
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



"EVALUACION DE UN POLIMERO RETENEDOR DE HUMEDAD
EN PLANTACIONES DE *Pinus spp* EN EL
BOSQUE-ESCUELA DEL IMCyP".

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A

Ana Gabriela del Rosario Magaña Reyes
GUADALAJARA, JAL. MARZO 1994

FORMA CT-04

C.
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

PRESENTE.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó (la) pasanta MAGAÑA REYES ANA GABRIELA DEL ROSARIO código número 83476591 con el título "EVALUACION DE UN POLIMERO RETENEDOR DE HUMEDAD EN PLANTACIONES DE Pinus spp EN EL BOSQUE-ESCUELA DEL IMCYP" consideramos que reúne los méritos necesarios para la impresión de la misma y la realización de los exámenes profesionales respectivos.

Comunicamos lo anterior para los fines a que haya lugar.

A T E N T A M E N T E

Las agujas, Zapopan, jal. a 07 de FEBRERO 1994

EL DIRECTOR DE TESIS

Agustín Gallegos R.

ING. AGUSTIN GALLEGOS R.

SINODALES

3

1. M.C. MARTIN PEDRO TENA MEZA
Nombre completo
2. M.C. ROBERTO MIRANDA MEDRANO
Nombre completo
3. BIOL. MIGUEL ANGEL MACIAS
Nombre completo

[Firma]
Firma

[Firma]
Firma

[Firma]
Firma

CONTENIDO

	PAG.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CUADROS, FIGURAS, GRAFICAS, MAPAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1. ANTECEDENTES DE UTILIZACION DEL POLIMERO (AGROGEL P4)	7
III. HIPOTESIS	11
IV. OBJETIVOS	12
V. REVISION DE LITERATURA	
5.1. FUNCIONES DEL AGUA EN LA PLANTA	13
5.2. EFECTOS DE LAS SEQUIAS EN LAS PLANTAS	14
5.3. CARACTERISTICAS DEL POLIMERO Y SUS EFECTOS EN LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS	17
5.3.1. CARACTERISTICAS DEL POLIMERO	17
5.3.2. EFECTOS DEL POLIMERO EN LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS	18
5.4. ESTUDIO DE USO CONSULTIVO EN EL BOSQUE-ESCUELA	18
VI. MATERIALES Y METODOS	20
6.1. DESCRIPCION DEL BOSQUE-ESCUELA	20
6.2. CLIMA	20
6.3. TOPOGRAFIA	21
6.4. HIDROLOGIA	21
6.5. SUELO	21
6.6. VEGETACION	21
6.7. MATERIAL UTILIZADO	22
6.8. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	22
6.9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	24
6.10. PARAMETROS OBSERVADOS	25
6.11. DISEÑO EXPERIMENTAL	26

VII. RESULTADOS	27
7.1. EVALUACION DE SOBREVIVENCIA	27
7.2. EVALUACION DE HUMEDAD	28
7.3. EVALUACION DIAMETRO Y ALTURA	30
7.4. COSTOS DE CULTIVO TOTALES UTILIZANDO EL AGROGEL	35
VIII. DISCUSION	36
IX. CONCLUSIONES	37
X. BIBLIOGRAFIA	39
APENDICE	43

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara por darme la oportunidad de ser una persona útil a mi país, mi eterno agradecimiento.

A la Facultad de Ciencias Biológicas por haberme formado profesionalmente.

Al Instituto de Madera, Celulosa y Papel (IMCyP) "Ing. Karl Augustin Grellmann" especialmente al Departamento Bosque-Escuela por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

Al Ing. Dipl. Agustín Gallegos Rodríguez por su incondicional apoyo, por la acertada dirección y sus valiosos consejos para elaborar esta tesis.

Al Ing. Dr. Hugo Moreno de la Facultad de Agronomía por su valiosa colaboración y asesoría-en el análisis estadístico del presente trabajo, mil gracias.

A todos los maestros que compartieron sus conocimientos conmigo a lo largo de mi formación profesional.

A mis amigos Susy, Martín y Ricardo que siempre me estuvieron apresurando en la terminación de mi tesis.

A mi hermana Cecy por su paciencia y apoyo durante estos años de estudio.

En general a todas los compañeros que de alguna manera intervinieron y me apoyaron en la realización del presente.

DEDICATORIA

A mis padres Serafin y Alicia por todo su amor, confianza y apoyo a lo largo de toda mi vida, por darme la oportunidad de desallorarme como profesionista; los quiero con todo el corazón.

A mis hermanos Cecilia, Adriana, Juan Serafin y Emmanuel por su apoyo y comprensión.

A mi querido sobrino José Alberto con muchísimo cariño.

A toda mi familia por su eterna confianza y apoyo demostrado a través de todos estos años.

A ti, Gordo, quien siempre serás una parte de mi vida, por el hermoso tiempo de ser Vaga, con todo mi amor.

INDICE

CUADRO 1. ESTUDIO DE USO CONSULTIVO EN EL BOSQUE-ESCUELA	44
CUADRO 2. CALCULO DE LA LAMINA DE RIEGO	45
CUADRO 3. CALENDARIO DE RIEGO Y CALCULO DEL INTERVALO DE RIEGO	46
FIGURA 1. VELOCIDAD DE ABSORCION DEL AGUA POR EL POLIMERO	47
FIGURA 2. EVAPOTRANSPIRACION Y BALANCE HIDRICO CALCULADOS	48
GRAFICA 1. SOBREVIVENCIA DE PINOS EN TERRENO PLANO	49
GRAFICA 2. SOBREVIVENCIA DE PINOS EN TERRENO CON PENDIENTE	50
GRAFICA 3. PORCIENTO DE HUMEDAD EN LAS PARCELAS	51
GRAFICA 4. PROMEDIO DE HUMEDAD POR A&O	52
GRAFICA 5. GRAFICA DE HUMEDAD TRATAMIENTOS	53
GRAFICA 6. DIFERENCIA EN ALTURA TERRENO PLANO Y PENDIENTE	54
GRAFICA 7. DIFERENCIA EN DIAMETRO TERRENO PLANO Y PENDIENTE	55
GRAFICA 8. DIFERENCIA EN ALTURA ESPECIES UTILIZADAS	56
GRAFICA 9. DIFERENCIA EN DIAMETRO ESPECIES UTILIZADAS	57
GRAFICA 10. EVALUACION ALTURA ENTRE TRATAMIENTOS	58
GRAFICA 11. EVALUACION DIAMETRO ENTRE TRATAMIENTOS	59
FOTOS 1 - 6	60
FOTOS 7 - 12	61
MAPA 1. UBICACION DEL BOSQUE ESCUELA EN LA SERRANIA DEL BOSQUE "LA PRIMAVERA"	62
MAPA 2. UBICACION DEL DISTRITO "RANCHO NUEVO" EN EL BOSQUE-ESCUELA	63

INDICE

CUADRO 1. ESTUDIO DE USO CONSULTIVO EN EL BOSQUE-ESCUELA	43
CUADRO 2. CALCULO DE LA LAMINA DE RIEGO	44
CUADRO 3. CALENDARIO DE RIEGO Y CALCULO DEL INTERVALO DE RIEGO	45
FIGURA 1. VELOCIDAD DE ABSORCION DEL AGUA POR EL POLIMERO	46
FIGURA 2. EVAPOTRANSPIRACION Y BALANCE HIDRICO CALCULADOS	47
GRAFICA 1. SOBREVIVENCIA DE PINOS EN TERRENO PLANO	48
GRAFICA 2. SOBREVIVENCIA DE PINOS EN TERRENO CON PENDIENTE	49
GRAFICA 3. PORCIENTO DE HUMEDAD EN LAS PARCELAS	50
GRAFICA 4. PROMEDIO DE HUMEDAD POR A&O	51
GRAFICA 5. GRAFICA DE HUMEDAD TRATAMIENTOS	52
GRAFICA 6. DIFERENCIA EN ALTURA TERRENO PLANO Y PENDIENTE	53
GRAFICA 7. DIFERENCIA EN DIAMETRO TERRENO PLANO Y PENDIENTE	54
GRAFICA 8. DIFERENCIA EN ALTURA ESPECIES UTILIZADAS	55
GRAFICA 9. DIFERENCIA EN DIAMETRO ESPECIES UTILIZADAS	56
GRAFICA 10. EVALUACION ALTURA ENTRE TRATAMIENTOS	57
GRAFICA 11. EVALUACION DIAMETRO ENTRE TRATAMIENTOS	58
FOTOS 1 - 6	59
FOTOS 7 - 12	60
MAPA 1. UBICACION DEL BOSQUE ESCUELA EN LA SERRANIA DEL BOSQUE "LA PRIMAVERA"	61
MAPA 2. UBICACION DEL DISTRITO "RANCHO NUEVO" EN EL BOSQUE-ESCUELA	62

RESUMEN

La gran deforestación que sufre el mundo actualmente es una de las grandes problemáticas de este siglo, por lo cuál se hace necesario realizar acciones a este respecto; el presente trabajo tiene la finalidad de hacer un pequeño aporte práctico sobre este tema.

La utilización de productos químicos no perjudiciales para el ecosistema es una necesidad actual; el nuevo producto Polímero poliacrilamida Agrogel P4 es un producto que reúne las características necesitadas como son : no contaminante, sin olor, sin volatilidad, pH neutral y entre sus propiedades se encuentran : optimizar el uso del agua, ponerla a disposición de la planta, durar varios años después de los cuales se desintegra.

Las plantaciones llevadas a cabo con este producto dieron buen resultado respecto a los testigos, siendo los factores a evaluar diámetro, altura y sobrevivencia de la especie; se llevaron a cabo dos tipos de plantaciones : terreno plano y terreno con pendiente o curva de nivel, al final de las cuales resulto un mejor aprovechamiento en la plantación de terreno con pendiente.

El análisis estadístico aplicado a los datos fué el análisis de varianza, con factorial completamente al azar, del cuál derivaron los resultados obtenidos en este experimento.

I. INTRODUCCION

En las últimas décadas se ha observado que la vegetación forestal en el mundo ha disminuido de manera considerable y alarmante, lo que nos presenta graves problemas ecológicos así como también en la producción forestal (SARH, 1980).

Nuestro territorio nacional comprende 195.8 millones de hectáreas de las cuales el 73% (143.6 millones de ha) se considera como una superficie de vocación forestal, es decir, que por sus características ecológicas está cubierta por algún tipo de vegetación forestal, ya sea arbórea o arbustiva (Patiffo, 1981), de las 143.6 Ha forestales se considera que aproximadamente el 9.1% (17.8 millones de Ha) están perturbadas (desmontes, erosión, acahuales), (SARH, 1990).

El decremento de las áreas forestales y de especies útiles que sufre anualmente nuestro país como consecuencia del mal uso y de la insuficiencia de planes adecuados de conservación y fomento del recurso, ocasionan cambios del uso del suelo, dedicando terrenos forestales a actividades agropecuarias de bajo rendimiento, a la vez que se provocan incendios forestales se incrementa la erosión y en general se estimula el desequilibrio ecológico que trae como consecuencia la pérdida de grandes áreas forestales (Bonilla, 1981).

La importancia creciente de las plantaciones forestales como medida de recuperación de ecosistemas en desequilibrio, así como para la obtención de materia prima para uso industrial y los beneficios diversos que se generan con su creación, pone de manifiesto la relevancia ecológica, económica, social y política de su establecimiento y cuya implementación debe ser considerada como acción de tipo prioritario dentro de las actividades

forestales con la finalidad de mejorar las condiciones ambientales, y el nivel de vida de la población, así como el logro de la autosuficiencia en el abastecimiento de productos maderables y no maderables derivados de la explotación del bosque (Bonilla, 1984).

