

160  
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE SUSTRATOS, TRATAMIENTO  
PREGERMINATIVO Y FUNGICIDAS SOBRE LA  
EMERGENCIA DE PLANTULAS DE PALO DULCE  
(*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.)

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G A  
P R E S E N T A :  
ELBA LUZ SANTOS ARGUMEDO



DIRECTOR DE TESIS: ING. AGRONOMO FRANCISCO CAMACHO MORFIN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

26 3436



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Efecto de sustratos, tratamiento pregerminativo y fungicidas sobre la emergencia de plántulas de palo dulce (Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.)"

realizado por ELBA LUZ SANTOS ARGUMEDO

con número de cuenta 8139346-2 , pasante de la carrera de BIOLOGIA.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

ING. AGRMO. FRANCISCO CAMACHO MORFIN.

Propietario

M.C. NELLY DIEGO PEREZ.

Propietario

M.C. JAIME JIMENEZ RAMIREZ.

Suplente

M.C. ROSA MARIA FONSECA JUAREZ.

Suplente

ING. AGRMO GUADALUPE MORALES VIDAL.

Consejo Departamental de Biología

*Edna M. Suarez D.*

DRA. EDNA MA. SUAREZ DIAZ

DIRECCIÓN DE  
BIOLOGÍA

## DEDICO ESTA TESIS

A mis padres José Trinidad y Ma. del Socorro, por su amor y apoyo incondicional con el que siempre he contado y que sin ellos no estaría aquí, ni sería quien soy.

A mi esposo Martín, por su apoyo y todo el amor que me ha brindado siempre.

A mi hijo Sebastián, por su amor y por haberme dado primero el título de mamá.

A mis hermanos, Leopoldo, Arturo, Elizabeth y Yannet.

## AGRADECIMIENTOS

Al INIFAP por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Mi más sincero agradecimiento al Ing. Agrmo. Francisco Camacho Morfín por todo el apoyo, asesoría y sobre todo la paciencia para la realización del presente trabajo.

A los M. en C. Nelly Diego Pérez, Jaime Jiménez Ramírez, Rosa Ma. Fonseca Juárez y a la Ing. Agrmo. Guadalupe Morales Vidal, por sus valiosas aportaciones y sugerencias para mejorar el presente trabajo.

Al M. en C. Martín Mata Rosas, por el apoyo, asesoramiento y sugerencias para la elaboración del trabajo.

A la Dirección de Sistemas Locales de Salud (SILOS, SSA) a cargo del Dr. Javier Santacruz Várela, por todo el apoyo para el aprendizaje en el área de computo y al Dr. Enrique Gómez Bernal, por la asesoría en el mismo tema.

A la Dirección de Apoyo a la Descentralización (SSA) a cargo del Dr. Jorge Nicolás Cisneros, por las facilidades para la elaboración del trabajo escrito y al Dr. Tlatoani Real Mata, por el asesoramiento para el diseño gráfico.

Y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron con ideas y sugerencias para que se realizara este trabajo.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCION</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
DESCRIPCION DE LA ESPECIE .....	3
DISTRIBUCION Y HABITAT .....	4
USOS .....	4
PROPAGACION .....	5
AHOGAMIENTO .....	7
CONDICIONES QUE FAVORECEN EL AHOGAMIENTO .....	10
TIPOS DE PREVENCIÓN .....	11
GENERALIDADES DEL CONTROL DE LA ENFERMEDAD .....	11
TRATAMIENTOS SANITARIOS A LA SEMILLAS .....	12
TRABAJOS CON OTRAS ESPECIES SOBRE LA APLICACION DE FUNGICIDA PARA EL CONTROL DEL AHOGAMIENTO .....	14
TRATAMIENTO DE PRESIEMBRA PARA EL SUELO .....	16
CONTROL AMBIENTAL PARA REDUCIR EL AHOGAMIENTO .....	18
CONTROL DEL AHOGAMIENTO CUANDO YA SE HA MANI- FESTADO .....	20
<b>OBJETIVOS</b> .....	21
<b>METODOLOGIA</b> .....	22
EXP. 1. Efecto del remojo con secado y del pericarpio sobre la germinación de <i>Eysenhardtia polystachya</i> en laboratorio ....	22
EXP. 2. Emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el número de diásporas por celda, aplicación de fungicida, remojo y secado. Siembras en multiceldas en invernadero .....	24
EXP. 3. Emergencia de <i>E. polystachya</i> en dos tipos de arena y uno de turba. Siembra en macetas en invernadero .....	26
EXP. 4. Emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el empleo de tierra negra, tierra negra cubierta con gravilla, gravilla y arena de río; aplicación de fungicida (captan) y el tratamiento de remojo y secado de las diásporas en macetas en invernadero .....	27
<b>ANALISIS DE DATOS</b> .....	30
<b>RESULTADOS</b> .....	36
EXP. 1. Efecto del remojo con secado y del pericarpio sobre la germinación de <i>Eysenhardtia polystachya</i> en laboratorio ....	36
EXP. 2. Emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el número de diásporas por celda, aplicación de fungicida, remojo y secado. Siembras en multiceldas en invernadero .....	39
EXP. 3. Emergencia de <i>E. polystachya</i> en dos tipos de arena y uno de turba. Siembra en macetas en invernadero .....	45

EXP. 4. Emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el empleo de tierra negra, tierra negra cubierta con gravilla, gravilla y arena de río; aplicación de fungicida (captan) y el tratamiento de remojo y secado de las diásporas en macetas en invernadero .....	48
<b>DISCUSION</b> .....	55
<b>CONCLUSIONES</b> .....	58
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	60

## INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

FIG. 1 Algunas estructuras de <i>Eysenhardtia polystachya</i> (palo dulce) .....	3
FIG. 2 Algunos tratamientos aplicados a las diásporas de <i>E. polystachya</i> .....	23
FIG. 3 Charola multiceldas utilizada en el experimento .....	24
FIG. 4 Representación gráfica de los índices germinativos .....	31
FIG. 5 Germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> con diferentes variables .....	37
FIG. 6 Efecto en la germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> con diferentes tratamientos .....	37
FIG. 7 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de grupos de una diáspora de <i>E. polystachya</i> sin y con remojo .....	39
FIG. 8 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de grupos de tres diásporas de <i>E. polystachya</i> sin y con remojo .....	40
FIG. 9 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de grupos de cinco diásporas de <i>E. polystachya</i> sin y con remojo .....	41
FIG. 10 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de los diferentes grupos de diásporas de <i>E. polystachya</i> sin remojo .....	42
FIG. 11 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de los diferentes grupos de diásporas de <i>E. polystachya</i> con remojo .....	42
FIG. 12 Efecto de seis diferentes sustratos sobre la germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> .....	45
FIG. 13 Efecto de 6 diferentes sustratos sobre la germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> con máximos y mínimos .....	46
FIG. 14 Germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> en diferentes sustratos y con 4 variantes .....	48
FIG. 15 Germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> en diferentes sustratos y con 4 variantes .....	49
FIG. 16 Germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> en diferentes sustratos .....	50
FIG. 17 Germinación de diásporas de <i>E. polystachya</i> en diferentes sustratos .....	51
 CUADRO 1 Tratamientos aplicados a diásporas de <i>E. polystachya</i> ..	 23
CUADRO 2 Análisis de los sustratos arena de río y tierra de monte usados para la siembra de <i>E. polystachya</i> .....	28
CUADRO 3 Análisis de los resultados en laboratorio de <i>E. polystachya</i> .....	38
CUADRO 4 Emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el número de diásporas por celda, aplicación de fungicida y remojo por 48 h seguido por un día de secado, siembras en multiceldas .....	44

<b>CUADRO 5</b> Emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el tamaño de partículas del sustrato empleado .....	47
<b>CUADRO 6</b> Probabilidad de obtener un valor de F mayor o igual al observado, en la emergencia de <i>E. polystachya</i> en relación con el sustrato, la aplicación de remojo y de fungicida .....	52
<b>CUADRO 7</b> Calidad de germinación en <i>E. polystachya</i> en relación a la aplicación de remojo 48 h y secado previo a la siembra .....	53
<b>CUADRO 8</b> Calidad de germinación de <i>E. polystachya</i> en relación con el sustrato y la aplicación de fungicida (Captan) ...	53
<b>CUADRO 9</b> Velocidad de germinación en <i>E. polystachya</i> en relación con el fungicida (Captan) .....	54
<b>CUADRO 10</b> Incidencia de estrangulamiento en <i>E. polystachya</i> con relación al sustrato .....	54

## RESUMEN

*Eysenhardtia polystachya* (palo dulce) es una planta poco estudiada, por lo que el presente trabajo tuvo el fin de establecer algunas prácticas de cultivo en ambiente controlado y en vivero para mejorar la emergencia de esta planta debido a sus problemas de germinación.

Se realizaron cuatro diferentes experimentos, por un lado se buscó un sustrato adecuado para la germinación de las semillas de palo dulce y por el otro se probaron fungicidas como el Captan y Sulfato de cobre tribásico, para controlar la infección por hongos que presentan las semillas y plántulas del palo dulce.

De los datos obtenidos del presente trabajo, se encontró que en laboratorio al sembrar las semillas y diásporas en cajas petri sobre papel filtro, tenían una capacidad germinativa de entre 94 y 97% cuando se les quitaba el pericarpio, con éste se obtuvo de 54 a 59% de germinación. Se encontró una baja emergencia (menor al 30%) en siembras realizadas en arena volcánica fina, sustratos más gruesos mejoraron la emergencia, la cual se obtuvo incluso en gravillas con partículas de 0.5 a 1 cm de diámetro. A pesar que los mayores porcentajes de germinación se presentaron con la gravilla, el tiempo de germinación fue mayor (20 días promedio), mientras que en los otros sustratos fue de 12 a 14 días. En la turba el porcentaje de germinación no paso del 30%, y causo una deformación de las raíces de las plántulas. Se encontró que al cubrir las semillas con gravilla se incrementó la velocidad de emergencia. No se encontró diferencia significativa en el porcentaje de germinación al aplicar los fungicidas (Captan y Sulfato de cobre tribásico) por lo que su aplicación no es necesaria en las concentraciones usadas. Se encontró que en suelo es necesario aplicar un tratamiento de remojo por 48 h seguido por un día de secado para mejorar la emergencia de las semillas.

## INTRODUCCION

El palo dulce ( *Eysenhardtia polystachya* ) es una Leguminosae Lotoidea originaria del norte y centro de México, que crece en climas secos y subhúmedos, sobre todo en sitios donde se ha perturbado la vegetación.

Este arbusto caducifolio, es un elemento importante para el rescate ecológico de áreas erosionadas y áridas, forma densos matorrales que fijan nitrógeno, aportan hojarasca y producen forraje para ganado mayor y menor. Además, es directamente útil al hombre como planta medicinal (té diurético) y por su madera, que se emplea para fabricar cercas, mangos de herramientas, arados y leña (Browner, 1985; Ferrara y Villerías, 1984; Niembro, 1986).

No obstante lo anterior, se trata de una planta poco estudiada, y se desconoce la forma de optimizar la germinación de las semillas, con el fin de producir masivamente esta especie en vivero. El principal problema al parecer es la muerte de las plantas en las siembras, pues por lo general se ha encontrado una alta germinación en laboratorio.

El presente trabajo consta de una serie de experimentos de germinación secuenciados y tuvo el fin de establecer algunas prácticas de cultivo para mejorar la emergencia del palo dulce en siembras realizadas en suelo. El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Semillas Forestales del Campo Experimental Coyoacán, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, como parte de una línea de investigación acerca de opciones productivas para el rescate de áreas erosionadas.

## ANTECEDENTES

### DESCRIPCION DE LA ESPECIE

A *Eysenhardtia polystachya*, se le conoce popularmente como: Palo dulce, Vara dulce, Rosilla, Palo cuate o Varaduz (Niembro, 1986).

