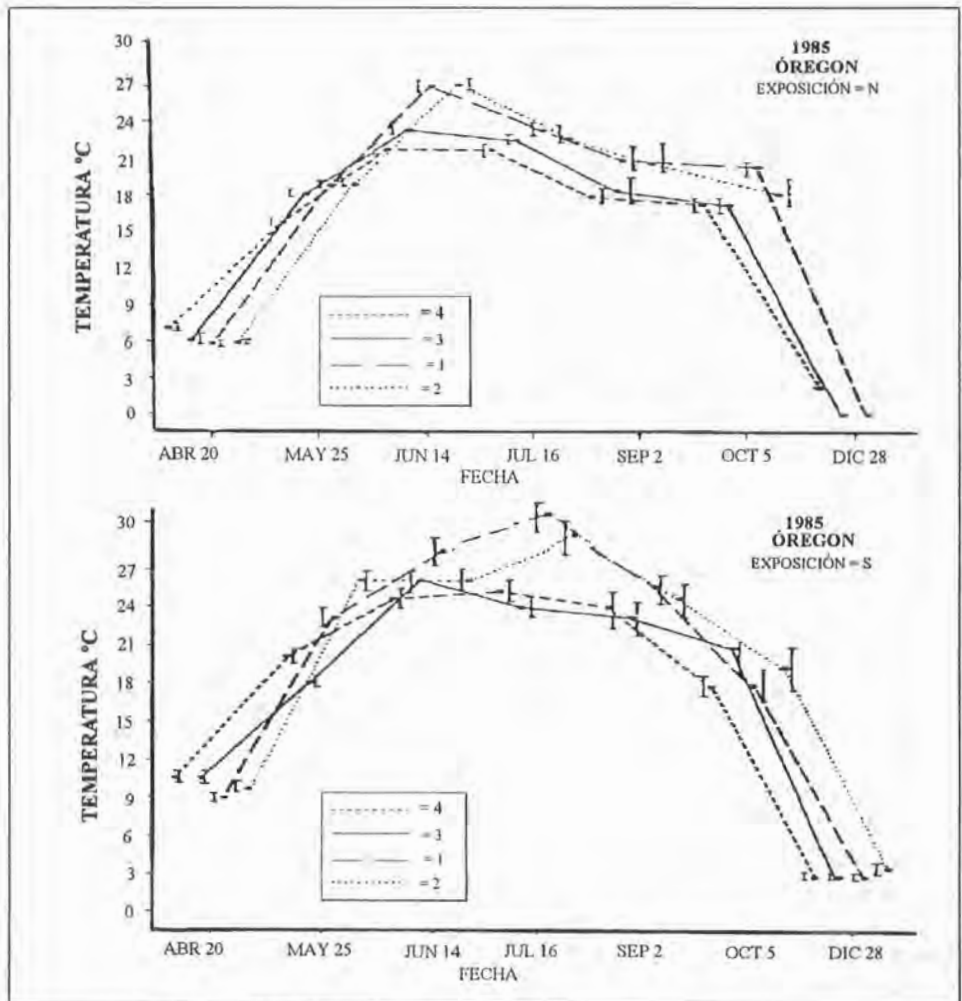
Lo anterior se debió a que en Óregon, el tratamiento T 2 recibió mantenimiento, es decir, los arbustos fueron conservados a su nivel más bajo de cobertura en los años 1985 y 1986, de acuerdo con el objetivo inicial.

Factores imprevistos no permitieron que se hiciera lo mismo en Coahuila, por lo que los cincares rebrotaron, cubriendo casi totalmente el terreno, tanto en T 1 como en T 2.

La situación así creada, causó respuestas casi similares entre los tratamientos T 1 y T 2 en la localidad mexicana, como se podrá constatar más adelante.

Factores ambientales en Óregon.

En Óregon, los tratamientos con sombra (T 3 y T 4), redujeron la temperatura del suelo, pero los tratamientos que redujeron la capacidad transpiratoria de la vegetación herbácea y arbustiva, conservaron más humedad y por un período mayor. Las diferencias entre los tratamientos fueron más acentuadas en la exposición sur.



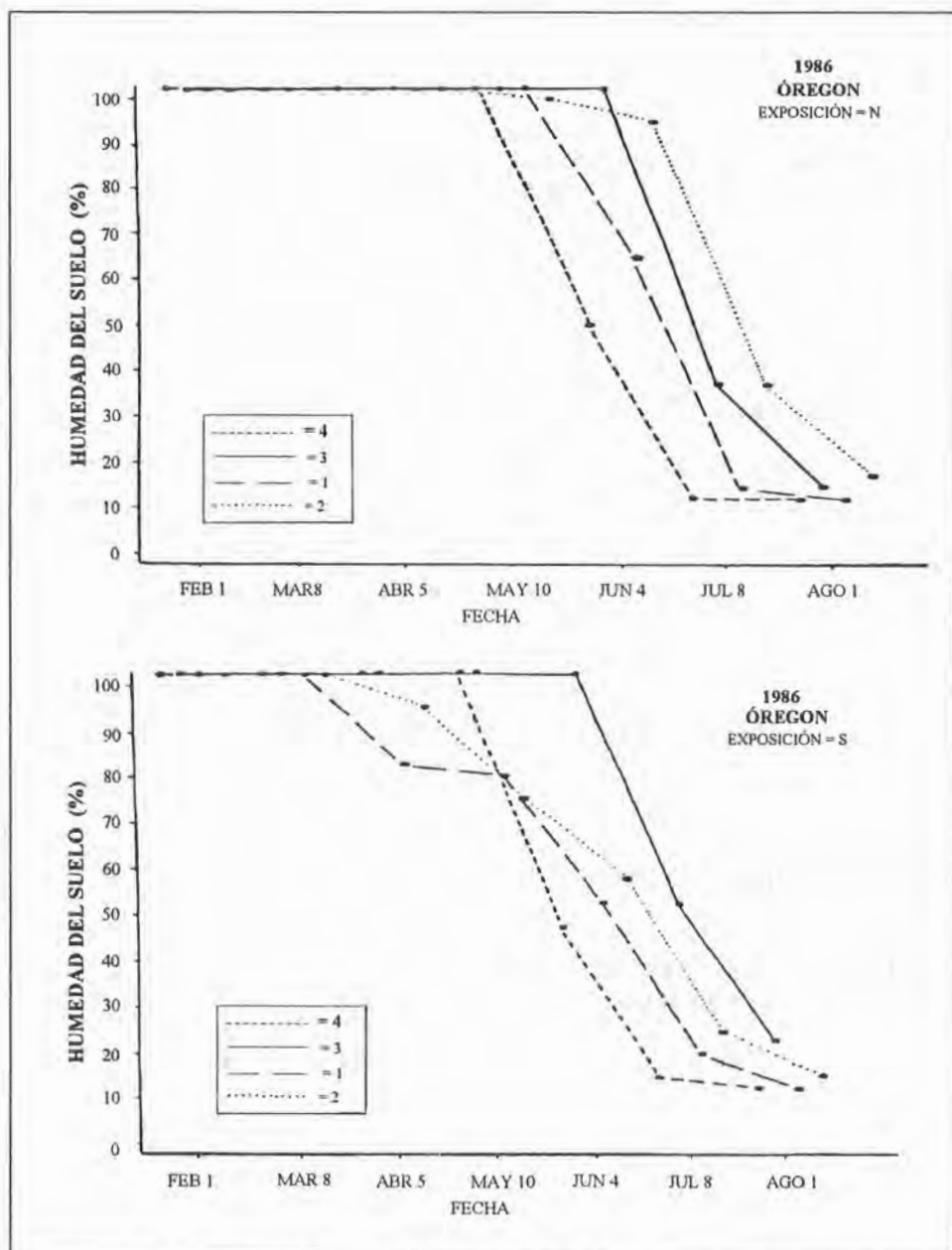
Tratamientos: 1 = Manual ; 2 = Simazina; 3 = Herbicidas; 4 = Testigo.