Actualmente en México el manejo de las plantaciones forestales es incipiente, las experiencias que se tienen sobre las labores culturales (podas, aclareos y evaluaciones), han sido a nivel de ensayo (Pimentel, 1981), el porqué del manejo a éste nivel se debe a los problemas que se presentan en este tipo de actividades, ya que la repoblación de grandes zonas deforestadas presentan muchas dificultades, entre ellas los peligros existentes durante toda la vida de la planta. Las repoblaciones artificiales tienen que ser precedidas por una serie de minuciosos estudios, tanto en las condiciones ecológicas como de las exigencias de la especie utilizada, ya que las plantas estarán sometidas a varios factores limitantes en su desarrollo, tanto de naturaleza abiótica como biótica.

En los factores abióticos la falta de profundidad del suelo en algunas zonas impide, a partir de cierta edad, el desarrollo satisfactorio de la planta. En cuanto al clima los cambios bruscos y desfavorables (sobre todo temperatura y precipitación) pueden tener consecuencias para la plantación: el clima es un factor de suma importancia para la programación y ejecución de las actividades de plantación. En la actualidad la situación climatológica presenta cambios debido a las alteraciones ecológicas que está sufriendo el planeta, un ejemplo de ello es que las lluvias se presentan con menor regularidad y cantidad, ocasionando que los programas de reforestación se atrasen o en ocasiones causando la pérdida de los árboles plantados. Por lo tanto se deben buscar técnicas que nos permitan aprovechar al máximo la humedad del suelo disponible, para lograr mayor éxito en la reforestación, de ahí la importancia de realizar investigaciones dentro del manejo de plantaciones forestales con alternativas de utilización de productos como el

polímero poliacrilamida Agrogel P4, que nos permite retener humedad y también incrementar el potencial de reforestación en diferentes zonas climáticas así como de distintos productos forestales.

Esta investigación nos presenta una opción para el desarrollo de futuras plantaciones, con la ventaja de que las plantas pueden obtener el agua a través de este polímero y sobrevivir la época de sequía hasta que empiece el temporal de lluvias.

II. ANTECEDENTES

En la República Mexicana, se llevan a cabo plantaciones forestales en mayor o menor escala en casi todas las entidades con diversos objetivos y en algunos casos con resultados poco satisfactorios, ya que preferentemente se les da apoyo a actividades agropecuarias, quedándose las actividades de protección y fomento algo rezagadas (Carrillo, 1981).

Según Patiño (1981) los bosques naturales y las plantaciones forestales son complementarios, los primeros continuarán proporcionando una gran variedad de productos con un mayor valor agregado, además de proteger otros recursos, mientras que los bosques hechos por el hombre tendrán como principal función la producción de materias primas, protección de bosques, recuperación de zonas forestales y áreas de paisaje.

En América Latina las estimaciones de la superficie plantada para 1980 fué de 6'552,000 Ha., de las cuales corresponden 100,000 Ha. para México. Dichas plantaciones efectuadas en el país no han estado sujetas a un manejo silvícola adecuado (SARH, 1985). Por otra parte, un estudio realizado por la FAO en 1981 sobre los recursos forestales en América Tropical reporta los siguientes datos :

TABLA No.1

PERIODO	DEFORESTACION Ha al año	FORESTACION Ha al año	PROPORCION (%) Forestación a Reforestación
1940-1977	240,000	4,500	1.9
1976-1980	300,000	17,200	5.7
1981-1985	335,000	22,200	6.6

FUENTE : F. A. O. (1981).

La tabla anterior nos representa una mayor deforestación en relación a la forestación realizada, aumentando ésta a partir de 1976 en una cantidad alarmante.

Al efecto de la deforestación le podemos agregar la situación de la superficie forestal del país, que se encuentra zonificada de acuerdo a las condiciones climáticas y según el sistema de Emberger (FAO, 1981), el cual es de la siguiente manera :

TABLA No. 2

ZONA CLIMATICA	A R E A	
	TOTAL (en miles de Ha)	PORCENTAJE
Zonas desérticas	8.500	4.31
Zonas áridas	66.900	33.92
Zonas semiáridas	65.950	33.43
Zonas de transición	23.080	11.70
Zonas semihúmedas	20.530	10.41
Zona húmeda	9.410	4.77
Zona muy húmeda	2.880	1.46

FUENTE : F. A. O. (1981).

Esto nos representa que el 67.35% de la superficie forestal del país se ubica en condiciones áridas y semiáridas, lo que significa grandes retos para la reconstrucción de los ecosistemas.

En el Estado de Jalisco, las plantaciones forestales se han hecho a partir de 1967 y hasta 1983 se habían reforestado 2,081 Ha. en los municipios de Zapopan, Tlaquepaque, Ayotlán, Sayula y Tapalpa, tanto para embellecimiento del paisaje como para tener mayor densidad de árboles que ayuden en la oxigenación de zonas contaminadas (Bonilla, 1984).

Curiel (1988) en su Plan de Manejo para el Bosque la Primavera reporta la necesidad de realizar plantaciones dentro de ésta área.

Por su parte, el Bosque-Escuela del Instituto de Madera, Celulosa y Papel "Ing. Karl Augustin Grellmann" de la Universidad de Guadalajara, ha realizado plantaciones forestales desde 1985 hasta la fecha, éstas acciones se han realizado bajo dos criterios principales : Reconstruir el ecosistema e Investigación.

De los trabajos de investigación que ahí se realizan son : estudios de densidad de plantación, estudios de procedencias, geometría interna de plantaciones y la utilización del polímero retenedor de humedad en varias especies de pino (Gallegos, 1991).

Es necesario que los futuros programas de plantaciones forestales sean planificados de tal modo que para el establecimiento de las plantaciones se consideren los diferentes tipos de climas, vegetación, suelo, etc., con el objeto de optimizar la rentabilidad de la plantación y se reestructure ecológicamente el área plantada.

2.1.ANTECEDENTES DE UTILIZACION DEL POLIMERO (AGROGEL P4).

En los últimos años se ha experimentado con el polimero Agrogel P4 en diversos países como son España, Inglaterra, Estados Unidos, México, así como en algunos de África, con el objeto de comprobar su utilidad y eficacia tanto en la agricultura como en la silvicultura.

En Elmbridge, Inglaterra, se realizó un experimento en 1984 por el Ayuntamiento local, en el cual el polimero se utilizó de varias maneras, entre estas en macetas con geranios y árboles ornamentales durante la replantación. En los geranios tratados con el polimero, se obtuvo ahorro de un 12% en el riego y florecieron dos semanas antes que el testigo.

Los resultados obtenidos con árboles tratados con el polimero durante la replantación fueron alentadores, ya que no hubo pérdidas por mortandad, mientras que en los testigos se perdió un 20% por sequía (Anónimo, 1984).

En África se experimentó con el polimero para ayudar a los árboles a resistir la sequía y se reportan resultados satisfactorios ya que hubo un 40% de sobrevivencia de los arbolitos (Anónimo, 1988).

Otro experimento se llevó a cabo en Valencia, España, en Junio de 1984 al final de la temporada, en el cual se plantaron árboles naranjos de 3 años de 0.75 mts de altura, utilizando el polimero, a mediados de octubre de ese año los árboles habían crecido de dos a tres veces más que los árboles plantados al inicio de la temporada, lo que llevó a suponer que el crecimiento de 4 años normales se puede lograr en 3, actualmente los viveros de naranjos incluyen el uso del polimero en la producción de árboles desde la siembra de la semilla hasta el trasplante final del semillero.

En el desierto de Colorado se llevó a cabo otro experimento con el polímero, uno de los campesinos sembró 20 Ha. de maíz con agrogel y otras 20 Ha. sin agrogel, en la época de la cosecha, se obtuvieron altas producciones donde se aplicó el polímero mientras que el área donde no se aplicó se dejó para pastoreo; aparte de la gran producción de maíz, otro beneficio que se vio en el producto fue el de mejorar las características del suelo ya que no se compactó, se mantuvo húmedo y permitió un crecimiento radicular vigoroso (Anónimo, 1989).

Otros experimentos se han llevado a cabo en los estados de Nebraska, Kansas, Iowa y Missouri con resultados alentadores.

En el estado de California, experimentos llevados a cabo por el Distrito de East Bay con árboles trasplantados se determinó la influencia del polímero en la cantidad de agua utilizada en el riego, frecuencia de los riegos, porcentaje de mortandad (pérdidas durante el shock de trasplante) y costo de las labores de riego (Anónimo, 1990).

En Vine Street, California, se plantaron 60 Amarantus caudatus con el polímero y 65 plantas se establecieron sin el producto, los dos grupos fueron regados semanalmente. El 99% de las plantas tratadas sobrevivieron al trasplante, mientras que el 50% de plantas no tratadas murieron. Las plantas tratadas mostraron un crecimiento mayor y un área foliar más desarrollada; los riegos se suspendieron al tercer mes y un mes después del último riego las plantas tratadas tuvieron un crecimiento constante y demostraron que pueden sobrevivir con 40% menos de agua, aún en temporadas de sequía (Anónimo, 1990).

En nuestro país se han llevado a cabo numerosos experimentos con el polímero; en la Universidad Autónoma de Zacatecas, se realizó una investigación enfocada básicamente al almacenamiento de agua por medio del polímero en los diversos tipos de microcuencas, principalmente en zonas

semiáridas y áridas, teniendo como resultado que existen cambios sustanciales en el comportamiento del suelo como es la duplicación de la humedad aprovechable y la capacidad de intercambio catiónico cuando se aplica el producto en pequeñas proporciones. Se observó que la velocidad de absorción del agua, está fuertemente influenciada por la concentración de sales; el volumen de agua retenido aumenta conforme se incrementa el tipo de inmersión del producto en el agua y, la cantidad de agua almacenada para un mismo tiempo, es menor conforme se incrementa la concentración de sales (Figura 1, página 45).

En el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera (CENID-RASPA) de la SARH en Gómez Palacio, Durango, se llevan a cabo diversas investigaciones con el maíz, en el cual se ha incluido el uso del polímero para disminuir el proceso de evaporación en el suelo, con excelentes resultados y también con el maíz de riego utilizando el producto a diferentes dosis y a la fecha se ha observado que los tratamientos con agrogel muestran mayor desarrollo, mayor altura y más floración en relación al testigo.

Otro experimento realizado en Monterrey, Nuevo León, con 825 árboles de naranja-mandarina demuestra la utilidad del polímero, ya que los árboles al plantarse con agrogel hidratado no se regaron en un período de 45 días, a cabo del cual se hizo el primer riego y a los 65 días se repusieron las fallas que fueron 40, lo que nos representa un 5% del total de los árboles sembrados, ya que sin el polímero el porcentaje hubiera sido mayor al 50% (Anónimo, 1989).

Otros resultados satisfactorios en el uso del agrogel lo informa el Ingenio Tamazula S.A, en Tamazula de Gordiano, Jal., el cual evalúa el polímero en el cultivo de caña de azúcar, en el cual se tuvo una diferencia de 22.4 toneladas donde se aplicó el polímero que en el área testigo, aclarando que el manejo del cultivo fue el mismo en ambos casos, aplicando fertilizante y 7 riegos (Anónimo, 1991).