Es un árbol bajo o arbusto de 3 a 8 m de altura, con un tronco de 10 a 30 cm de diámetro, corteza delgada, fisurada, café-grisácea, con las ramitas canescentes, hojas imparipinadas de 3 a 10 cm de largo, pecíolo corto, de 21 a 51 folíolos oblongos u ovales de 3 a 20 mm de largo por 1.5 a 5 mm de ancho, con los ápices redondeados, el margen entero y la base redondeada, glabros; flores blancas, olorosas, melíferas, agrupadas en racimos apretados, de 4 a 15 cm de longitud; el fruto es una legumbre de 10 a 15 mm de largo y de 3 a 5 mm de ancho, glabra colgante, aplanada e indehisciente, contiene generalmente una semilla; las semillas tienen de 4 a 5 mm de largo y son de color café-amarillentas, como la vaina que las contiene es indehisciente, forma parte de la diáspora o unidad de dispersión (Sánchez, 1978; Espinosa, 1979 y Whittier, 1919; Niembro, 1986).

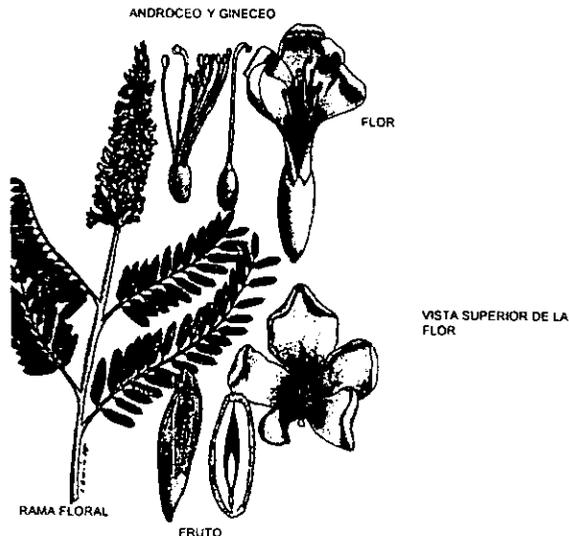


Fig. 1 Algunas estructuras de *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce). Ort. (Basado en Sánchez, 1978)

## DISTRIBUCION Y HABITAT

Esta planta se distribuye desde el sur de Arizona, Estados Unidos hasta Oaxaca, México (Espinosa, 1979), es abundante en climas cálidos y templados, sobre terrenos semiáridos y calizos (Martínez, 1981). En el Valle de México, se encuentra formando parte de matorrales xerófilos, es frecuente en la Sierra de Guadalupe, en el Pedregal de San Angel, Los Remedios, Xochitepec, Cerro de la Caldera, Cerro del Judío y Cañada de Contreras (Rzedowski, 1979). Por otra parte, también se le encuentra como especie secundaria de selva baja caducifolia (Susano, 1981 y Linares, 1992).

## USOS

El palo dulce cuenta con un alto potencial alimenticio como forraje, ya que es una especie altamente apetecida por el ganado bovino y caprino, aproximadamente es aprovechado en un 70% (Susano, 1981). El follaje seco puede usarse en la alimentación de ovinos sin problemas de toxicidad (Morfin et al. 1989).

El palo dulce se encuentra entre las plantas que se emplean como medicinales en la tradición mexicana, se vende en los mercados y es empleada como diurético. Tiene empleo medicinal tanto para los humanos como para los animales domésticos (Browner, 1985 y Martínez, 1981).

La madera de *E. polystachya* es dura y se puede utilizar para la elaboración de mazos o mangos para martillos, palos, picos, arados, tutores en agricultura y en trabajos ferroviarios como durmientes. Boyas, et al. (1989) informan que mediante un diagnóstico forestal en el estado de Morelos, encontró que el palo dulce es la especie con prioridad uno, su uso principal es para cercas y construcción de casas (los palos duran más de 20 años), tiene el tercer lugar de prioridad como fuente de leña, se importa de las partes cálidas del estado a las partes templadas (Linares, 1992).

## PROPAGACION

La propagación de esta planta se hace por reproducción sexual, a este respecto Camacho y Ramírez (1987) encontraron que la vaina indehisciente que cubre las semillas, inhibe la germinación por los compuestos solubles que contiene; este efecto se redujo al remojar las diásporas 24 h, secándolas antes de sembrarlas; eliminando estos compuestos la germinación fue mayor. Sin tratamiento se alcanzaron porcentajes de germinación alrededor de 70% en un promedio de 6 días, con el remojo el tiempo de germinación se reduce a un día. al quitar la cubierta todas las semillas germinaron en 3 días.

Foroughbakhck (1989) aplicó varios tratamientos a las diásporas del palo dulce, encontró que en condiciones de laboratorio a 30°C, la germinación sin tratamiento fue de 17%, mientras que escarificando las diásporas con lija se obtuvo hasta 48%. Con la aplicación de agua caliente o de ácido sulfúrico casi no hubo germinaciones.

González y Camacho (1992) encontraron que en siembras sobre papel filtro a 30°C obtenían porcentajes de germinación con valores alrededor del 77%; las diásporas sin tratamiento requirieron de 9 días para germinar, mientras que las diásporas a las que se les eliminó el pericarpio y las diásporas remojadas durante 24 y 96 h y secadas al sol por 24 h antes de sembrarlas, germinaron más rápido, pues requirieron de 4.97 a 6.5 días para germinar. Estos autores obtuvieron mejores resultados al sembrar diásporas remojadas y secadas que al sembrar material remojado que permanecía embebido.

En México es frecuente que las especies forestales germinen en almácigos y se trasplanten posteriormente a envases, Camacho (1992), encontró que el porcentaje de germinación en el palo dulce, se redujo conforme se incrementa la densidad de siembra, de un 10 a un 100% del suelo cubierto con las diásporas, menciona que remojando las diásporas un día y secándolas al siguiente, se

obtiene un estímulo significativo de la germinación. Este autor efectuó siembras en macetas cilíndricas, llenas de tierra de monte y con las semillas cubiertas con arena, obtuvo porcentajes de germinación hasta de un 80% con semillas remojadas 24 h y secadas.