Figura N° 4. Temperatura del suelo a 30 cm, en Óregon durante 1985.

Exposición	Tratamiento	Nº días 1985	Error stándard	Nº días 1986	Error stándard
N	T	183.25	(7.21)	154.75	(5.79)
N	H	200.50	(3.66)	186.75	(9.08)
N	M	186.75	(2.01)	165.00	(6.44)
N	S	193.50	(2.53)	179.75	(5.64)
S	T	173.50	(11.60)	154.25	(6.71)
S	H	219.50	(19.09)	188.00	(9.38)
S	M	188.75	(22.35)	148.25	(12.12)
S	S	238.00	(24.35)	150.75	(16.35)

Número de días a partir del 1º de enero de cada año, en 1986 se midió sólo hasta agosto 15.

Cuadro N° 3. Período en el que el resistómetro indicó una humedad de 50% o más, en los lotes de Óregon, durante 1985 y 1986.



Tratamiento: 1 = Manual; 2 = Simazina; 3 = Herbicida; 4 = Testigo.

Figura N° 5. Humedad del suelo a 45 cm, en Óregon durante 1986.

En 1986, los datos muestran que los tratamientos T 1 y T 2 preservaron la humedad arriba del 50%, por un período entre 11 y 33 días mayor que los tratamientos T 3 y T 4.

Como era de esperarse, el potencial de evaporación del aire fue mayor en los tratamientos con desmote y en las laderas sur, donde las diferencias fueron significativas.