Crespo (1991) realizó un experimento con Pinus halapensis en el Bosque-Escuela del IMCyP, de la Universidad de Guadalajara, en el cual obtuvo resultados positivos en la utilización del polímero: estableció una plantación considerando diferentes dosis de agrogel, esto se llevó a cabo en época de lluvia; estadísticamente las diferencias fueron significativas, ya que todos los tratamientos fueron en promedio 81% superiores al incremento del testigo, por lo que concluyó que el polímero puede reducir considerablemente el efecto de la sequía en los árboles recién plantados e inducir el crecimiento en forma notable.

En el Centro de Investigaciones Forestales de Hermosillo, Sonora, se realizó una evaluación con el polímero Agrogel P4 en suelos con textura franca con problemas de encostramiento, en la cual se utilizaron 4 diferentes dosis de polímero combinadas con 4 soluciones salinas, sin permitir el drenaje, después de 50 horas se drenó y a las 72 horas se determinó la máxima obtención de humedad, en la cual se obtuvieron aumentos del 3 y 45% de máxima agua retenida en comparación con el testigo. La reducción en la retención de humedad en concentraciones más salinas fué más fuerte, sin embargo aún en condiciones salinas el polímero duplicó el almacenamiento de agua.

En los resultados obtenidos en una investigación de tesis realizada en 1991 por Hernández y Ramírez en el Bosque-Escuela del IMCyP, con la utilización del polímero en el cultivo de maíz, se obtuvieron diferencias significativas en la producción de grano y en mayor grado sobre la biomasa.

III. HIPOTESIS

El empleo del retenedor de humedad genera la posibilidad de un mejor aprovechamiento del agua de lluvia, lo que permitirá una mayor sobrevivencia y adaptación del árbol al medio durante los primeros años de su plantación.

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar la eficiencia del uso del polímero Agrogel P4 en las plantaciones forestales.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 4.1.1. Determinar cual es la eficiencia del polímero poliacrilamida retenedor de humedad en las plantaciones forestales en función de la sobrevivencia de las diferentes especies.
- 4.1.2. Determinar el mes y la especie más adecuada para realizar plantaciones forestales con aplicación de un polímero retenedor de humedad en épocas anteriores a la temporada de lluvia.

V. REVISION DE LITERATURA

5.1. FUNCIONES DEL AGUA EN LA PLANTA.

Bidwell (1979), señala que el agua se mueve por la planta penetrando principalmente vía las raíces y saliendo vía las hojas, en respuesta a un gradiente de potencial, el cual entonces debe disminuir continuamente. En esencia la planta actúa como un eslabón en el sistema hídrico al permitir el flujo del agua hacia abajo de un gradiente de potencial, desde el suelo a la atmósfera. Parte del movimiento es por difusión, usualmente la ósmosis y otra parte mediante flujo de masa (Black, 1975).

Kramer (1974), comenta que la única forma en que un factor como el agua puede afectar el crecimiento vegetal, consiste en intervenir a los procesos fisiológicos y condiciones internas. Casi cada proceso vegetal está directa o indirectamente afectado por el abastecimiento de agua.

El crecimiento de las plantas está controlado por los coeficientes de división y ensanchamiento de células y por el abastecimiento de componentes orgánicos o inorgánicos necesarios para la síntesis de proteínas.

Richter (1972), indica que el agua no solamente constituye la materia prima de la fotosíntesis, sino que también participa como reactivo en sus transformaciones, lo mismo que en reacciones del metabolismo.

El agua también sirve como disolvente indispensable para la mayoría de los compuestos, tanto orgánicos como inorgánicos, que participan en el metabolismo. Por lo tanto, se comprende que un suministro inadecuado de agua no solo afecta o bloquea la fotosíntesis, sino también otros procesos vitales.

Bidwell (1979), habla acerca de que la mayoría de las plantas terrestres necesitan sistemas eficientes para obtener y movilizar agua. Esto se debe a que su nutrición fundamental es gaseosa y poseen un sistema de intercambio gaseoso muy eficaz.

El agotamiento del agua edáfica que rodea a las raíces determina el acceso de solución fresca de las áreas circundantes del suelo y esto ayuda a la planta a extraer nutrimentos en mayor volumen del suelo.

Kramer (1979), menciona que el agua es el reactivo de muchos procesos importantes, incluyendo la fotosíntesis y procesos hidrolíticos del almidón en azúcar.

Otra de las funciones del agua en las plantas es la de solvente, en el cuál, gases, minerales y demás solutos penetran en las células vegetales y pasan de una célula a otra y de un órgano a otro.

Rojas (1979), señala que los requerimientos de agua de la planta se deben parcialmente a necesidades metabólicas, pero sobre todo a un determinismo físico.

El coeficiente de transpiración mide la intensidad con que la planta transpira; puesto que éste es un valor que varía con las condiciones ambientales, se establece al comparar el agua que la planta pierde con la que se evapora de una superficie libre por unidad de área.

La eficiencia de transpiración indica la habilidad de la planta para utilizar el agua en procesos metabólicos y se establece midiendo la cantidad de materia seca sintetizada por gramo de agua absorbida.

5.2. EFECTOS DE LAS SEQUIAS EN LAS PLANTAS.

Winter (1977) y Jugenheimer (1981), coinciden en apuntar que la distribución de la lluvia escasa o mala afecta adversamente al rendimiento.

Las temperaturas extremadamente altas, en particular cuando están acompañadas de humedad deficiente (sequía), durante el periodo de

polinización, a menudo causa la desecación del tejido foliar y la espiga, evitando la polinización y ocasionando la formación deficiente de semillas.

Rojas (1979), habla de que cuando la planta carece de agua entra en marchites, estando reconocible por la flacidez de los tejidos, las hojas arrugadas y colgantes y por la eventual clorosis.

Se pueden detectar dos tipos de marchites : temporal y permanente.

Temporal : ocurre cuando la transpiración es tan intensa que la planta no alcanza a reponerla y entra en un déficit hídrico pasajero.

Permanente : se define como aquella que persiste aunque la planta se coloque en un atmósfera saturada de humedad, siempre que no se agregue agua al suelo.

García y Gevante (1979) mencionados por Meza en 1980, dicen que a niveles bajos de humedad se observan cambios en la actividad enzimática, la división celular es inhibida y los estomas comienzan a cerrarse para una reducción de la transpiración y de la fotosíntesis.

Kramer (1974) y Rojas (1979), coinciden en señalar que el ensanchamiento de la célula depende, fundamentalmente de un grado mínimo de turgencia y el alargamiento del tallo y la hoja es controlado o determinado rápidamente por déficits de agua.

La disminución del agua contenida en la planta reduce invariablemente el coeficiente de fotosíntesis y generalmente también la tasa de respiración.

Winter (1977), indica que una disminución del potencial hidráulico afecta a diferentes órganos de modos distintos, el efecto más común de una sequía es la disminución del índice de crecimiento y desarrollo del follaje.

Tumanov (1956) citado por Rojas en 1979, comenta que aún cuando una planta no llegue a morir de sequía, basta que en su ciclo la planta sufra un periodo de marchites severa para que disminuya su rendimiento un 50%.

Rojas (1979), hace un breve resumen de los efectos de la falta de agua en la fisiología de la planta, entre otras menciona que la fotosíntesis disminuye en sequía, una causa es probablemente que el cierre del estoma determina una falta de CO_2 en el mesófilo.

Otro factor interactuante es por fallas en el transporte debido a la falta del agua, el azúcar se acumula en la hoja y las reacciones de síntesis de sacarosa y almidón se inhiben.

La respiración en órganos con vida activa (por ejemplo las hojas), aumenta en sequía por sobre lo normal como se ha demostrado en manzano y otras especies.

La conjunción de alta respiración y baja fotosíntesis determinará un estado de desnutrición si persiste cierto tiempo. La síntesis de proteínas y la cantidad de ácidos nucleicos disminuye.

La baja en proteínas y la falta de turgencia, que traen consigo poca presión para un buen alargamiento celular, determinan que en sequía el crecimiento sea muy pobre.

5.3. CARACTERISTICAS DEL POLIMERO Y SUS EFECTOS EN LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS.

5.3.1. CARACTERISTICAS DEL POLIMERO

1. Identificación del producto .

Nombre registro químico : P-4
Nombre comercial : Agrogel P-4
Familia química : Poliacrilamida
Formula molecular : Polímero

2. Composición Química : % Peso
Poliacrilamida. No menos de ----- 99.00
(Co - Polímero)
Acrilamida. No más de ----- 1.00

Total 100.00%

3. Propiedades físicas :

Apariencia : Polvo fino o granulos sólidos.
Olor : ninguno
Gravedad específica : 0.66 (en agua = 1.0)
% Volatilidad : ninguno
pH : neutral
Solubilidad en agua : limitada por viscosidad.

4. Propiedades

Optimiza el uso del agua
Al hidratarse se forma un gel a través del cual crecen las raices de las plantas.
Reduce considerablemente la frecuencia entre riegos.
Dura varios años
No es volátil

5.3.2. EFECTOS DEL POLIMERO EN LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS.

Wallace, citado por Froto (1990), reporta que las propiedades de los polimeros incrementan el espacio poroso en el suelo, la permeabilidad, la velocidad de infiltración, reducen la escorrentía y la evaporación.

Zesape (1990), comenta que algunas de las propiedades que mejora éste producto en el suelo son la capacidad de intercambio catiónico.

Menciona que la actividad eléctrica del polímero permite que se comporte como un buen absorbente e intercambiador de iones.

5.4. ESTUDIO DE USO CONSULTIVO EN EL BOSQUE-ESCUELA

El estudio de uso consultivo realizado para el Bosque-Escuela en el Distrito Rancho Nuevo, Subdistrito No. I, en 1991 por Contreras, R.D. nos muestra los siguientes datos :

Estimación de la evapotranspiración para la estación de la Presa de Hurtado; latitud 20.3 norte.

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION

MES	EVAPOTRANSPIRACION O USO CONSUNTIVO EN CM	BALANCE HIDRICO EN MM
Enero	4.42	- 19.77
Febrero	4.41	- 42.48
Marzo	6.55	- 63.85
Abril	8.14	- 71.18
Mayo	10.78	- 73.86
Junio	10.31	84.33
Julio	9.44	107.32
Agosto	9.64	41.76
Septiembre	8.72	18.03
Octubre	7.97	- 14.12
Noviembre	4.73	- 27.45
Diciembre	4.72	- 26.82

(Ver figura No. 2)

Para realizar ésta estimación se utilizó el Método de Thorthwite el cual se basa en la utilización de la temperatura y la latitud del lugar (Ver cuadro 1).

También se realizó un calendario de riego para calcular la lámina de riego que necesita el suelo, teniendo como resultado que se necesitan 359 metros cúbicos de agua ó 359,000 litros por hectárea ó 143 litros por árbol en cada riego, esto significa que para tener a capacidad de campo nuestros árboles se necesitan 1,716 litros/árbol al año. El proceso se detalla en los cuadros 2 y 3.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. DESCRIPCION DEL BOSQUE-ESCUELA.

El Bosque-Escuela se encuentra formando parte de la Serranía de la Primavera, en un terreno de 912 ha (Hernández y Ramírez, 1991) que fue concedido al Instituto de Madera, Celulosa y Papel (IMCyP) "Ing. Karl Augustin Grellmann" por medio del Gobierno del Estado en 1984.