Camacho (1992), observó que en siembras directas en envases llenados con tierra, la germinación no se redujo significativamente al sembrar de 1 a 5 diásporas sin tratamiento, en dicho trabajo se usaron semillas sin tratamiento y se obtuvieron porcentajes de emergencia menores al 25%; atribuye este bajo establecimiento a pérdidas provocadas al ahogamiento de las semillas y plántulas, causado por el ataque de hongos.

González, *et al.* (1992) en siembras realizadas en tierra de monte en invernadero, también obtuvieron bajos establecimientos; encontraron que cubrir las semillas con gravilla, mejoró el número de envases con plantas germinadas de palo dulce, lo mismo que la aplicación de remojo por 48 h seguido por secado, sin embargo no realizaron pruebas estadísticas para sustentar esta afirmación.

Un último e importante aspecto, es que para favorecer la fijación de nitrógeno y la asimilación de nutrientes, es conveniente la inoculación del palo dulce con bacterias del género *Rhizobium* y con hongos endomicorrízicos, mediante el uso de la doble inoculación como una tecnología necesaria para la producción de *E. polystachya* (Ferrara y Villerías, 1984).

Entre los diferentes problemas que repercuten sobre las prácticas de vivero y directamente sobre el cultivo de plántulas en almácigo, se encuentran los relativos a enfermedades. Por un lado, en cuanto a problemas de plagas en las siembras de vivero, Morfín y Camacho (1987) mencionan que las plántulas de palo dulce son susceptibles al ataque de moluscos.

Por otro lado, las pérdidas obedecen en gran medida a infecciones causadas por hongos, la enfermedad más común, conocida en cualquier vivero es la que produce el ahogamiento, que se estudia en varios países de Latinoamérica, ya que afecta en gran medida a las plantaciones forestales de vivero (Gómez y Yañez, 1963; Salinas, 1978).

## AHOGAMIENTO

Entre los diferentes problemas que repercuten sobre las prácticas de vivero y directamente sobre el cultivo de plántulas en almácigo, se encuentran los relativos a enfermedades, que obedecen a infecciones causadas por microorganismos del suelo y aquellas originadas por efecto de agentes físicos externos. Aparte de los causados por plagas, como nemátodos e insectos, así como por los daños de roedores y aves (Liegel y Venator, 1987).

Del primer grupo la infección más problemática es el ahogamiento consistente en la pudrición de semillas y plántulas en el suelo, por ser una entidad patológica en que interviene un complicado conjunto de factores patogénicos (Salinas, 1978).

El ahogamiento es también conocido en México como: mal de almácigo, mal de viveros, marchitamiento, tristeza o estrangulación del talluelo, caída de las plántulas, dampin off, mal de los semilleros, secadera y chupadera. Son denominaciones referidas a un complejo sintomatológico que ocurre por lo común durante estaciones de lluvia, prevaleciendo en localidades calientes y con alto grado de humedad (Gómez y Yañez, 1963).

Es una enfermedad extremadamente destructiva en el periodo suculento (desde que germina hasta que lignifica) de las plantas. En todo caso la mayoría de los autores citados concuerdan en que los daños obedecen al efecto de invasiones de hongos patógenos, habitantes del suelo. En este caso se trata de parásitos facultativos, primitivos, o débiles, no especializados al hospedero, pero

que en ciertas circunstancias pueden ser patógenos. Los géneros más comúnmente reportados de acuerdo con Hartmann y Kester (1987) y Gómez y Yáñez (1963) son principalmente: *Pythium ultimum* y *Rhizoctonia solani*, aunque también puede ser *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.*; siendo detectados como los más dañinos los dos primeros géneros. El micelio de esos organismos se encuentra en el suelo, en tejidos vegetales infectados o en semillas, de los cuales se contamina el suelo limpio e infectan las plantas sanas. En algunas especies se producen esporas que pueden ser transportadas en el agua como en *Pythium* y *Phytophthora*.

El ahogamiento o dampin-off es una afección oportunista realizada por hongos saprófitos, que requiere que los tejidos vegetales no estén lignificados y el rápido crecimiento de hongos es favorecida por el manejo en vivero: riegos abundantes, baja ventilación, siembras densas, entre otras.

El origen de los hongos que producen el ahogamiento puede ser resultado de esporas presentes en las semillas, medio de siembra o el agua de riego; estos propágulos dan origen a lo que se llama una infección primaria. Cuando las plantas se contagian unas a otras mediante las hifas o esporas provenientes de plantas enfermas, se dice que ha ocurrido una infección secundaria. Con base en algunos experimentos, se sabe que *Rhizoctonia solani*, impide la germinación atacando a las semillas. En el caso de *Fusarium sp.* y *Pythium* ocasionan la muerte en la postemergencia (Bazán de Segura, 1965).

El estrangulamiento se puede manifestar en las fases preemergente y postemergente (Gómez y Yáñez, 1963):

- **Fase preemergente:** Es cuando la enfermedad mata a las semillas pudriéndolas en el suelo sin germinar y a las plántulas antes que estas broten de éste, produciéndose necrosis del hipocótilo y en los cotiledones.

- **Fase postemergente:** Las plántulas recién emergidas pueden desarrollar una pudrición del tallo cerca de la superficie del medio, la cual se manifiesta como un estrechamiento y debilitamiento del tallo que hace que la plántula deje de estar erguida y caiga, poco tiempo después todas las plántulas terminan por pudrirse, ocasionalmente este daño se observa en la base de la corona de las hojas primarias.

Hartmann y Kester (1987) reconocen otros síntomas como:

-**Tallo de alambre o estrangulamiento postemergente tardío:** se manifiesta algún tiempo después de la emergencia, con un daño consistente en que el tallo de las plantas queda anillado por un estrechamiento, el cual puede ser alargado. Las plántulas permanecen vivas algún tiempo después de manifestar el daño, e incluso en ocasiones se mantienen erguidas, pero el desarrollo de estos individuos es lento y mueren semanas después de la infección.