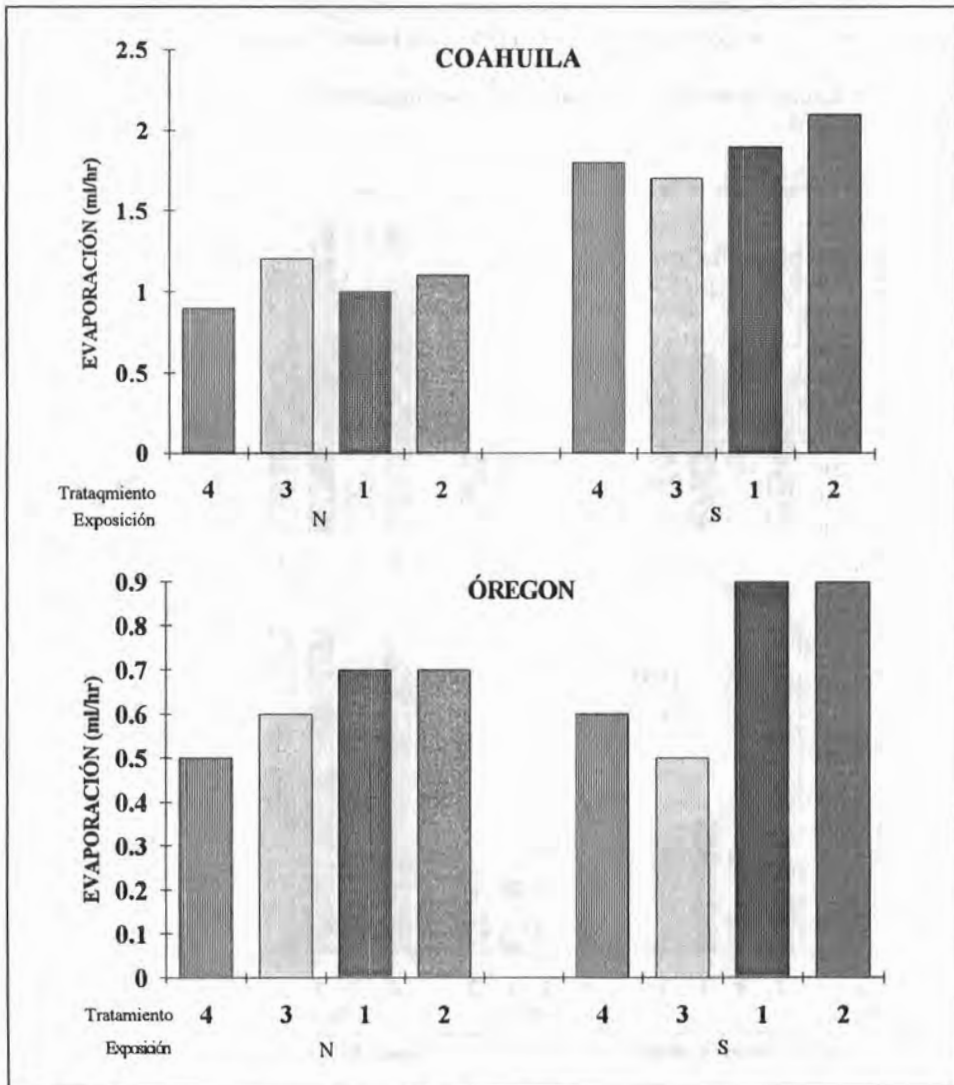


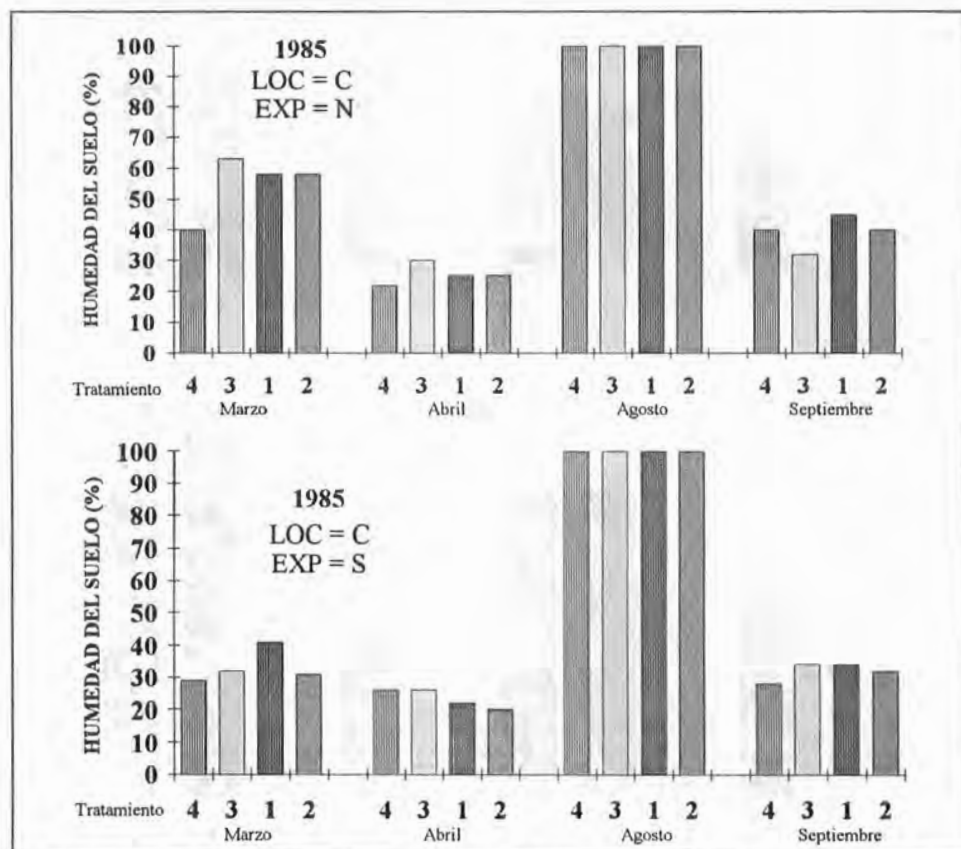
Figura N° 6. Evaporación potencial del aire (ml/hr).

Factores ambientales en Coahuila.

Las mediciones de humedad y temperatura del suelo fueron menos frecuentes en la localidad mexicana, por lo que no fue posible construir un índice promedio de condiciones del suelo.

En los meses de marzo y septiembre de 1985, las diferencias en cuanto a la humedad del suelo fueron significativas, pero atribuibles a la exposición; se advierte, sin embargo, una tendencia del tratamiento testigo (T 4), a presentar menor humedad del suelo.

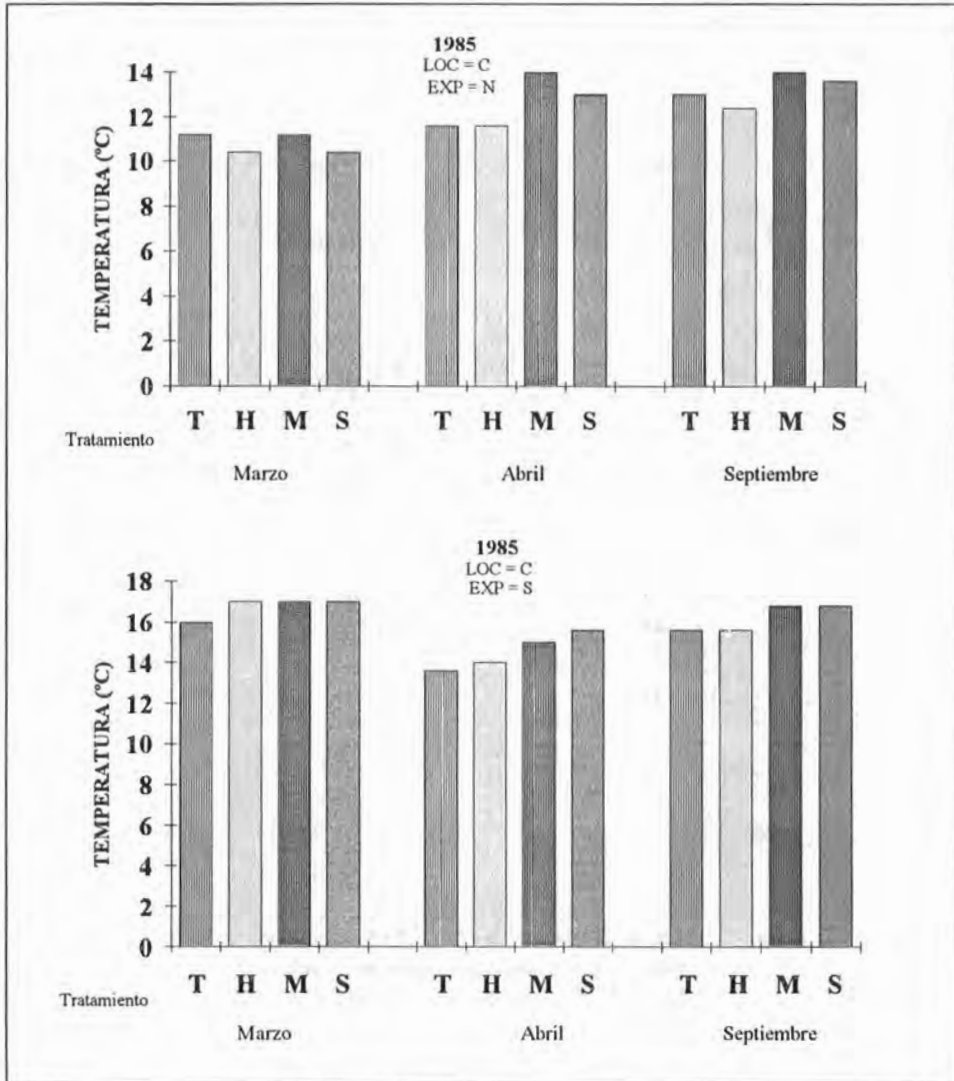
No hubo diferencias significativas entre tratamientos en agosto de 1985 y 1986, en plena época de lluvias.



Los valores son promedios de cuatro observaciones. LOC = Localidad, C = Coahuila, EXP = Exposición, N = Norte, S = Sur.

Figura N° 7. Humedad del suelo de acuerdo con la resistencia de los bloques de yeso.

Las diferencias en cuanto a temperatura del suelo fueron atribuibles a exposición y tratamientos en abril de 1985, pero en septiembre del mismo año, la exposición fue considerada la única responsable por la diferencia de 3 °C entre laderas.



Los valores son promedio de cuatro repeticiones.

Figura N° 8. Temperatura del suelo a 30 cm de profundidad en la localidad mexicana.

Sobrevivencia.

La sobrevivencia dos años después de haber plantado se muestra en el cuadro 4; es de hacer notar que la exposición norte, perteneciente a Coahuila, fue la mejor, la exposición sur de Óregon se reportó como la peor; la especie *Pinus ayacahuite* resultó sumamente sensible a las variaciones ambientales debido a las diversas combinaciones de localidad, exposición y tratamiento.