El Bosque-Escuela está ubicado entre los grados $104^{\circ}37'15''$ y $103^{\circ}40'08''$ longitud oeste (W) y los $20^{\circ}36'26''$ y los $20^{\circ}34'34''$ latitud norte (N).

Se localiza a 3 kilómetros al Noreste del poblado Cuxpala, 1 kilómetro al norte de Latillas, 4.5 kilómetros al Noroeste de la Villita, 7 kilómetros al Noroeste de San Isidro Mazatepec y a 4 kilómetros al Suroeste del Cerro de San Miguel (Ver mapa 1) (Estrada 1986).

6.2. CLIMA.

Según la clasificación climatológica modificada por E. García, la zona de estudio pertenece al subgrupo climático (A)C, o sea, templado semicálido con temperatura media anual de 18.9° .

Es subhúmedo con lluvias en verano teniendo una precipitación pluvial anual de 835.7 mm y un cociente p/t menor de 43.2, o sea el más seco de los semicálidos subhúmedos. Este clima tiene lluvias invernales inferiores al 5% anual.

Los días despejados se presentan con mayor frecuencia en invierno y primavera, entre los meses de octubre a mayo. Los vientos dominantes son del suroeste (SW) en los meses de noviembre a junio y por lo general del grado 2 (Gallegos, 1988).

6.3. TOPOGRAFIA.

La topografía de la zona es muy accidentada, constituida por lomerios con suelos muy delgados. El proceso erosivo es bastante severo, se presenta en forma de cárcavas y como erosión laminar.

Sus pendientes varían, siendo la mayor parte del terreno de 1% al 30%, pero también existen pendientes que van del 30% al 70%, siendo éstas la minoría (Villavicencio, 1992), por lo que existen pocos lugares con pendiente propicia para desarrollar actividades que requieren terreno más o menos plano.

6.4. HIDROLOGIA.

Existen innumerables cauces de arroyo que solo llevan agua durante la época de lluvias y solo algunos como "Los Letreros", "Taray", "Las Presitas" y "Agua Caliente" son permanentes (Estrada, 1986).

6.5. SUELO.

De acuerdo con la carta edafológica de Detenal, los suelos localizados dentro del área donde se realizó el presente estudio pertenecen en su mayoría a Regozol eútrico, tienen un pH ácido (Estrada, 1986).

Presenta alto grado de erosión hídrica que causa la pérdida de 229.31 toneladas de hectáreas al año (Gomez, s.f.), lo cual forma grandes y numerosas cárcavas y erosión laminar.

6.6. VEGETACION.

En su mayor parte está constituida por bosque natural de pino-encino.

Según Gallegos (1988) en el estrato arbóreo se encuentran las siguientes especies : Cletra mexicana (malvaste), Quercus castenea (encino), Q. magnolifolia (roble), Q. ruqosa (roble), Q. vitaminae (encino), Persea podadenia (laurel), Pinus michoacana (pino), P. gocarpa (pino), P. montezumae (pino).

6.7. MATERIAL UTILIZADO

- Planta de Pinus sp
- Retenedor de humedad (polimero poliacrilamida) Agrogel P4
- Pozeras
- Azadones
- Navaja o cuchillo
- Cinta métrica
- Vernier
- Aparato medidor de humedad
- Camioneta para transporte

6.8. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

La superficie del Bosque-escuela de acuerdo a su fisiografía está dividida en 7 microcuencas, las cuales se denominan distritos y estos a su vez se dividen en subdistritos (Crespo, 1991).

Este estudio se está realizando en el distrito Rancho Nuevo, subdistrito No. I (Ver mapa 2). En este distrito se encuentran casi todas las actividades iniciales para el mejoramiento e investigación del bosque, además de utilizar una parte de superficie con fines agrícolas (Gallegos, 1988).

La superficie donde fue establecida una de las plantaciones experimentales, en décadas anteriores fue utilizada como suelo de uso agrícola.

DESCRIPCION DEL SUELO EN EL DISTRITO RANCHO NUEVO
SUBDISTRITO No. I

SUELO DE PLANTACIONES EN TERRENO PLANO

Pendiente	0-3%
Profundidad del suelo	40 cm
Pedregosidad	0-1 (casi sin piedra)
Fertilidad	Media
Materia orgánica	2%
Provision de humedad	Húmedo

Esta zona del subdistrito uno, se caracteriza por ser un terreno plano que no presenta gran variedad topográfica (Estrada, 1986), también se ubica una área destinada al cultivo del maíz y otras plantaciones experimentales.

SUELO DE PLANTACIONES EN PENDIENTE

Pendiente	31-40%
Profundidad del suelo	31-60 cm
Exposición	NE
Erosión	Erosión hídrica laminar
Altitud	1,562 m.s.n.m.
Vegetación	Dominancia de encinos y cletras.

En esta zona del subdistrito uno existe muy poca o nula regeneración natural (Villavicencio, 1992).

6.9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizaron dos tipos de plantaciones : plantaciones en terreno plano y plantaciones en pendiente con curva de nivel.

Las primeras plantaciones se realizaron en terreno plano durante los meses de Junio, Julio y Agosto de 1990; se establecieron tres parcelas experimentales, en las cuales se sembraron 30 árboles con tratamiento y 30 testigos, ubicadas completamente al azar. A cada parcela corresponde una especie de pino.

Las especies utilizadas en estas parcelas fueron P. pseudostrobus, P. michoacana y P. oocarpa.

La edad aproximada de los árboles es de 1 año.

La dosis de polímero (Agrogel P4) fué de 10 gramos para cada árbol.

El sistema de plantación fue el de cepa común, las cuales se abrieron de forma manual con un espaciamiento de 2x2 metros.

Las segundas plantaciones se realizaron en terreno de curva de nivel con zanja, durante los meses de Abril y Mayo, se establecieron 3 parcelas, cada parcela consta de 3 zanjas, en las cuales se ubicaron 30 árboles con tratamiento y 30 árboles testigo, ubicados completamente al azar, a cada parcela corresponde una especies.

Las especies utilizadas fueron P. michoacana, P. oocarpa y P. pseudostrobus.

La edad aproximada de los árboles es de un año.

La dosis para cada árbol fué de 10 gramos y el sistema de plantación el de cepa común, con un espaciamiento de 2x2 metros.

6.10. PARAMETROS OBSERVADOS

Los parámetros observados fueron la sobrevivencia, diámetro y altura de los árboles para poder evaluar la función del agrojel.

SOBREVIVENCIA :

La evaluación de la sobrevivencia se realizó por conteo de los árboles vivos por parcela y especie, obteniendo así la existencia tanto en el tratamiento como en el testigo.

ALTURA Y DIAMETRO:

Para recabar los datos de diámetro se utilizó el Vernier, tomando la lectura aproximadamente a los 2 cm del suelo; para la altura se utilizó la cinta métrica, midiéndose desde el raz del suelo hasta el ápice más alto del árbol.

MONITOREO DE HUMEDAD :

El monitoreo de humedad se realizó en los dos sitios de plantación, utilizándose un aparato medidor de humedad ideado por el Dr. Bouyoucos, el cual consiste en medir la resistencia eléctrica de un bloque de yeso. El bloque se entierra en el suelo, experimentando pérdidas o ganancias de agua según los cambios en la tensión del agua en el suelo que la rodea; en este caso el bloque de yeso se ubicó en un árbol con tratamiento para conocer el porcentaje de humedad en el polimero (Aguilera, 1980).

6.11. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación de los datos se llevó a cabo por medio del experimento factorial completamente al azar, con un solo tratamiento y treinta repeticiones, se establecieron también 30 testigos. Se utilizó el análisis de Varianza para evaluar los resultados.

DATOS A EVALUAR :

- TERRENO - Plano
- Con pendiente
- ESPECIE - P. michoacana
- P. oocarpa
- P. pseudostrabus
- TRATAMIENTO - Agrogel
- Testigo (Ver fotos 1 - 12).

VII. RESULTADOS

7.1. EVALUACION DE SOBREVIVENCIA

TERRENO PLANO

ESPECIE	T R A T A M I E N T O			
	AGROGEL	%	TESTIGO	%
<u>P. pseudostrobus</u>	61	67.77	17	18.88
<u>P. michoacana</u>	04	04.44	08	08.88
<u>P. oocarpa</u>	02	02.22	03	03.33

(Ver gráfica No.1)

TERRENO CON CURVA DE NIVEL O PENDIENTE

ESPECIE	T R A T A M I E N T O			
	AGROGEL	%	TESTIGO	%
<u>P. pseudostrobus</u>	16	17.77	13	14.44
<u>P. michoacana</u>	14	15.55	02	02.22
<u>P. oocarpa</u>	31	34.44	11	12.22

(Ver gráfica No.2).

El resultado que obtuvimos en cuanto a la sobrevivencia fué muy bueno, aunque la variación que se dió en los porcentajes es debido a la intensidad de respuesta de cada una de las especies, ya que su desarrollo en las primeras etapas es distinto entre ellas, por ejemplo, hubo diferencias de sobrevivencia entre los dos terrenos; en el terreno plano la respuesta más favorable la obtuvimos en P. pseudostrabus, lo mismo que en terreno de curva de nivel; y comparando entre los dos tipos de terreno la mayor sobrevivencia se obtuvo en las plantaciones con curva de nivel ó con pendiente.

7.2. EVALUACION DE HUMEDAD

TABLA GENERAL DE % DE HUMEDAD EN PROMEDIOS

	1990	1991	1992
Enero	87.0	90.0	55.0
Febrero	71.6	76.0	78.3
Marzo	66.6	73.2	73.3
Abril	63.3	65.5	70.0
Mayo	77.6	53.0	72.0
Junio	70.3	72.2	69.6
Julio	97.3	90.7	97.3
Agosto	98.0	100.0	98.0
Septiembre	97.3	97.5	97.3
Octubre	95.0	97.5	92.5
Noviembre	89.3	98.7	90.0
Diciembre	91.3	98.7	92.0

(Ver gráfica No. 3)

PROMEDIO DE HUMEDAD POR AÑO

AÑO	PORCENTAJE
1990 - - - - -	83.71
1991 - - - - -	84.41
1992 - - - - -	78.77

(Ver gráfica No.4)

TABLA DE HUMEDAD EN PROMEDIOS DE TODOS LOS TRATAMIENTOS
(AGROGEL Y TESTIGO)

		E N E	F E B	M A R	A B R	M A Y	J U N	J U L	A G O	S E P	O C T	N O V	D I C
TESTIGO	\bar{X}	33	44	23	0	44	41	97	99	99	86	42	26
AGROGEL	\bar{X}	93	84	81	74	64	70	93	100	99	97	95	96

(Ver gráfica No.5).

7.3. EVALUACION DIAMETRO Y ALTURA

EVALUACION TERRENO PLANO Y CURVA DE NIVEL

VARIABLE ALTURA :

Inicial $\bar{X} = 32$ cm

Terminal $\bar{X} = 36.45$ cm

En esta variable la diferencia de altura de los árboles en los dos tipos de terreno es significativa, ya que fue mayor en el terreno de curva de nivel con zanja y menor en el terreno plano; cabe mencionar que existe una diferencia en intensidad de respuesta en cada especie, es decir, el desarrollo de las especies es diferentes en los primeros meses de vida, pero cada una en su desarrollo presentó reacción positiva y aún más en el terreno de curva de nivel. Se promediaron todos los árboles de las tres especies.

TERRENO	MEDIA (\bar{X})	
Pendiente -----	38.20 cm	A*
Plano -----	34.99 cm	B

(Ver gráfica No. 6).