-**Pudrición de la raíz o estrangulamiento radicular:** las raicillas de plantas más grandes son atacadas por los microorganismos, provocando su descomposición, lo que produce en un principio que dejen de crecer, luego se marchitan y finalmente mueren.

## CONDICIONES QUE FAVORECEN EL AHOGAMIENTO

Las condiciones que favorecen el ahogamiento pueden ser a partir de las mismas plantas o del medio ambiente. Cuando son inherentes a las plantas, los hongos del suelo atacan principalmente a los tejidos sin lignificar, en sí, es un problema propio de las semillas y las plántulas (Gómez y Yañez, 1963). El estado sanitario de las semillas es importante, pues pueden ser portadoras de esporas de hongos. Los riesgos se incrementan cuando transcurre un largo período entre la cosecha y la siembra, debido a que el envejecimiento de las semillas, disminuye su resistencia al ataque de los hongos y hace lenta la germinación (Hartmann y Kester, 1987).

En cuanto a las que se relacionan con la atmósfera, esto es, la humedad relativa superior al 50%, incrementa la incidencia del estrangulamiento, pues favorece el desarrollo de hongos sobre materiales presentes en la superficie del suelo. Es por esto que los riesgos se incrementan durante la estación lluviosa del año (Flinta, 1960). El problema también es favorecido por temperaturas entre 20 y 30°C, así como cuando hay escasa ventilación e iluminación de las siembras. Respecto al sustrato de siembra, la textura es importante, lo mismo que su estructura, debido a que determinan el drenaje y la ventilación. El contenido de agua también es determinante, ya que cuando se incrementa mejora las condiciones para el crecimiento de hongos, favorecido también por factores como: la presencia de materia orgánica poco descompuesta, por un contenido de nitrógeno relativamente alto, un suelo alcalino, gran cantidad de sales y también por siembras densas en almácigos (Beristain, 1981; Flinta, 1960; Liegel y Venator, 1987).

## **TIPOS DE PREVENCIÓN**

Referente a la prevención del ahogamiento, hay numerosos trabajos en que se reporta su combate por diferentes procedimientos: físicos, químicos, mecánicos y biológicos. También se toman en cuenta los diferentes factores del suelo, como la acidez, temperatura, humedad, textura, y contenido de materia orgánica; el efecto de la aplicación de ciertos fertilizantes; la época de siembra, su densidad y profundidad, incluyendo el sombreado; la susceptibilidad de la especie y esencialmente la aplicación de métodos para desinfección del suelo.

Los tratamientos que han probado mayor efectividad han sido aquellos que recurren al uso de productos químicos utilizados para protección de semilleros. (Gómez y Yáñez, 1963)

## **GENERALIDADES DEL CONTROL DE LA ENFERMEDAD.**

Como los microorganismos causantes del ahogamiento son omnipresentes se requiere de un programa de control que, de acuerdo con Landis (1989), se integre de:

- a) La eliminación de los patógenos durante la propagación, incluye: tratamientos sanitarios a las semillas, desinfección del medio de siembra, limpieza de recipientes y medios de incubación.
- b) Generar condiciones ambientales que permitan el crecimiento de las plantas y dificulten el de los hongos patógenos, las cuales deben sostenerse hasta que desaparezca el peligro de infección de las plántulas tiernas.

Normalmente, las semillas deberían estar libres de contaminaciones por microorganismos, puesto que teóricamente están alojadas en receptáculos supuestamente asépticos. La realidad es que una proporción de semillas relativamente alta y particularmente de las vainas, porta contaminantes

superficiales o internos, adquiridos desde la floración o durante el desarrollo de los frutos, o durante la manipulación de los frutos y de sus semillas (Salinas, 1978).

## **TRATAMIENTOS SANITARIOS A LAS SEMILLAS**

Para evitar que las semillas actúen como portadores y fuentes de inóculo de los microorganismos productores del ahogamiento, se pueden aplicar tratamientos de desinfestación, desinfección y protectores.

**A.- Desinfestación:** se limpia la superficie de las semillas, las opciones que se han usado para este procedimiento son las siguientes (Hartmann y Kester, 1987; Landis, 1989):

- a) Lavado con agua corriente por 48 hrs.
- b) Inmersión en Peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ). El tratamiento se ha empleado básicamente para cantidades pequeñas de semillas y en trabajos experimentales, consiste en la inmersión en soluciones al 30% de 5 min a una hora o bien, el uso de soluciones al 3% de 5 min a 64 h. Después de la inmersión en agua oxigenada las semillas deben lavarse con agua corriente.
- c) Inmersión en hipoclorito de calcio. Se prepara una solución con 10 gr de esta sustancia en 140 ml y se agita por 10 min o se deja reposar por una hora, generalmente se filtra esta solución antes de emplearla y su concentración es de alrededor del 2%. El tiempo de inmersión va de 5 a 10 min. Es conveniente ajustar el pH entre 8 y 10.
- d) Inmersión en hipoclorito de sodio (NaOCl). Se prepara disolviendo una preparación comercial de blanqueador doméstico a base de cloro (6% de cloro activo) a razón de 1 parte en 9 de agua, se emplean inmersiones de 5 a 10 min.

e) Inmersión en merthiolate. Se usa una solución de 1:2000 en alcohol al 50% se sumergen las semillas hasta por 15 min y luego se lavan en agua por 5 min.

El problema que se tienen en el uso de estas opciones es dar un tratamiento lo suficientemente largo para que mate los patógenos sin dañar a las semillas; los mayores problemas se tienen con semillas de cubiertas delgadas y rugosas.

**B.- Desinfectantes:** Se trata de tratamientos que eliminan los patógenos que están dentro de las semillas (Hartmann y Kester, 1987):

a) Inmersión en agua de 49 a 57°C durante 15 a 30 min. Después se les enfria con agua corriente y finalmente se les seca al sol. Esto controla bien las enfermedades que se transmiten a través de semillas.

b) Inmersión en bicloruro de mercurio. A razón de 1 parte por 100 de agua en las semillas se remojan por periodos de 1 a 5 min. También pueden ser efectivos otros compuestos mercurícos orgánicos.