T		<i>P a</i>	<i>P h</i>	<i>P l</i>	<i>P p</i>	<i>P m</i>	M T
C	1	87 ± 8	93 ± 5	91 ± 2	98 ± 2	98 ± 2	93
	2	96 ± 4	84 ± 5	80 ± 5	96 ± 3	93 ± 3	90
	3	100 ± 0	68 ± 11	87 ± 8	95 ± 3	93 ± 3	88
	4	91 ± 5	43 ± 19	71 ± 15	82 ± 11	86 ± 12	75
S	1	70 ± 9	52 ± 18	59 ± 12	75 ± 9	86 ± 7	68
	2	71 ± 10	48 ± 11	57 ± 13	84 ± 3	73 ± 9	63
	3	87 ± 8	21 ± 6	70 ± 12	82 ± 7	75 ± 4	67
	4	64 ± 5	5 ± 5	23 ± 8	84 ± 9	32 ± 5	42
O	1	55 ± 8	55 ± 11	86 ± 8	96 ± 2	35 ± 4	66
	2	87 ± 6	72 ± 7	91 ± 3	98 ± 2	77 ± 3	85
	3	87 ± 6	84 ± 5	98 ± 2	100 ± 0	90 ± 4	92
	4	41 ± 16	37 ± 8	55 ± 15	89 ± 7	70 ± 0	58
N	1	29 ± 10	32 ± 11	57 ± 15	84 ± 6	47 ± 16	50
	2	46 ± 16	75 ± 16	77 ± 14	95 ± 3	69 ± 16	72
	3	89 ± 7	77 ± 10	100 ± 0	88 ± 2	90 ± 4	88
	4	4 ± 4	0 ± 0	11 ± 6	55 ± 13	5 ± 4	15
M E		69	54	71	88	71	G M = 70

Claves: C=Coahuila, O=Óregon, N=Norte, S=Sur, T=Tratamiento, *Pa* = *Pinus ayacahuite*, *Ph* = *Pinus hartwegii*, *Pl* = *Pinus lambertiana*, *Pp* = *Pinus ponderosa*, *Pm* = *Pinus montezumae*, M T = Media tratamiento, M E = Media de la Especie, G M = Gran Media.

Cuadro N° 4. Sobrevivencia (en porcentajes), hasta agosto de 1986; para cada especie, localidad exposición y tratamiento.

Los tratamientos se ordenaron de acuerdo con el grado de eliminación de competencia y conservación de humedad.

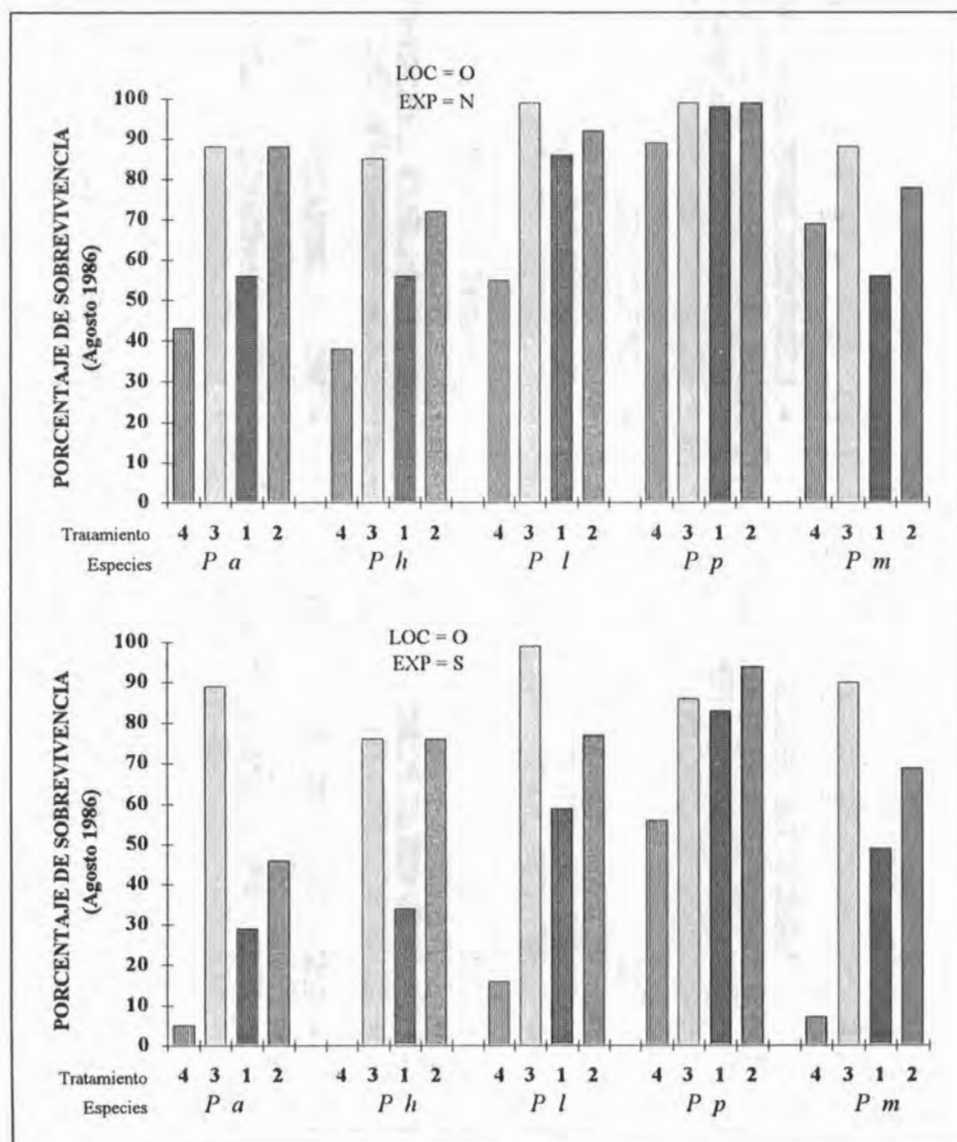


Figura N° 9. Porcentaje de sobrevivencia por especie, exposición y tratamiento en Óregon.