VARIABLE DIAMETRO :

Inicial $\bar{X} = 0.80$ cm

Terminal $\bar{X} = 0.88$ cm

En esta variable la diferencia entre los diámetros no es significativa, aunque hay una pequeña diferencia entre los datos, no se puede decir que fue mejor en terreno plano que en curva de nivel con zanja; también aquí existió una intensidad de respuesta diferente de acuerdo a la especie.

TERRENO	MEDIDA	
Pendiente-----	0.94 cm	A
Plano -----	0.81 cm	A

(Ver gráfica No.7).

EVALUACION ENTRE LAS DIFERENTES ESPECIES UTILIZADAS

VARIABLE ALTURA:

Esta variable fue significativa entre las diferentes especies, principalmente entre las especies de P. pseudostrobus y P. michoacana, la que tuvo menor grados de significancia fue P. oocarpa; es decir, cada una de las especies tuvo diferencias en intensidad de respuesta ya que influyeron las características propias de cada especie, principalmente en P. michoacana, ya que la planta joven es de pequeña altura y la otra es más esbelta y más alta.

ESPECIE	MEDIA (\bar{X})	
<u>P. pseudostrobus</u> -----	50.13 cm	A
<u>P. oocarpa</u> -----	36.44 cm	B
<u>P. michoacana</u> -----	17.85 cm	C

(Ver gráfica No. 8)

VARIABLE DIAMETRO:

En esta variable la más significativa fue la especie P. pseudostrobus, donde no existió significancia fué entre las especies P. michoacana, P. oocarpa ; aunque en esta variable influyeron las características propias de cada especie, ya que los P. michoacana juvenes tienen un diámetro mayor que otras especies. Aquí también hubo diferencia en intensidad de respuesta, es decir, que cada especie respondió de acuerdo a sus características de modo particular.

ESPECIE	MEDIA (\bar{X})	
<u>P. pseudostrobus</u> -----	1.39 cm	A
<u>P. michoacana</u> -----	0.85 cm	A B
<u>P. oocarpa</u> -----	0.64 cm	B

(Ver gráfica No. 9)

EVALUACION ENTRE TRATAMIENTO Y TESTIGO

VARIABLE ALTURA :

En esta evaluación se nota que la altura fué mayor en los árboles plantados con agrogel que en los plantados sin el producto. Existe significancia entre estos.

TRATAMIENTO	MEDIA	
Agrogel -----	38.68 cm	A
testigo -----	33.66 cm	B

(Ver gráfica No. 10)

VARIABLE DIAMETRO :

En este dato evaluado no existió significancia, aunque hubo diferencia de algunos milímetros, al aplicar el análisis estadístico no existen diferencias en el diámetro entre los plantados con agrogel como en los testigos.

TRATAMIENTO	MEDIA	
Agrogel -----	1.00 cm	A
Testigo -----	0.73 cm	A

(Ver gráfica No.11)

EVALUACION TERRENO POR ESPECIE

VARIABLE DIAMETRO:

En esta evaluación de la variable diámetro se demostró que no existe significancia, es decir, que el diámetro de cada especie no se afecta o modifica estando tanto en terreno plano como en terreno con pendiente.

VARIABLE ALTURA:

Los resultados señalan que si existe significancia en la altura con relación a la especie y el terreno, es decir, que la mayor altura de las especies se logró en el terreno de curva de nivel.

EVALUACION TERRENO POR TRATAMIENTO

VARIABLE DIAMETRO:

En esta evaluación tampoco se obtuvo significancia, es decir, que el tratamiento, tanto en terreno plano como en curva de nivel no influye en el diámetro de los árboles.

VARIABLE ALTURA:

En esta variable si existió significancia en cuanto a la influencia del tratamiento por terreno, la mayor altura de los árboles con tratamiento se realizó en el terreno de curva de nivel, es decir, hubo menor intensidad de respuesta en terreno plano y mayor intensidad de respuesta en terreno con pendiente.

EVALUACION ESPECIE POR TRATAMIENTO

VARIABLE DIAMETRO:

No existió significancia en cuanto a la influencia del polimero en el diámetro de las especies, ya que fué estadísticamente igual en los dos tipos de terrenos. No hubo ningún tipo de intensidad de respuesta.

VARIABLE ALTURA:

En esta variable si existió significancia en cuanto a la influencia del polimero en cada especie, donde tuvo mayor influencia y por lo tanto mayor altura fue en los árboles de la especie *pseudostrobus*, con lo que se comprueba que hubo diferencia en intensidad de respuesta entre especies y la mayor fué en P. pseudostrobus.

TABLA DE SIGNIFICANCIA

	DIAMETRO	ALTURA
TERRENO - - - - -	0.5008 - - - - -	0.0197*
ESPECIE - - - - -	0.0145* - - - - -	0.0001*
TRATAMIENTO - - - - -	0.1822 - - - - -	0.0003*
TERRENO*ESPECIE - - - - -	0.8125 - - - - -	0.0001*
TERRENO*TRATAMIENTO - - - - -	0.6044 - - - - -	0.2014
ESPECIE*TRATAMIENTO - - - - -	0.4294 - - - - -	0.0051*

* SIGNIFICATIVO

La significancia se dá al 0.05 y 0.01 de error.

7.5. COSTOS DE CULTIVO TOTALES UTILIZANDO EL AGROGEL

COSTO POR ARBOL

Arbol - - - - -	\$ 0.80
(Costo de producción según la SARH)	
Agrogel (10 gramos) - - - - -	\$ 0.50
	<hr/>
	\$ 1.30

Multiplicando esta cantidad por el número de árboles utilizados en todas las parcelas con tratamiento (360 árboles) nos dá la cantidad de N\$ 468.00 , que corresponden \$ 78.00 a las parcelas con 60 árboles establecidas.

Tomando en cuenta que los gastos para transportar agua son algo elevados, se puede decir que el agrogel abarata estos costos, además de que los árboles plantados con agrogel no sufren el shock ó stress de la plantación; éste producto permite el cumplir los intervalos de riegos y las necesidades de agua son menores.

En las plantaciones de pinos se aplicaron 8 litros de agua al tratamiento logrando subir la humedad al 70%, mientras que al testigo fué necesario aplicar 60 litros para obtener el mismo porcentaje, este riego se realizó en el mes de Mayo, ya que es el mes que registró el mayor grado de evapotranspiración.

VIII. DISCUSION

La utilización del polímero retenedor de humedad en plantaciones forestales tuvo como objetivo fundamental el tratar de encontrar un método práctico a la vez que efectivo para realizar plantaciones fuera de la época de lluvia, ésto con la finalidad de poder lograr sembrar árboles en cualquier mes del año, ya que debido a la escases de agua durante la mayor parte de este, se hizo necesario el tratar de experimentar con algunos productos que ofrecían posibilidades exitosas de retención de humedad, entre estos productos el Polímero Agrogel P4 reunía todas las características deseadas para su establecimiento en campo y sobre todo en su funcionalidad respecto a la planta.

Los resultados nos proporcionan datos favorables en su eficiencia, ya que tanto la sobrevivencia como el desarrollo de los árboles fué mayor al testigo.

Otro de los puntos tratados en los objetivos fué establecer que mes del año es el más apropiado para realizar plantaciones con el polímero, siendo este en mayo, un mes antes del inicio del período de lluvias, lo que nos proporciona un rango mayor de tiempo para poder realizar este tipo de actividades en campo.

Un problema al que se enfrentó durante todo el tiempo de la plantación fue el del ataque de hormigas, las cuales defoliaron a gran parte de la población de pinos sobre todo los nativos, como son P. michoacana y P. oocarpa, por tal causa hubo gran mortandad en las plantaciones en terreno plano, lugar donde se localizaron los hormigueros, aún cuando la reserva de agua en el polímero tenía buen porcentaje de almacenamiento.

IX. CONCLUSIONES

1.- Los resultados de campo y análisis de varianza demuestran que la aplicación del Agrogel P4 (polímero poliacrilamida) tiene una respuesta favorable en los árboles, en lo que se refiere a sobrevivencia.

2.- El polímero actúa en los árboles ayudándoles a mantener un crecimiento constante, que se verifica principalmente en la altura.

3.- Con el monitoreo de humedad se comprobó que durante todo el año la cantidad de agua almacenada en el polímero se mantuvo más o menos constante entre un 50 y 100%, mientras que en los testigos hubo varios meses en que la humedad llegó al 0%.

4.- Con la utilización del polímero, durante la época de estiaje, se pudieron ahorrar grandes cantidades de agua, ya que con solo ocho litros, se pudo elevar la humedad 70%, mientras que en los testigos fueron necesarios sesenta litros más de agua para subirlo al 60% sobre todo en el mes más seco que fué mayo.

5.- El ataque de las hormigas en las parcelas influyeron en los resultados, principalmente en los de sobrevivencia, ya que hubo gran cantidad de árboles defoliados, lo que trajo como consecuencia la muerte del árbol, sobre todo de las especies nativas que son P. michoacana y P. oocarpa aunque el polímero estaba con buena provisión de humedad.

6.- La especie más adecuada para realizar plantaciones en épocas de estiaje resultó ser Pinus pseudostrobus en cuanto a sobrevivencia y altura; Pinus michoacana y Pinus oocarpa que son especies nativas del Bosque-Escuela resultaron ser las más defoliadas y por lo tanto hubo menor sobrevivencia.

7.- El mes más adecuado para realizar plantaciones antes de la época de lluvia fué el mes de Mayo, la mayoría de los árboles plantados en este mes respondieron favorablemente principalmente los establecidos con agrogel.

X. BIBLIOGRAFIA

- Abud, G., 1987. Aspectos ecológicos y taxonómicos de Insectos (Orden Lepidoptera e Hymenoptera) en el Bosque-Escuela de la Serranía de la Primavera, Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara.
- Aguilera C., A. y Martínez E., R. 1980. Relaciones agua suelo planta atmósfera. Segunda Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Anónimo. 1984. Sinopsis de los resultados obtenidos con poliaqua, realizados por el Elmbridge Borough Council. Elmbridge, Inglaterra.
- Anónimo. 1987. What about of those new soil polymer ? . Artículo del Sunset Magazine, April 1987. U.S.A.
- Anónimo. 1988. Synopsis of results with Agrogel P-4 (poliaqua) on orange in Spain 1985. Valencia, España.
- Anónimo. 1988. Sumario No. 11. IMPA, CNIA. Mayo- Agosto. Mexico.
- Anónimo. 1990. East Bay Municipal Utility District planting experiments using Agrogel P-4. U.S.A.
- Anónimo. 1990. Polymer crystals are driving field crops to drink. U.S.A.
- Anónimo. 1991. Reporte de campo de los experimentos realizados con el polímero Agrogel P-4 por el Ingenio de Tamazula S.A., Jalisco, México.
- Avila H., J., (s.f.). Ecología y silvicultura. Editorial Científico-Técnica. México.