**C.- Protectores:** Se utilizan productos fungicidas con los que se recubren las semillas con objeto de reducir el ataque de los hongos en el suelo. En este caso, la desinfección del suelo no es requisito forzoso. Entre las sustancias que se han usado están: los óxidos de cobre rojo y amarillo, fungicidas de zinc, cobre y mercurio. Estos últimos son especialmente efectivos aunque su empleo es delicado por su toxicidad (Hartmann y Kester, 1987). La aplicación de protectores se puede efectuar por varias técnicas, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- i) Recubrimiento en seco. Las semillas secas se mezclan con el fungicida en polvo para recubrirlas superficialmente.
- ii) Fijación con líquido. Después de aplicar el polvo seco a las semillas, se humedecen ligeramente rociando agua con una aspersora aplicando de 0.5 a 4 l por 100 kg de semillas.
- iii) Humedecimiento rápido. Se añaden las semillas a una solución concentrada de la sustancia elegida y se mezcla prolijamente.
- iv) Por recubrimiento o peletización. Las semillas se envuelven dentro de una capa de material inerte el cual contiene el fungicida, dicho material puede ser talco, látex o metil-celulosa.

Se ha sugerido que la protección con compuestos fungicidas, es una de las mejores opciones para el control de los hongos (Bowen, 1990; Hartmann y Kester, 1987; Landis, 1989); sin embargo se tienen problemas con la elección y dosificación de productos que controlen los hongos sin ser tóxicos para las plantas cultivadas.

#### **TRABAJOS CON OTRAS ESPECIES SOBRE LA APLICACION DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DEL AHOGAMIENTO.**

Pawuk (1979), encontró que en *Pinus elliotii*, *P. palustris* y *P. taeda*, la aplicación de Captan 50 WP y Aranzan 42-S, mejoró la emergencia. Así mismo, en las semillas de algodón (Poswal, *et al.* 1992) y de chicharo (Perry, 1972) la aplicación de fungicidas incrementó la emergencia de las plántulas y su supervivencia, en la última especie el fungicida Captan tuvo un efecto positivo.

Lock, *et al.* (1975), realizaron siembras con semillas de coníferas *Pseudotsuga menziesii*, *Picea glauca* y *Picea sitchensis*, para evaluar los

siguientes fungicidas: Arazan y Thiram (bis(dimetiltiocarbomil) disulfito), Benlate (Metil(1-butilcarbamoil)-2-bencidazole carbomato), Busan (2-(tiocianometiltio) benzotiazole), Captan (n-tioclorometiltio-4 ciclorohexano-1, 2-dicarboximida), Zineb (etilen bisditiocarbomato de zinc), Vivax (5,6-dihidro-2-metil-1, 4-oxatin-3-carboxanilido), encontrando un efecto negativo sobre la emergencia. El Benlate fue el único fungicida que no manifestó fitotoxicidad, pero el problema es que este pesticida no controla a *Pythium* y *Phytophthora*, hongos que frecuentemente se presentan en el ahogamiento.

Petterson (1970), evaluó varios fungicidas en siembras de *Pinus ponderosa*, encontró que Aranzan no daña la germinación, lo mismo que un fungicida a base de triclorodinitrobenzeno (Chemagro) y la antraquinona, en cambio Captan y fungicidas a base de etilenbisditiocarbomato de manganeso (Maneb) produjeron una disminución de la emergencia. La aplicación de adherentes y aditivos como látex, metil-celulosa y talco, no afectaron la germinación, estos materiales frecuentemente se usan junto con los fungicidas en el recubrimiento de las semillas de coníferas.

Otra opción en el tratamiento con protectores es el de fungicidas a base de sulfonato díazo sódico de p-dimetilaminobenceno, díacianamida-metil mercúrica o pentaclorohidrobenceno. Estas sustancias tienen buen efecto residual. También se ha usado sulfato de cobre tribásico así como carboximidias de contacto (Landis, 1989).

## TRATAMIENTO DE PRESIEMBRA PARA EL SUELO

Además de los hongos, el suelo puede contener semillas de malezas, nemátodos, así como bacterias nocivas para las plantas. Para evitar pérdidas por esas plagas es deseable tratar al suelo, o a la mezcla de suelo, antes de que se utilice para cultivar plantas.

El suelo puede ser calentado o fumigado con sustancias químicas para eliminar malezas, nemátodos y organismos patógenos o también se hace una solución de formol comercial al 40% en agua y se aplican desde 4 hasta 24 o 47 lt por metro cuadrado o 108 lt por m<sup>3</sup>; se cubre con un plástico el área tratada y se deja así por 24 h o más y dejando reposar por 15 días, la siembra se hace cuando desaparece el olor a formol (Hartmann y Kester, 1987; Liegel y Venator, 1987). Otra recomendación es emplear 250 ml de formol en 15 lt de agua para 3 m<sup>2</sup> de suelo, se cubre con plástico, se deja reposar por 48 h y se siembra cuando el olor a formol desaparezca lo que puede suceder unas 48 h después de la aplicación (Galloway y Borgo, 1983). También se recurre a la fumigación con bromuro de metilo, Cloropicrina y Vapan, se trata de compuestos sumamente tóxicos y agresivos al ambiente, hay casos en los que pueden incluso reducir el crecimiento de las plantas (Treviño, 1981), se agrega en masas de suelo cubiertas con plástico, que se descubren después de 24-48 h (Hartmann y Kester, 1987).

El calentamiento como medio de esterilización de mezclas de suelo ricas en estiércol, tierra de hoja, o compost, acelera la descomposición de la materia orgánica, en especial si ya está parcialmente podrida. Esto conduce a la formación de compuestos tóxicos para las plantas, haciéndose necesario lavarlos con agua y retardar la siembra o transplante de 3 a 6 semanas. Los materiales no descompuestos, como los tipos cafés de musgo turbosos, no resultan muy afectados con el tratamiento de calor (Hartmann y Kester, 1987).