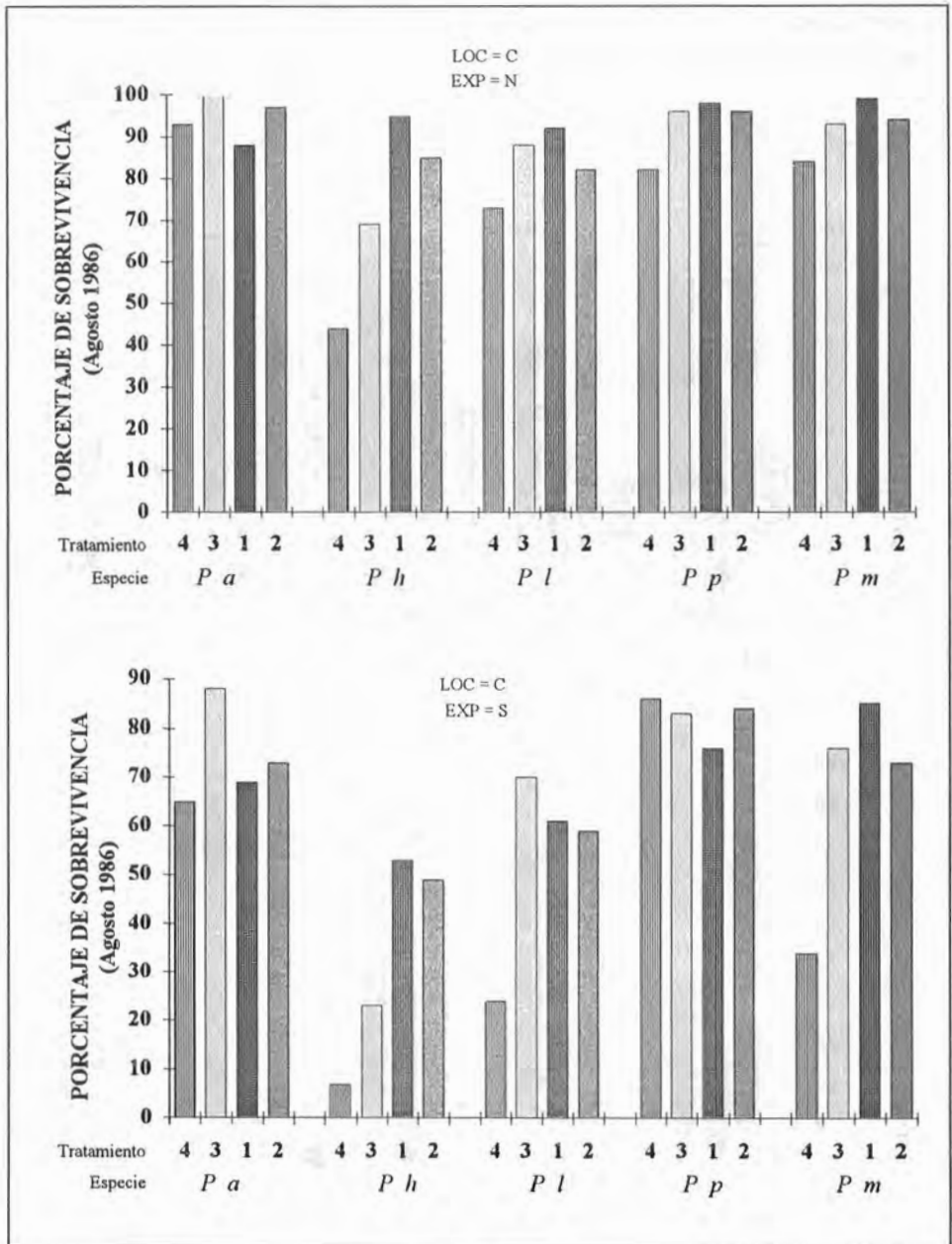


Figura N° 10. Porcentaje de sobrevivencia por especie, exposición y tratamiento en Coahuila.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Los datos que se reportan en el estudio, ayudan a describir los siguientes aspectos:

- Cómo responden los pinos a la disponibilidad de recursos.
- De qué manera, determinados tratamientos ayudan a precisar la importancia de la humedad del suelo.
- Cómo cuantificar la influencia de la estación seca en la supervivencia.

De particular importancia para los objetivos del estudio, es la consistente respuesta de las cinco especies de pino a los diferentes niveles de competencia creados por los tratamientos.

Las localidades presentan diferencias climáticas fundamentales.

El régimen mediterráneo de Óregon provee condiciones favorables para el crecimiento durante el principio de la primavera, cuando el suelo está a su capacidad de campo.

A partir de ese momento, el contenido de humedad del suelo, dependerá de las cada vez menos frecuentes precipitaciones y del consumo por parte de la vegetación.

Al cesar las lluvias a principios de mayo, se advierte de inmediato que la reducción de la competencia causada por los tratamientos T 1, T 2 y T 3 ayuda a conservar mejor la humedad del suelo, que permanece disponible para las plántulas de pino.

El incremento en temperatura es constante, llegando a presentarse la máxima temperatura en el mes de agosto, cuando la sequía es extrema. El daño que causan estas condiciones extremas de calor y sequía puede ser atenuado por la sombra de los arbustos, pero ésta condiciona una disminución en el crecimiento.

La estación seca en la localidad mexicana se presenta desde el final del invierno hasta finales de la primavera, cuando las temperaturas no son muy altas.

Durante el verano, las condiciones de humedad y temperatura son favorables.

En ambas localidades, la exposición sur fue más seca y caliente; como lo muestran los datos de humedad y temperatura del suelo, así como los de la capacidad evaporativa del aire.

La cobertura vegetal tuvo una recuperación diferente en las dos localidades.

Después del desmonte, las plantas herbáceas tendieron a ocupar el terreno en Óregon; en

tanto que en Coahuila, los arbustos retoñaron vigorosamente.

Así, el tratamiento dirigido contra las herbáceas tuvo un efecto notable sobre la supervivencia de la mayoría de las especies en Óregón; lo que no ocurrió en la localidad mexicana.

La ladera norte de Coahuila mostró excelentes condiciones para la sobrevivencia, de modo que no se advierten diferencias entre los tratamientos aplicados; únicamente en el testigo se incrementó la mortalidad de las especies aparentemente más sensibles a la competencia o a las condiciones ambientales, como *Pinus hartwegii* y *P. lambertiana*.

La influencia de las lluvias durante la etapa de crecimiento, minimizó las diferencias entre tratamientos.

En lo referente a la exposición sur, las diferencias entre los tratamientos aumentan en la ladera sur de Coahuila, llegando a un máximo en la ladera sur de Óregón.

La influencia de la exposición enfatiza la importancia de los tratamientos que mejor conservan la humedad o disminuyen la radiación que llega a la superficie del suelo.

La eliminación parcial o total de los arbustos, se tradujo también en una mayor capacidad evaporativa del aire a 30 centímetros de altura sobre el suelo.

La ausencia de tratamiento a la vegetación (T 4), mantuvo la radiación en un mínimo, reduciendo la evaporación y la temperatura, pero también reduciendo fuertemente la disponibilidad de humedad del suelo.

La alta mortalidad registrada para el tratamiento testigo, indica que la tensión de humedad fue el principal factor causante de dicha mortandad.

La sombra causó una reducción en la cantidad de luz por debajo del umbral de sobrevivencia, especialmente donde la sequía fué extrema.

Un nivel alto de sobrevivencia, combinado con una reducción del crecimiento (T 3), sugieren que la sombra de los arbustos tratados con herbicida sistémico, redujo en forma significativa la actividad fotosintética.