- Bidwell, R.G.S., 1979. Fisiología vegetal. Editorial AGT editor.
- Crespo, M., 1991. Posibilidades del uso de polímeros sintéticos como conservadores de la humedad del suelo en reforestaciones con Pinus halapensis. Departamento Bosque-Escuela. Instituto de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara.
- Curiel B., A., 1988. Plan de manejo Bosque La Primavera. Facultad de Agronomía y DICSA, Universidad de Guadalajara.
- Dirección General de Investigación Forestal, SARH, 1978. Plantaciones Forestales, I Reunion Nacional, Memorias, México.
- Dirección General de Investigación Forestal, SARH, 1981. Plantaciones Forestales, II Reunión Nacional, Memorias, México.
- Dirección General de Investigación Forestal, SARH, 1981. Plantaciones Forestales, III Reunión Nacional, Memorias, México.
- Estrada G., M.G., 1986. Investigaciones del suelo para evaluación de sitios mediante factores abióticos en el Bosque-Escuela, Tesis Profesional, Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
- FAO, 1981. Proyecto de evaluación de los recursos tropicales. Los recursos forestales de la América tropical. Roma.
- Gallegos R., A., 1988. Estudio preliminar para determinar la densidad de plantación "Metodo Nelder" con Pinus michoacana en el Bosque-Escuela, Tesis Profesional, Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.

- Gallegos R., A., 1991. Proyecto : Establecimiento de plantaciones forestales en época de estiaje con aplicación de un retenedor de humedad en el Bosque-Escuela, DICSA, Mexico.
- Hernández C.,A.; Ramirez G., J.,1992. Utilización de un polimero retenedor de humedad en el cultivo del maiz (Zea maiz), Tesis Profesional, Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
- IMCYP. 1991. Folleto Informativo del Bosque-Escuela. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.
- Kramer, P.J., 1974. Relaciones hidricas de suelos y plantas. Editorial Eudufex. México.
- Mastache M., A. y Arteaga M., B., 1988. Tratamiento al suelo para estimular la regeneración de Pinus patula SCHL. et CHAM. Sobreiro de Agrociencia No. 72, Mexico.
- Osorio A., G., y Chavez C., M., 1991. La poliacrilamida y soluciones salinas en la retención de agua y fuerza de encostramiento del suelo. CECH-CIFAPSON. Hermosillo, Sonora, México.
- Pendleton, J.W., 1979. Maize, technical monograph. CIBA-GEIGY Agrochemical. Basle, Switzerland.
- Pohris, H., 1985. Principios para la forestación y manejo de los rodales de pino en el proyecto Bosque-escuela, Inédito, Mexico.
- Richter, G. 1972. Fisiología del metabolismo de las plantas. Editorial CECSA. Mexico.

- Rojas, G.M., 1979. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Editorial Mac Graw Hill. México.
- Thompson, L.M. 1985. Los suelos y su fertilidad. Cuarta Edición. Editorial Reverte.
- Villavicencio G., R.F., 1992. Implantación de sitios permanentes de investigación, medio indispensable para la ordenación ecológica forestal del Bosque-escuela. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara.
- Winter, E.J., 1977. El agua, el suelo y la planta. Editorial Diana. México.
- Zesapi, V.P., 1990. Uso de poliacrilamida para aumentar la eficiencia de las técnicas de captación del agua de lluvia. Reporte de Trabajo. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México.
- Zobel, B., Talbert, J., 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa. México.

APENDICE

CUADRO 1. ESTUDIO DE USO CONSULTIVO EN EL BOSQUE-ESCUELA

METODO DE THORTHWITE.

Se basa en la utilización de la temperatura y la latitud del lugar, su ecuación es la siguiente :

$$UCP = 1.6 \frac{(10 T)^a}{I}$$

DONDE :

UCP = Es el uso consultivo potencial no ajustado expresados en centímetros para meses de 30 días y 12 horas luz.

1.6 = Coeficiente numérico adimensional

10 = Coeficiente numérico adimensional

T = Temperatura media mensual expresada en grados centígrados

I = Es el índice de eficiencia anual de calor o temperatura

a = Constante que depende de la localidad y que a su vez es función de I.

CUADRO 2. CALCULO DE LA LAMINA DE RIEGO

DATOS :

Lámina almacenada	= ?
Contenido de humedad	= 5%
PMP	= 8.5%
Densidad aparente	= 1.32 gr/cm
Profundidad	= 40 cm

$$\text{Lámina almacenada} = \frac{\text{Contenido de humedad}}{100} \times Da \times \text{Profundidad de raiz}$$
$$\text{Lámina almacenada} = 2.64 \text{ cm}$$

$$\text{Lámina de riego} = \frac{\text{Capacidad de campo} - \text{contenido de humedad}}{100} \times Da \times Pr$$
$$\text{Lámina de riego} = 6.42 \text{ cm}$$

Momento de riego = Capacidad de campo - 75% de la humedad aprovechable

$$\text{Lámina de riego} = \frac{\text{Capacidad de campo} - \text{Momento de riego}}{100} (1.32)(40)$$
$$\text{Lámina de riego} = 3.59 \text{ cm}$$

NOTA : Las constantes de humedad del suelo se sacaron tomando en cuenta la porosidad del suelo que es 34.3%.

CUADRO 3. CALENDARIO DE RIEGO Y CALCULO DEL INTERVALO DE RIEGO

CALENDARIO DE RIEGO

UC diarios.

Octubre	= 0.26 cm
Noviembre	= 0.16 cm
Diciembre	= 0.15 cm
Enero	= 0.14 cm
Febrero	= 0.15 cm
Marzo	= 0.21 cm
Abril	= 0.27 cm
Mayo	= 0.35 cm

CALCULO DEL INTERVALO DE RIEGO

- 1er Riego 26 de Octubre
- 2do Riego 15 de Noviembre
- 3er Riego 08 de Diciembre
- 4to Riego 02 de Enero
- 5to Riego 28 de Enero
- 6to Riego 21 de Febrero
- 7mo Riego 12 de Marzo
- 8vo Riego 30 de Marzo
- 9no Riego 14 de Abril
- 10mo Riego 28 de abril
- 11vo riego 09 de Mayo
- 12vo Riego 21 de Mayo

Todos los riegos van a ser con una lámina de riego de 3.59 cm.

VELOCIDAD DE ABSORCION DEL AGUA POR EL POLIMERO

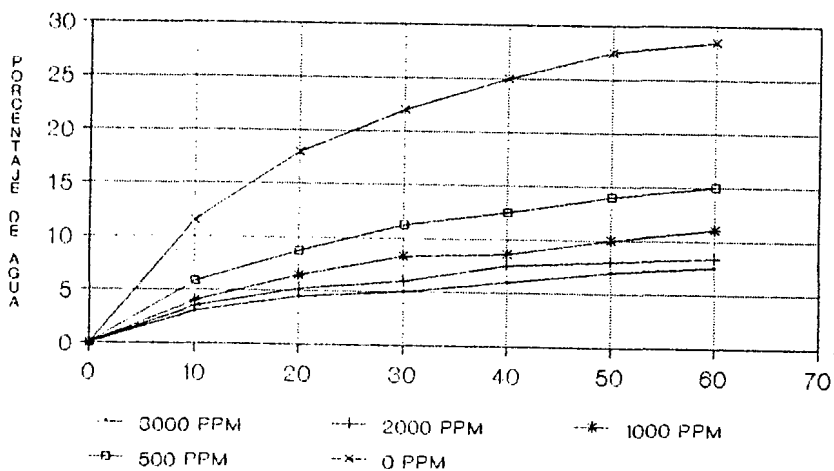
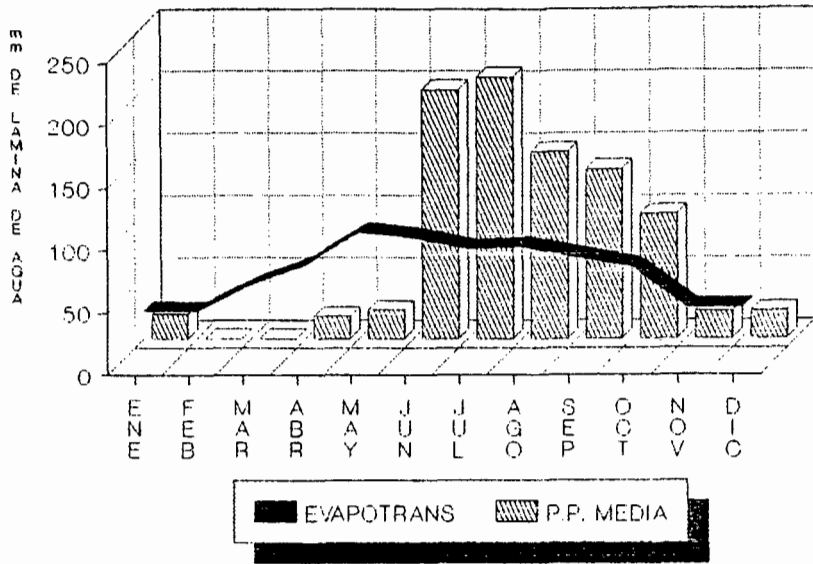
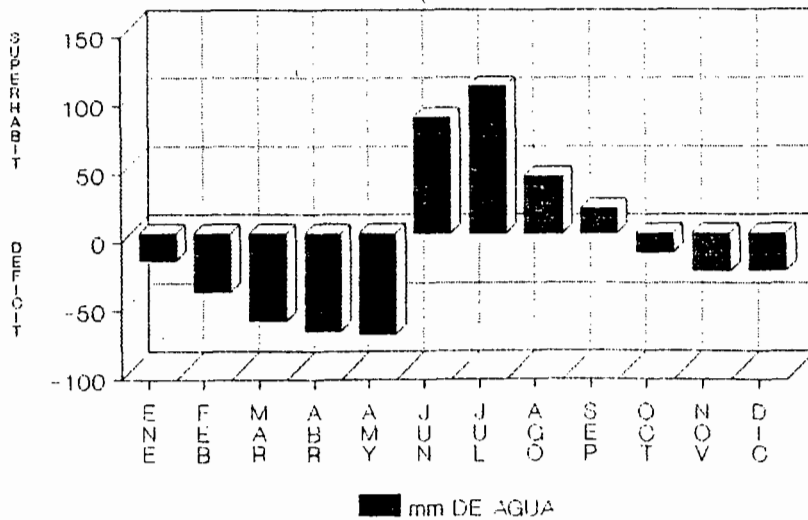