El calor excesivo, superior a 180°F (85°C), también descompone algunos de los compuestos químicos complejos del suelo, produciendo cantidades

crecientes de sales solubles de nitrógeno, manganeso, fósforo, potasio y otras. Algunas de éstas, particularmente el nitrógeno en forma amoniacal, pueden encontrarse en las primeras semanas que siguen al tratamiento con vapor en cantidades tales que pueden ser tóxicas a las plantas. Después, el amoniaco es convertido a nitrógeno nítrico, el cual alcanza su máximo en unas 6 semanas. La presencia del superfosfato en las mezclas de suelo inmoviliza el manganeso excesivo que se libera con el calentamiento, impidiendo así daños por toxicidad del mismo (Hartmann y Kester, 1987).

El tratamiento por solarización consiste en cubrir el suelo a sembrar con plástico transparente, durante un período mínimo de tres semanas antes de la siembra. El gran calentamiento que ocurre cuando el plástico recibe los rayos solares disminuye la infestación del suelo (Valle, *et al.* 1991).

En el tratamiento con herbicidas se ha observado que la aplicación de Napropamina (2-alfa-naphthoxi-n-n-diethylpropionamide) para controlar malezas, tiene un efecto fungistático sobre el hongo *Rhizoctonia solani*, uno de los causantes del ahogamiento (Kurts, *et al.* 1982).

Para evitar la recontaminación, junto con el uso del suelo limpio, es necesario emplear plantas no infectadas, tratar la semilla con fungicidas, desinfectar las cajas y bancos donde se siembre, las mesas de invernadero, los depósitos de tierra, la herramienta y observar una limpieza general estricta. Cuando se cuenta con recipientes, envases o macetas nuevos en cada cultivo, no se considera necesario limpiarlos antes de emplearlos. La herramienta puede ser esterilizada en alguna preparación de hipoclorito de calcio, diluyéndolo en agua en proporción de 1 parte de hipoclorito por 10 de agua; en formaldehído al 2%, en alcohol desnaturalizado o aún en agua hirviendo. Las cajas y las mesas de invernadero pueden ser esterilizadas con vapor, empapándolas con agua

hirviendo, con formaldehído al 2% o nafenato de cobre (Hartmann y Kester, 1987).

### **CONTROL AMBIENTAL PARA REDUCIR EL AHOGAMIENTO.**

Al igual que los controles ya mencionados, su objetivo consiste en generar condiciones que dificulten el desarrollo de los hongos sin interferir con el crecimiento vegetal, estas prácticas no substituyen la desinfección del medio de siembra y la aplicación de tratamientos sanitarios a las semillas. Entre los aspectos ambientales a tener bajo control se tienen:

- 1) **La acidez** del suelo ejerce un efecto determinante en la presencia de los hongos que producen el ahogamiento, su aparición en los pinos se reduce notablemente cuando el medio de siembra tiene un pH de 4. La obtención de un medio ácido se puede lograr regando el suelo con soluciones de ácido sulfúrico de 2% o menos, otros compuestos que se han empleado han sido: sulfato de aluminio, ácido acético, ácido fosfórico y sulfato ferroso (Beristain, 1981 y Treviño, 1981).
- 2) **La temperatura** es también importante, ya que los hongos *Pythium ultimum* y *Rhizoctonia solani* tienen su óptimo desarrollo entre los 20 y 30°C y su actividad decrece a temperaturas inferiores o superiores. Las plantas que tienen para su germinación una temperatura mínima elevada son más susceptibles al ahogamiento a temperaturas alrededor de los 23°C, a temperaturas mayores las semillas no sólo germinan más rápido sino que la actividad de los hongos es menor. En plantas que pueden germinar a temperaturas bajas, alrededor de los 13°C, hay poco ahogamiento debido a la baja o nula actividad de los hongos. En algunos casos la siembra en invierno puede ayudar a evitar la incidencia del ahogamiento, pero no siempre resulta pertinente ya que el desarrollo de las plántulas también se ve afectado por las bajas de la temperatura (Hartmann y Kester, 1987).

- 3) **El riego** también es importante, la presencia del ahogamiento se asocia con mal drenaje, riego excesivo y falta de ventilación. En muchos casos es importante el riego con agua con un pH de 4 obtenido con la adición de ácido sulfúrico (Beristain, 1981). Son preferibles los riegos ligeros y frecuentes sobre los espaciados y pesados; el riego por aspersión produce salpicaduras que favorecen contagios (Hartmann y Kester, 1987).
- 4) **La aplicación de insecticidas** a las semillas las hacen más susceptibles al ahogamiento.
- 5) **La aireación del sustrato** en muchos casos puede ayudar a evitar el ahogamiento. Un sustrato de partículas finas y compactado favorece el ataque del ahogamiento. Es importante saber que una baja fertilidad inicial evita también las infecciones debido a que la falta de nitrógeno inhibe el desarrollo de los hongos. Por otra parte al parecer el musgo sfagnífero "peat moss", disminuye la incidencia del ahogamiento por ser un material inerte. También el uso de una composta de corteza de árboles latifoliados tiene efectos supresores del ahogamiento por la producción de sustancias que impiden el crecimiento de hongos, es importante preparar la composta de manera que ocurra el calentamiento para una buena eliminación de los patógenos y una rápida descomposición de la materia orgánica. (Landis, 1989).
- 6) **La salinidad** en una alta concentración favorece tanto una baja germinación como el ataque de los hongos (Hartmann y Kester, 1987).
- 7) **En la siembra**, las más susceptibles son las siembras densas en el almácigo en donde las infecciones primarias en algunas plantas sirven de inóculo para producir infecciones secundarias en las plantas que las rodean. En las siembras directas en envases el problema básico son las infecciones primarias,

pues los envases actúan como barreras físicas a la extensión del problema, se ha encontrado que los riesgos del ahogamiento se incrementan conforme aumenta el número de semillas colocadas por envase, lo preferible para evitarlo es la siembra de una sola semilla por envase (Landis, 1989; Liegel y Venator, 1987). En las siembras realizadas individualmente es fácil eliminar los envases en los que se presente el ahogamiento, lo cual reduce el riesgo de infecciones secundarias.