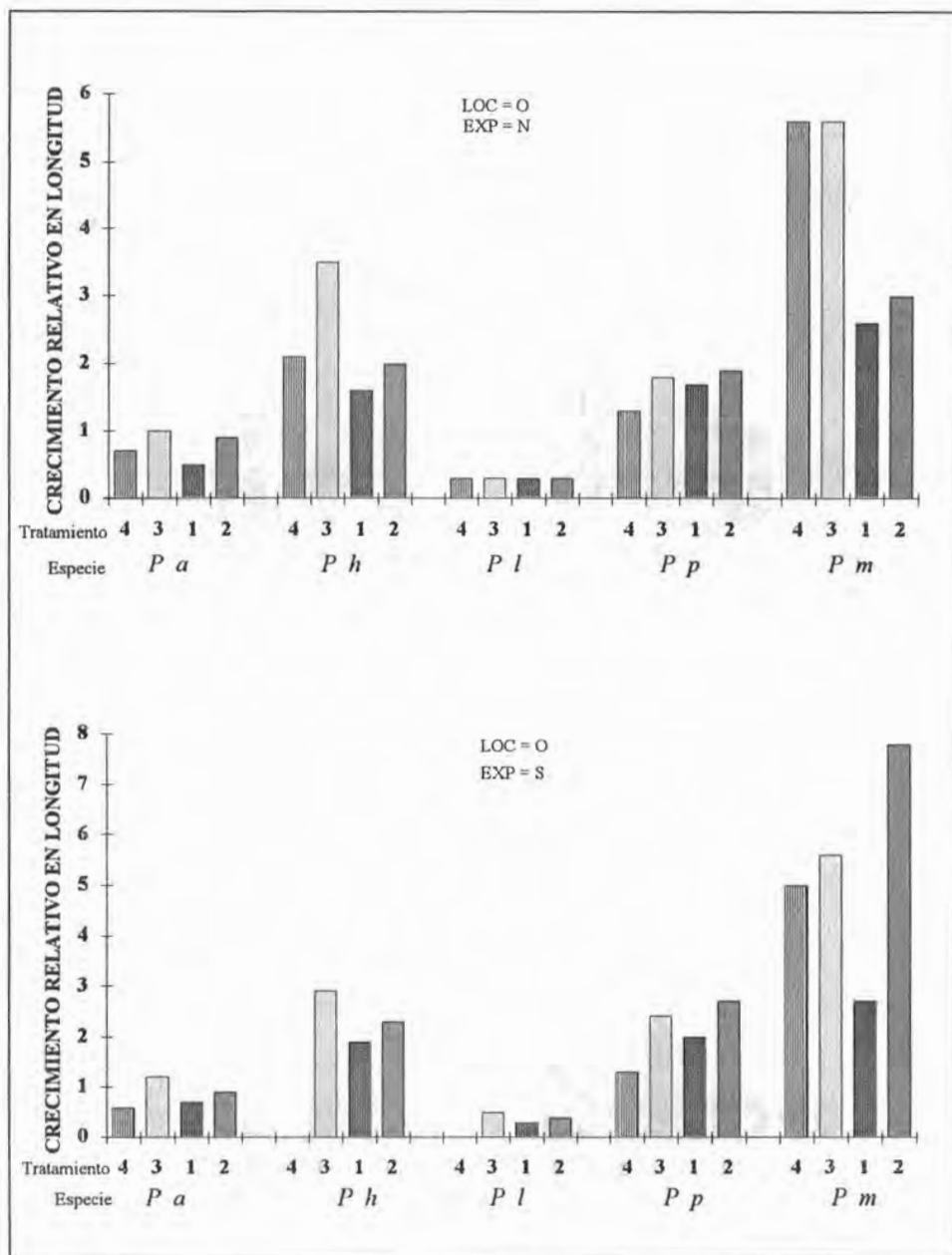


Figura N° 11. Crecimiento relativo en longitud, en la localidad de Óregon.

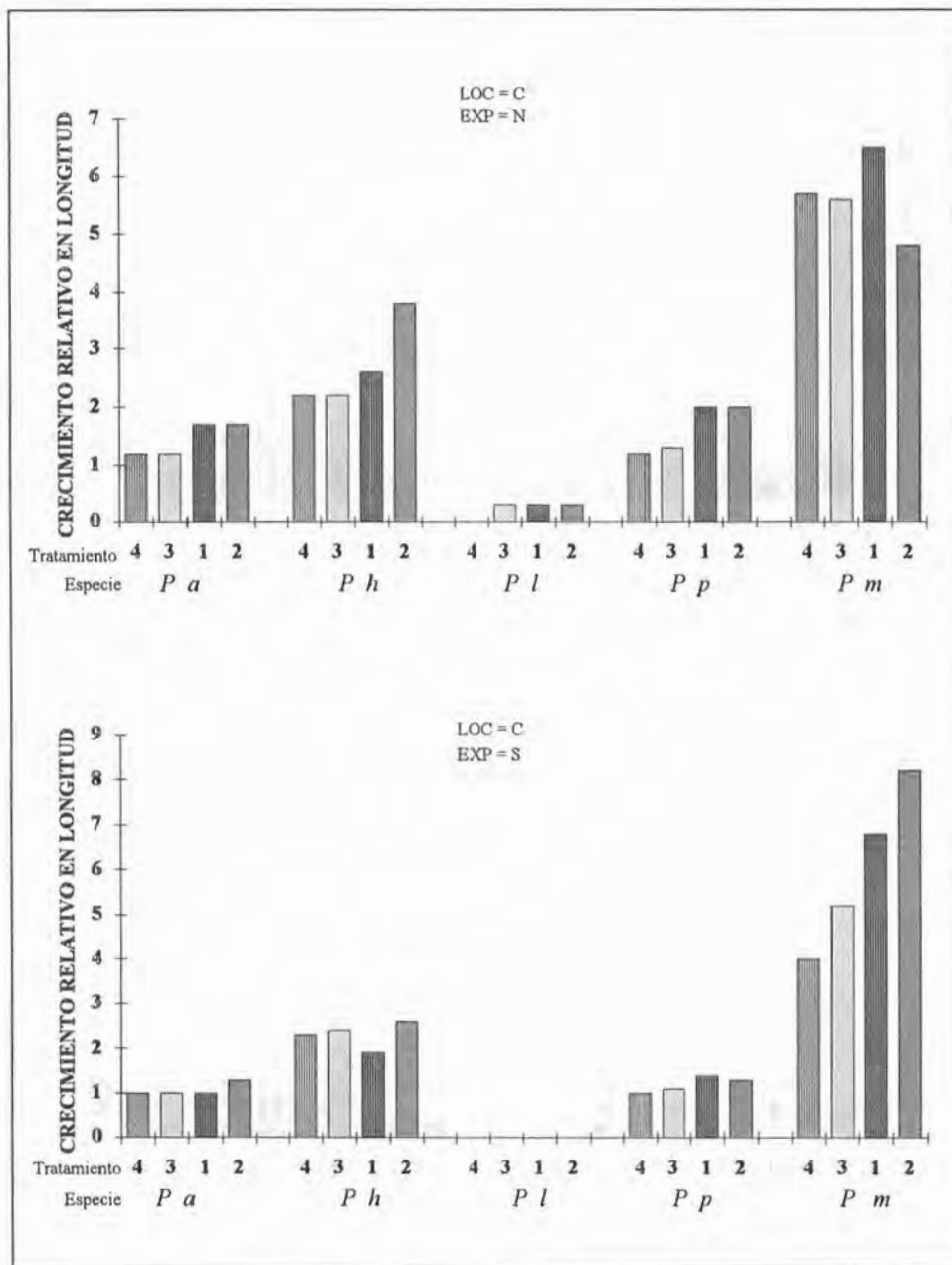


Figura N° 12. Crecimiento relativo en longitud, en la localidad mexicana.