FIGURA No. 1

EVAPOTRANSPIRACION CALCULADA

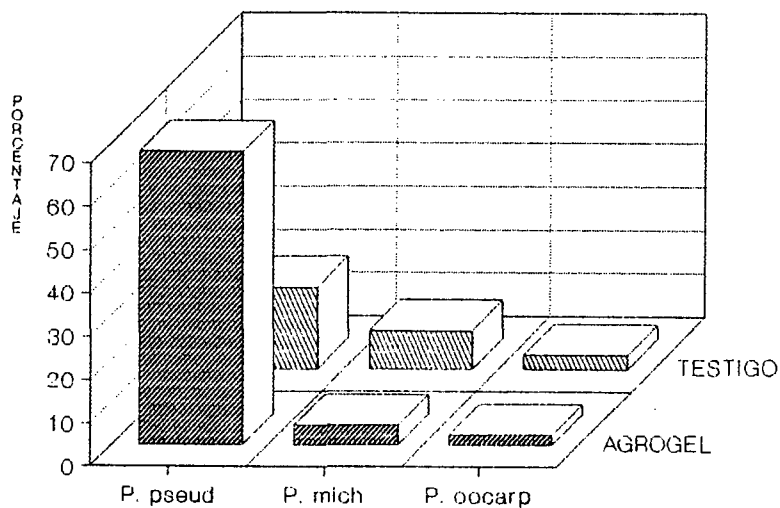


BALANCE HIDRICO CALCULADO



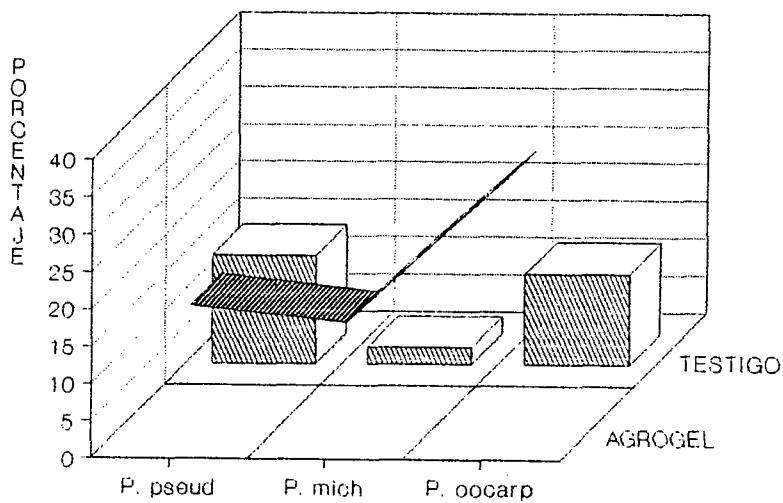
48
FIGURA No. 2

EVALUACION DE SOBREVIVENCIA TERRENO PLANO



GRAFICA No. 1

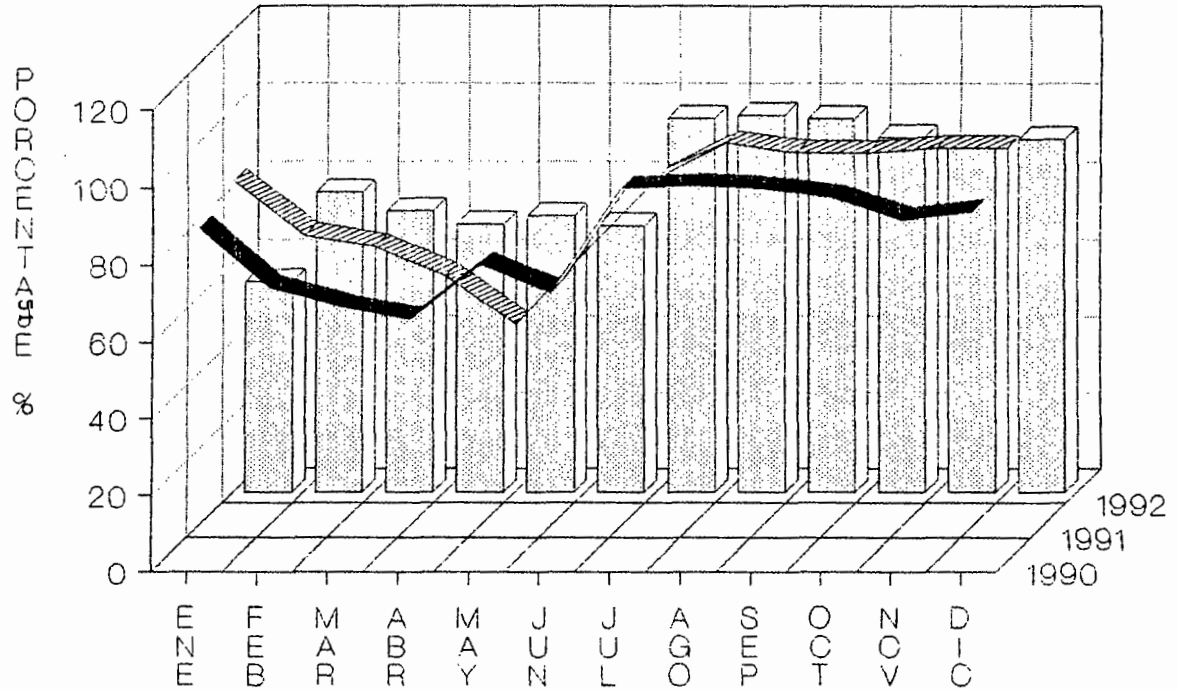
EVALUACION DE SOBREVIVENCIA TERRENO CURVA DE NIVEL



GRAFICA No. 2

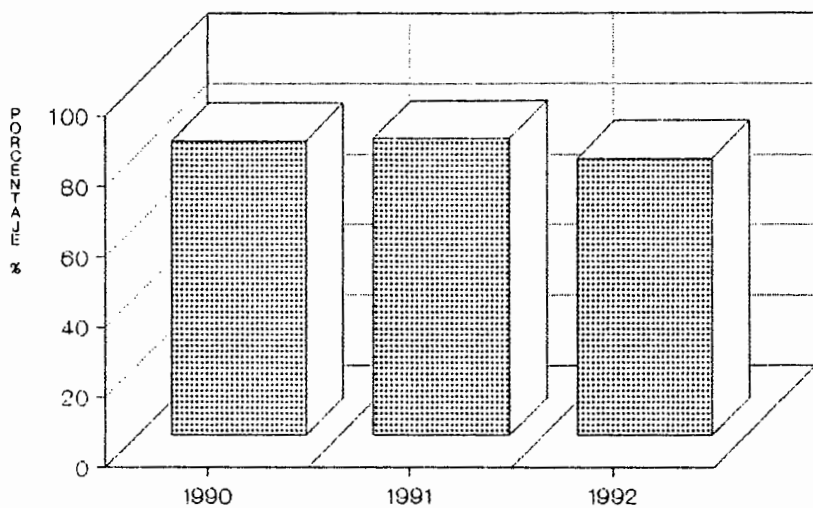
EVALUACION DE HUMEDAD

TABLA GENERAL DE % DE HUMEDAD



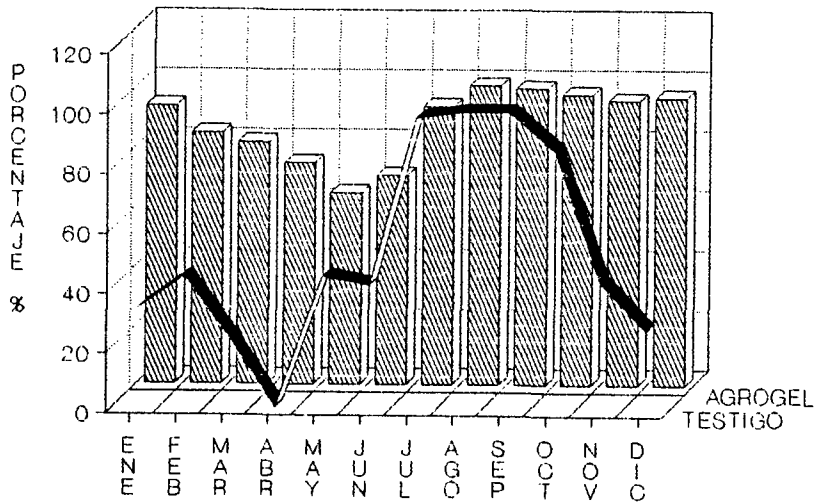
GRAFICA NO. 3

PROMEDIO DE HUMEDAD POR A&O DISTRITO "RANCHO NUEVO"



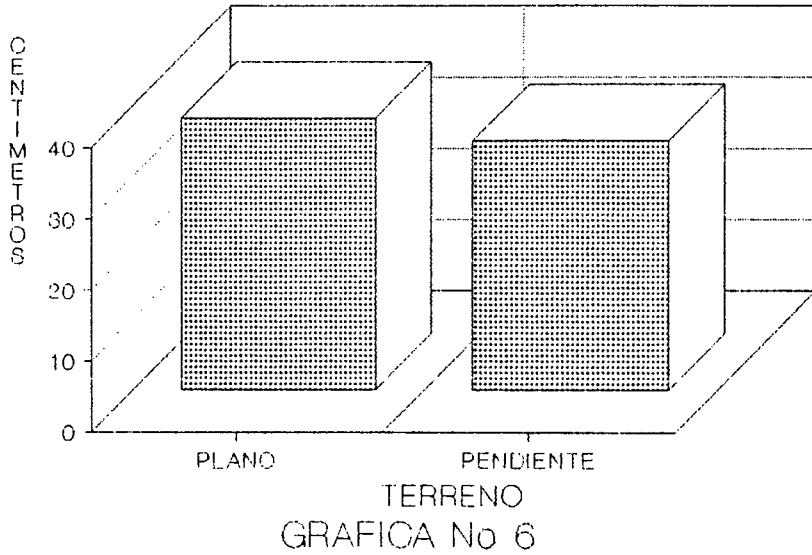
GRAFICA NO. 4

TABLA DE HUMEDAD EN PROMEDIOS TRATAMIENTO (AGROGEL Y TESTIGO)



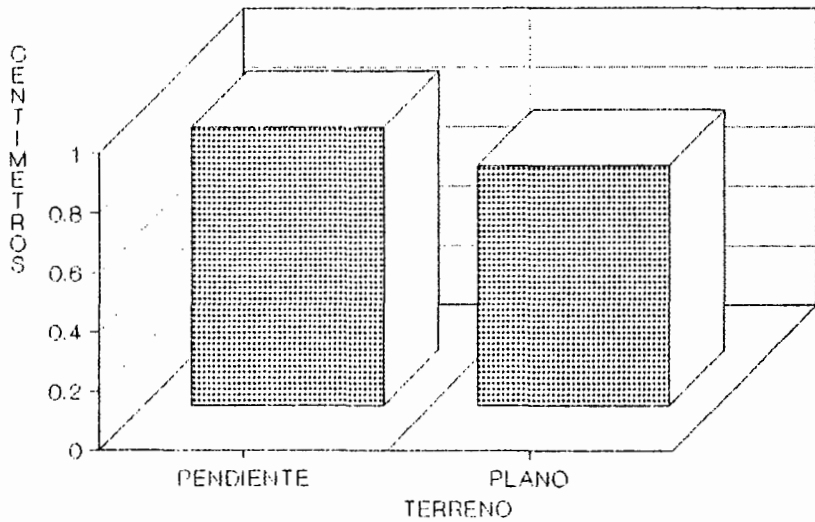
GRAFICA NO. 5

EVALUACION TERRENO PLANO Y PENDIENTE VARIABLE ALTURA



*grafica
3*

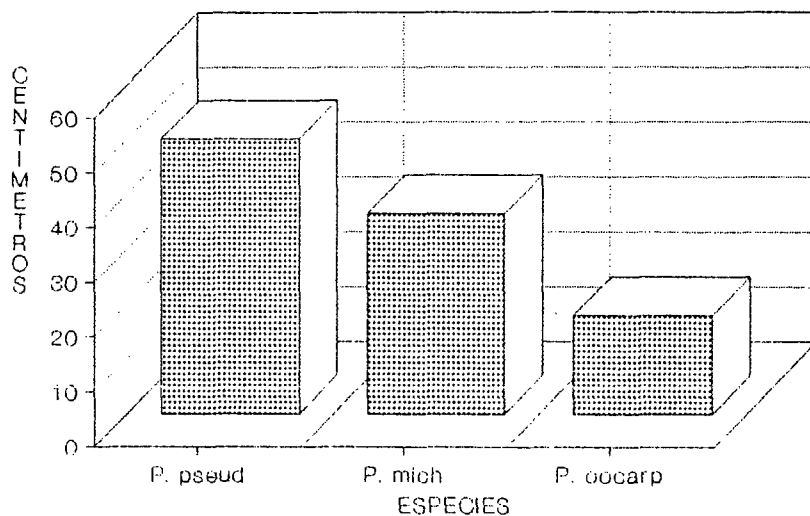
EVALUACION TERRENO PLANO Y PENDIENTE VARIABLE DIAMETRO