Cuando la temperatura y la humedad del suelo no fueron factores limitantes, el incremento en radiación solar mejoró el ambiente para un mayor crecimiento, tanto en altura como en diámetro.

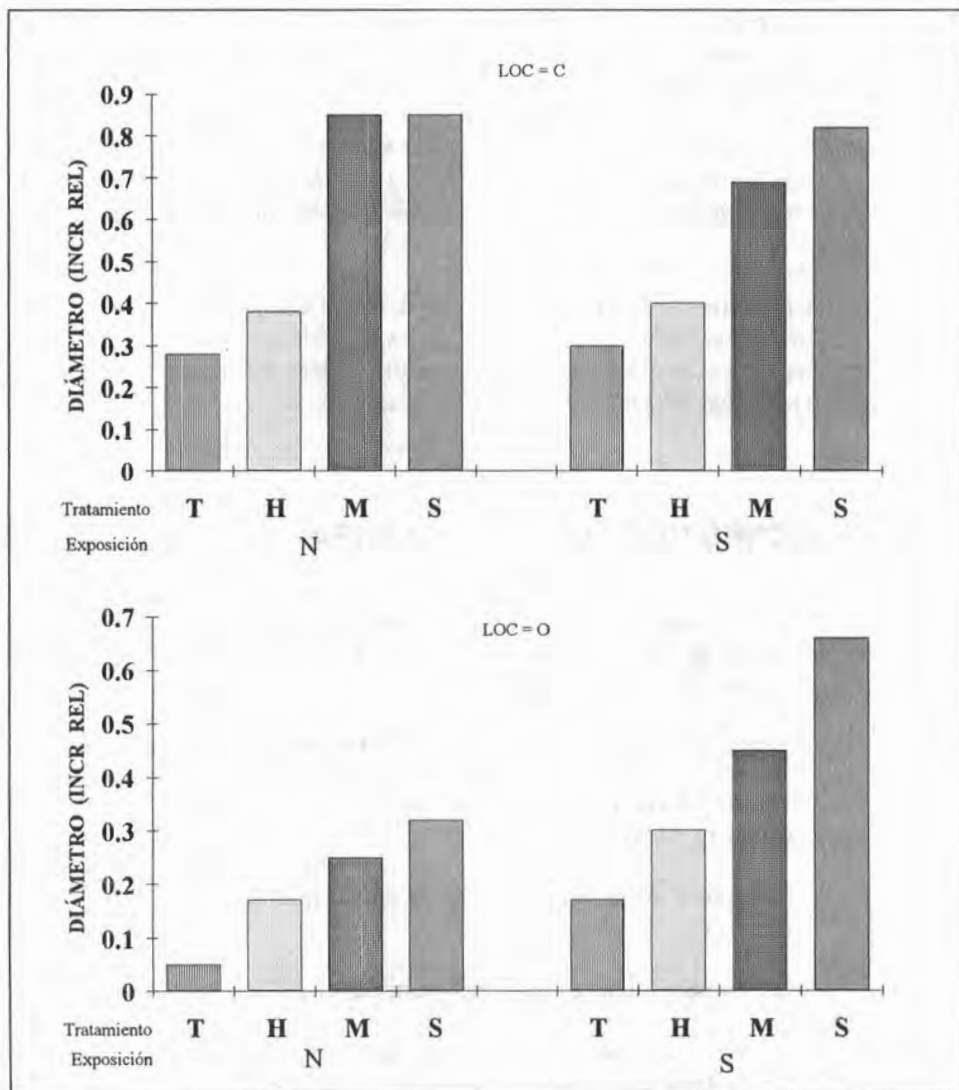


Figura N° 13. Incremento relativo en diámetro; promedio de todas las especies por localidad, exposición y tratamiento.

Es evidente que con los tratamientos T 1 y T 2, el incremento en disponibilidad de agua y energía radiante del suelo, compensó el aumento de la capacidad evaporativa del aire.

El aumento en altura y diámetro fue estimulado por los tratamientos en el área desmontada y esto se incrementó aún más con la reducción adicional de la competencia.

En el caso de Óregon fue más notorio que la eliminación de las herbáceas fue favorable y significativa, pero en los sitios donde la falta de mantenimiento permitió a los arbustos una vigorosa recuperación, el efecto de la simazina fue anulado.

Como un reflejo del efecto combinado de localidad y exposición, la diferencia en cuanto a mortalidad, entre los tratamientos de "sombra viva" T4 y "sombra muerta" T3, se reportó máxima en la exposición sur de Óregon, el más riguroso de los ambientes probados en este experimento.

La alta correlación entre la sobrevivencia y el índice de condiciones del suelo, obtenido para los datos de Óregon, nos indica que hay posibilidades de predecir el éxito al inicio de una plantación, mediante la evaluación de dos parámetros relativamente fáciles de medir: temperatura y humedad del suelo, al principio de la estación seca.

IMPLICACIONES PARA LA SILVICULTURA.

El éxito de una plantación forestal debería poder pronosticarse con precisión, a partir de una evaluación de los tres factores esenciales que determinan una máxima sobrevivencia y crecimiento inicial, a saber:

- 1° Selección de la especie y la clase de plántulas más adecuadas.
- 2° Preparación correcta del sitio, para satisfacer los requerimientos ecológicos de las plántulas.
- 3° Realización de la plantación en la época apropiada, de la forma más adecuada.

Está muy claro que en este estudio, el factor especie demostró ser de la mayor importancia.

En forma consistente, la especie *Pinus hartwegii* usada en este experimento sufrió la mayor mortalidad; en tanto que *P. ponderosa* mantuvo una alta sobrevivencia, pero ésta alcanzó un máximo (en términos relativos) en su localidad de origen; lo mismo se puede decir de su crecimiento.

Pinus lambertiana tuvo una respuesta muy pobre o nula en la localidad mexicana, mientras que en Óregon su comportamiento fue mucho mejor.

Esta especie tiene un período corto de actividad de la yema apical¹⁰ que parece estar genéticamente programado para el inicio de la primavera¹¹, que es precisamente el período más seco en la localidad mexicana.

Si a esto se suma la menor resistencia a la sequía, reportada para esta especie¹² y el bajo poder de crecimiento de la raíz, señalado en el cuadro N° 1 (*vid., supra*), se concluye que las oportunidades para crear o encontrar condiciones apropiadas para esta especie, en esta parte de México, son mucho menores que para otras especies.