Gráfica
4

GRAFICA No. 7

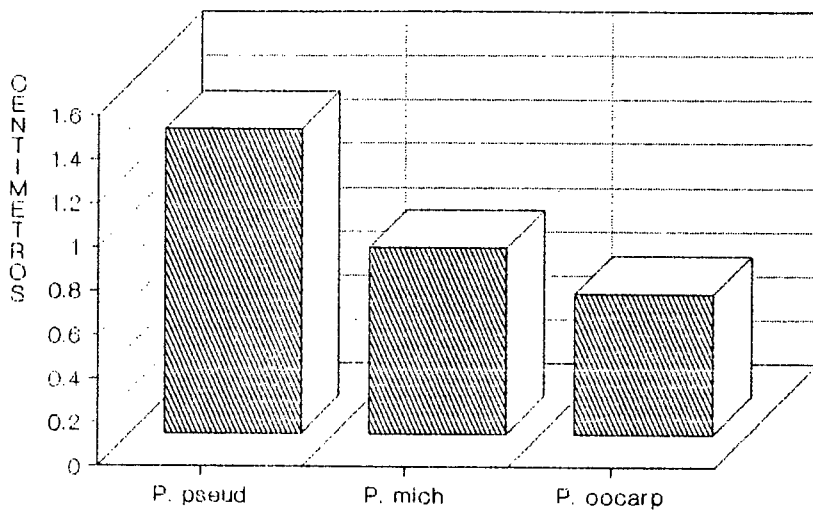
EVALUACION ENTRE ESPECIES UTILIZADAS VARIABLE ALTURA



Gráfica
5

GRAFICA No. 8

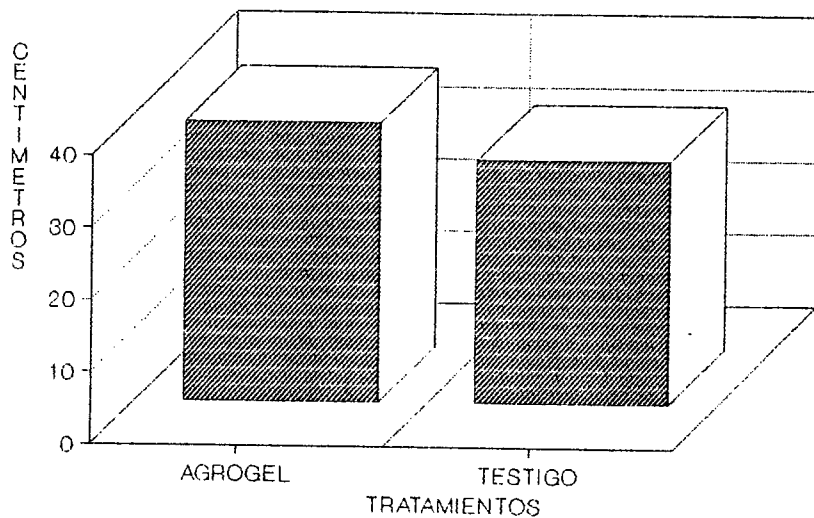
EVALUACION ENTRE ESPECIES UTILIZADAS VARIABLE DIAMETRO



grafica 6

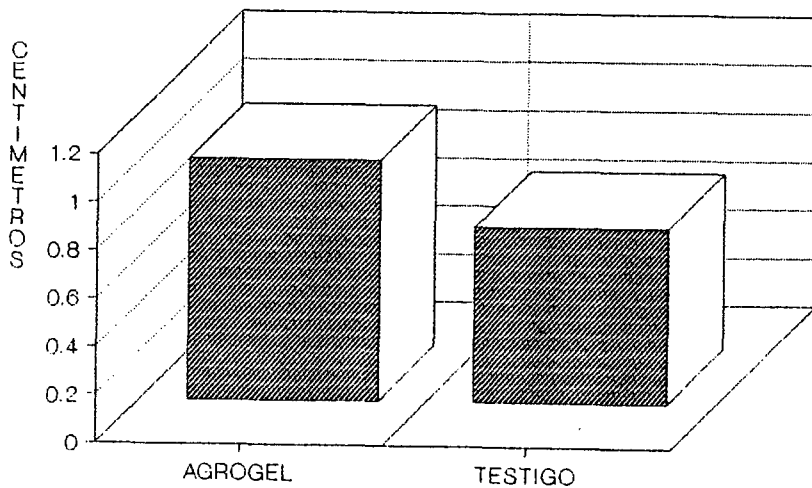
GRAFICA No. 9

EVALUACION ENTRE TRATAMIENTOS VARIABLE ALTURA



GRAFICA No. 10

EVALUACION ENTRE TRATAMIENTOS VARIABLE DIAMETRO



*Figura
No. 8*

TRATAMIENTOS
GRAFICA No. 11



FOTO 1. PREPARACION AGROGEL HIDRATADO



FOTO 2. PLANTA UTILIZADA



FOTO 3. APLICACION DEL AGROGEL



FOTO 4. VISTA DE LA PLANTACION
TERRENO PLANO



FOTO 5. ARBOL TRATAMIENTO AGROGEL



FOTO 6. MONITOREO DE HUMEDAD

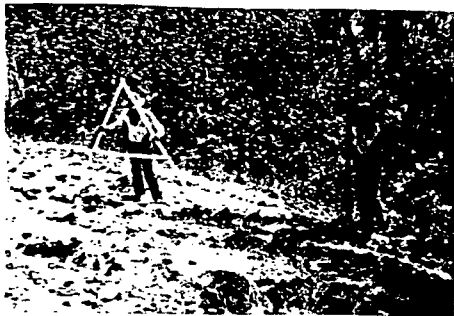


FOTO 7. PREPARACION DEL TERRENO
CURVA DE NIVEL



FOTO 8. VISTA DE LA PLANTACION
CURVA DE NIVEL

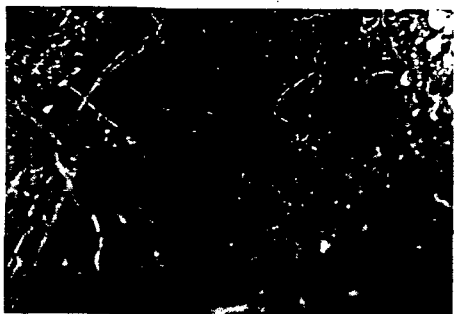


FOTO 9. INCORPORACION DEL AGROGEL
EN LA TIERRA



FOTO 10. AGROGEL HIDRATADO (UN ARD)

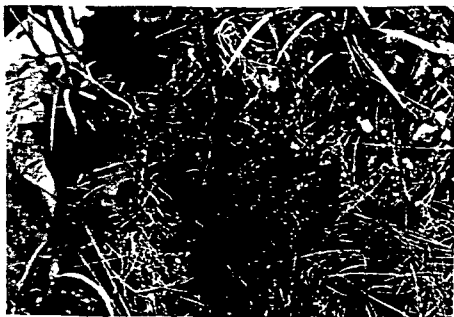


FOTO 11. AGROGEL EN RAIZ

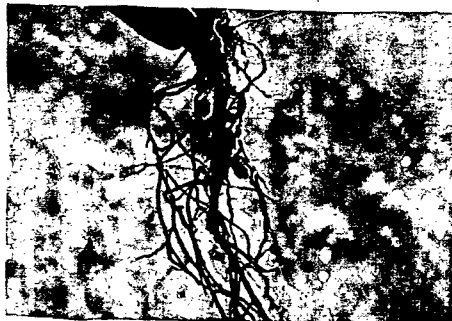
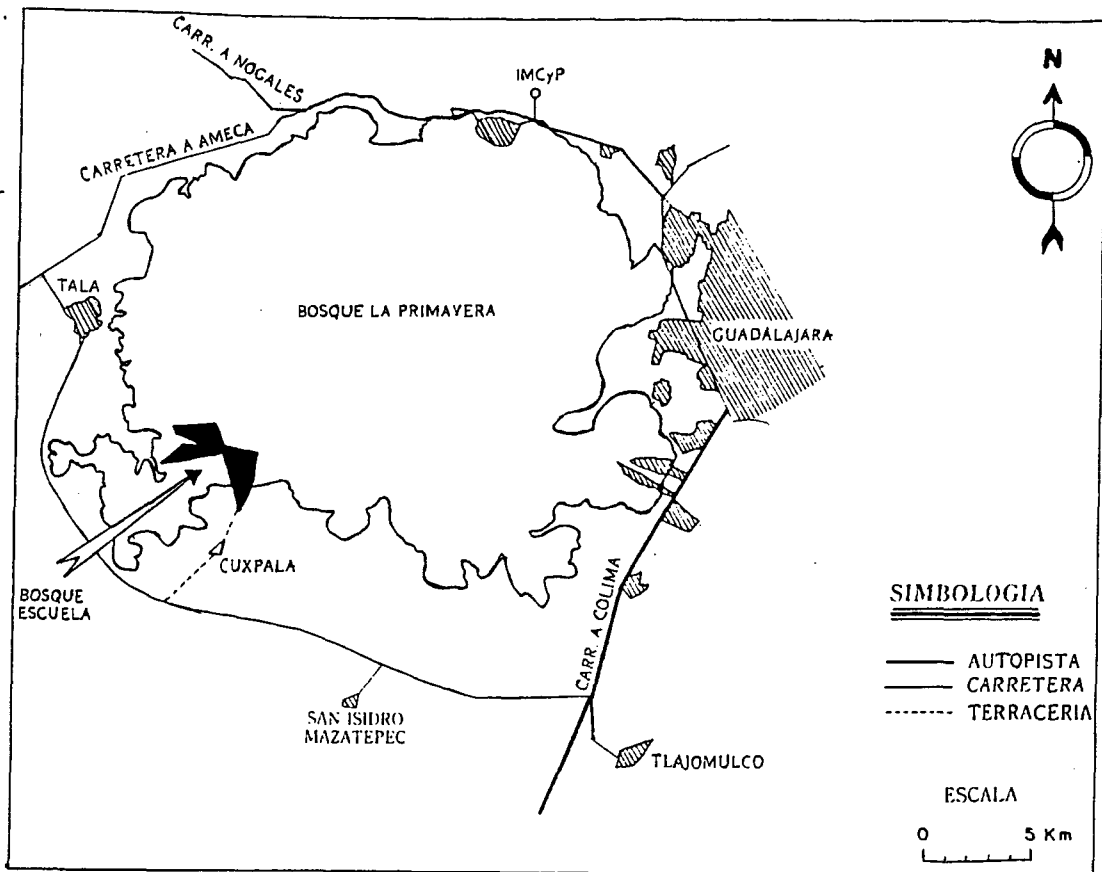


FOTO 12. VISTA DEL AGROGEL EN RAIZ



MAPA 1. UBICACION DEL BOSQUE-ESCUELA EN LA SERRANIA DEL BOSQUE "LA PRIMAVERA"










U de G

BOSQUE-ESCUELA

IMCyP

1992

CARTA DE DISTRITOS
Y SUB-DISTRITOS

	RANCHO NUEVO		LAS PARRAS
	EL TEPAME		EL TARAY
	EL CARRIZALILLO		LAS TOBAS
	LOS LIMONES		LIMITE DE DISTRITO
			LIMITE DE SUBDISTRITO

ESCALA

1: 15 000



MAPA 2. UBICACION DEL DISTRITO "RANCHO NUEVO"
EN EL BOSQUE ESCUELA.