El desempeño de *Pinus ayacahuite*, estuvo relacionado con las condiciones creadas por las diferentes combinaciones localidad-exposición-tratamiento, respondiendo bien a la disponibilidad de recursos, pero mostrando alta sensibilidad a la sequía y al calor.

Su mejor desempeño fue en la ladera norte de la localidad mexicana, superando al resto de las especies. La sobrevivencia y el crecimiento de *Pinus ayacahuite*, se vieron más afectados en Óregon, bajo condiciones similares.

La capacidad de crecimiento radicular mostrada por esta especie, podría ser explicada por el tipo de clima en el que ha evolucionado. La posibilidad de una respuesta rápida y positiva a la repentina aparición de condiciones adversas de calor y humedad, podría verse imposibilitada ante el clima de primavera, caliente y seco, cuando es factible una precipitación aislada y temprana, seguida por un largo período seco, antes del establecimiento de la temporada de lluvias.

La correcta preparación del terreno, incluye prácticas tales como control de vegetación y manejo de suelo, para captar o conservar mayor cantidad de agua.

En este estudio se ha podido establecer que la remoción de la vegetación arbustiva competidora, estuvo consistentemente asociada al máximo crecimiento de la plántulas.

La remoción de la competencia herbácea estuvo ligada a una mayor sobrevivencia, donde las condiciones de verano seco eran más rigurosas, enfatizando la importancia del método de preparación del terreno.

¹⁰ Fowells, H. A. 1941. "The period of seasonal growth of ponderosa pine and associated species". pp. 501-508.

¹¹ Canell, M. G. R. *et al.* 1976. An analysis of inherent differences in shoot growth within some north temperate conifers.

¹² Pharis, R. P. 1966. "Comparative drought resistance of fire conifers and foliage moisture content as a viability index". pp. 211-221.

Si el objetivo del silvicultor es lograr una máxima producción de madera, entonces la sobrevivencia extrema deseada, se puede lograr mediante la supresión de las plantas arbustivas y herbáceas en competencia, lo que proporcionaría la producción de rodales que ocupen totalmente el espacio, con recursos liberados y un crecimiento a máxima velocidad.

La ocupación total del sitio es consecuencia en primer lugar, de una adecuada tasa de sobrevivencia; el adecuado manejo silvícola que se dé a este rodal, puede lograr un máximo crecimiento.

Aquellos rodales en que la sobrevivencia ha sido pobre y distribuida en forma errática, no ofrecen opciones de manejo para máxima producción de madera, salvo la replantación; lo mismo puede decirse de áreas donde hay una sobrevivencia adecuada, pero los arbustos ejercen una alta dominancia relativa¹³.

En resumen, una cubierta arbustiva densa es incompatible con las plántulas de pino de un año de edad, independientemente de la especie, estación de lluvia o exposición del terreno.

El mayor crecimiento se obtuvo mediante el desmonte; pero, en el caso de que las especies competidoras presentes tengan la capacidad de rebrotar, entonces, será necesario algún tipo de mantenimiento, como nuevos cortes, aplicación de herbicidas y otros.

Esto, a fin de que el efecto benéfico del tratamiento inicial, se prolongue hasta que la especie deseada se coloque en una posición de alta dominancia relativa.

Existen evidencias de que la combinación de aclareos manuales con la aplicación de herbicidas, proporcionó las mejores condiciones para el crecimiento de las cinco especies de pino objeto del estudio, en una amplia variedad de condiciones.

En México hay millones de hectáreas cubiertas por arbustos o bosques degradados, donde el manejo de la vegetación jugaría un papel definitivo en la recuperación del bosque.

Las condiciones creadas por el mal manejo, permiten que especies de escaso valor comercial invadan áreas de magnífico potencial forestal.

Para confirmar lo anterior, Robert¹⁴ (*cf.* Revista Ciencia Forestal, N° 21), presenta evidencias al reportar que en la Sierra Madre Occidental, la distribución potencial de pinos mesófilos se extiende dentro de la zona ecotonal, con tendencia hacia las zonas actualmente ocupadas por pinos del bosque seco de pino piñonero.

¹³ Newton, M. 1973. *Forest rehabilitation in North America: Some simplifications.*

¹⁴ Robert, M. F. 1979. "Ensayo sobre la evolución de los bosques de coníferas de la Sierra Madre Occidental". pp. 3-16.

La disponibilidad de técnicas adecuadas de preparación del terreno y mantenimiento de la plantación, permite elevar nuestras expectativas sobre la transformación de terrenos improductivos en bosques comerciales de coníferas.

Tomando como antecedente los resultados del presente estudio, en los que se establece que los tratamientos con desmonte proporcionaron un mayor incremento, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA.

- Canell, M.G.R.; Thompson, and Lines, R. 1976. An analysis of inherent differences in shoot growth within some north temperate conifers. In: Tree physiology and yield improvement. Ed. Canell, Last. Academic Press.
- Ching, K. K. 1978. Seed source selection and genetics. In: Regenerating Oregon Forest. Ed. Cleary, Greaves, Herman. Oregon State University. Corvallis. U S A.
- Cornard, S. G. 1984. Water use and soil moisture depletion by potencial competing shrub species in southwestern Oregon. Profress Report. Inédito.
- Fowells, H.A. 1941. "The period of seasonal growth of ponderosa pine and associate species". J. For 39. pp. 501-508.
- Muelder, D. W.; Tappeiner, J. C. and Hausen, J. H. 1963. "Measurement of potential evaporation rates in ecology and silviculture with particular reference to the piche atmometer". J. For. 61. pp. 840-846.
- Newton, M. 1964. The influence of herbaceous vegetation on coniferous seedling habitat in old field plantations. Ph. D. Thesis. Oregon State University. Corvallis, U S A.
- Newton, M. 1973. Forest rehabilitation in North America: Some simplifications. J. For. 71 (3).
- Newton, M. and Preest, D. S. 1986. Juvenile growth and water relations of Douglas-fir at various levels of interspecific competition. Inédito
- Pharis, R. P. 1966. "Comparative drought resistance of fire conifers and foliagen moisture content as a viability index". Ecology 47 (2) pp. 211-221.

- Robert, M. F. 1979. "Ensayo sobre la evolución de los bosques de coníferas de la Sierra Madre Occidental". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H. Revista Ciencia Forestal. Vol. 4 N° 21 pp. 3-16.
- Ross, D. W. *and* Walstad, J.D. 1986. Vegetative competition, site preparation, and pine performance: a literature review with reference to southcentral Oregon. FRL. Oregon State University.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 431 p.
- Stewart, R. E.; Gross, L.L. *and* Honkala, B. H. 1984. Effects of competing vegetation on forest trees: a bibliography with abstracts. U S D A Forest Serv. Washington, DC. General Technical Report WO-43.
- Waring, R.H. *and* Hermann, R. K. 1966. "A modified piche evaporimeter". Ecol. 47 (2) pp. 308-310.