- 8) **Las semillas** actúan como fuentes de inóculo, hay que evitar lotes contaminados y someter a desinfección los que se emplean, una germinación lenta incrementa los riesgos, son preferibles semillas vigorosas que germinen rápido (Landis, 1989).
- 9) Hay nuevas técnicas de producir antagonistas, otros microorganismos que compitan por diversos elementos con que produce el ahogamiento, la inclusión de parásitos de estos hongos y también está la opción de inocular con cepas poco virulentas (Landis, 1989).

### **CONTROL DEL AHOGAMIENTO CUANDO YA SE HA MANIFESTADO.**

Cuando en las siembras ya han aparecido los síntomas que caracterizan al ahogamiento, las medidas que se toman a fin de impedir que se incremente la magnitud de las pérdidas y reducir la cantidad de inóculo liberado, son medidas culturales, hay que suspender o reducir el riego e incrementar la aireación. Por otra parte se requiere aplicar un fungicida ya sea en el agua de riego, aspersiones o polvo. Los productos empleados son los mismos que se usan como protectores.

Es difícil lograr la curación de las que ya han sido afectadas, básicamente por la rapidez con la que mueren, por eso es importante la localización y destrucción de los individuos dañados (Hartmann y Kester, 1987).

## OBJETIVOS

### GENERAL

- Incrementar la emergencia en suelo de *Eysenhardtia polystachya* mediante la evaluación de prácticas de prueba.

### PARTICULARES

- Determinar de 5 sustratos diferentes cuales son los mejores para la germinación de *E. polystachya*.
- Probar la eficiencia de dos fungicidas (Captan y Sulfato de Cobre Tribásico) para controlar el ahogamiento en las diásporas de *E. polystachya*.
- Comprobar si la densidad de siembra de diásporas en combinación con el fungicida Captan afecta el porcentaje de germinación de *E. polystachya*.
- Confirmar la eficiencia del tratamiento realizado en trabajos anteriores sobre el remojo y secado de las diásporas de *E. polystachya*.

# METODOLOGIA

## **Material biológico.**

Las diásporas de *Eysenhardtia polystachya* se obtuvieron en enero de 1992, de arbustos que crecían en el Parque Nacional los Remedios, Naucalpan, Estado de México. La cosecha consistió en sacudir las ramas de los arbustos sobre un lienzo, para recibir las diásporas, las que se desprenden fácilmente. El material recolectado se almacenó en seco a 3°C en un bote de hojalata, hasta su empleo en los experimentos. Esta condición que se ha empleado en el almacenamiento de semillas forestales en México es para evitar la pérdida de la viabilidad (Patiño *et al.* 1983).

Considerando que tanto en la naturaleza como en la propagación artificial, la semilla permanece encerrada dentro de la vaina indehisciente (diáspora), las siembras se efectuaron en la mayoría de los casos utilizando las diásporas completas (Figura 2).

### **1) Efecto del remojo con secado y del pericarpio sobre la germinación de *Eysenhardtia polystachya* en laboratorio.**

Con el fin de determinar la capacidad germinativa de las semillas del lote empleado, se estudió el efecto que tiene la cubierta externa, así como, el remojo sobre la germinación de *E. polystachya*.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- a) Remojo por 24 y por 48 h con secado posterior: las diásporas se colocaron en frascos de vidrio con 100 ml de agua a 21°C para cada 25 diásporas; posterior a esto, las diásporas se pusieron a secar al sol durante un día (Figura 2).
- b) Remojo por 48 h con y sin pericarpio: las diásporas se colocaron en frascos de vidrio con 100 ml de agua a 21°C para cada 25 diásporas; éste tratamiento fue doble; al completarse la duración de los tratamientos se procedió a quitar manualmente el pericarpio a 25 de ellas y las otras quedaron con él para después sembrar las semillas embebidas (Figura 2).

c) Diásporas intactas: consistió en la siembra de las unidades de dispersión sin preparación pregerminativa; se consideró como un testigo con latencia, mediante el cual se obtendría lo que podría esperar de los tratamientos que no afecten la germinación (Figura 2).

d) Semillas sin pericarpio: la cubierta externa o pericarpio, se eliminó manualmente para extraer las semillas; se consideró como un testigo sin latencia, con el que se obtendría lo que se espera de los tratamientos que eliminen el efecto del pericarpio.



Fig. 2 Algunos tratamientos aplicados a las diásporas de *Eysenhardtia polystachya*

Para evitar ventajas debidas al momento en que las semillas empiezan la imbibición; todas las diásporas que se sembraron secas, los testigos y el material sometido a remojo con secado (incisos a y b) se sembraron el día que inició la aplicación de los tratamientos de remojo en que las semillas se sembraron embebidas, estas últimas se integraron a los experimentos conforme se cumplieron con los períodos asignados, como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a diásporas de *E. polystachya*

TRATAMIENTO	TIEMPO (DIAS)							ESQUEMA REPRESENTATIVO
	0	1	2	3	4	5	6	
Diásporas intactas	X	X	X	X	S			
Semillas sin pericarpio	X	X	X	X	S			
Remojo de diásporas por 24 h. Con secado	X	R	R	Se	S			
Remojo de diásporas por 48 h con secado	R	R	R	Se	S			
Remojo de diásporas por 48 h con pericarpio y embebidas.	X	X	X	X	R	R	S	
Remojo de semillas por 48 h sin pericarpio y embebidas	X	X	X	X	R	R	S	

R= remojo en agua a 21°C.  
Se= secado al sol por 24 h.

S= siembra en cajas petri

Sin color: semillas secas  
Color oscuro: remojadas

Las siembras se realizaron en cajas de Petri con papel filtro, cada una de las cuales se consideró una unidad experimental, en la que se sembraron 25 diásporas. De cada tratamiento se sembraron 6 repeticiones, las cuales se distribuyeron con un diseño de bloques al azar en las charolas de una incubadora ajustada a una temperatura de 25°C; en cada charola se dispuso de una repetición de cada tratamiento (6 cajas por charola, 4 charolas para todo el experimento), esto tuvo el fin de que el diseño disminuyera la variación debida al gradiente vertical de velocidad de secado de las cajas que presentó la incubadora (Reyes, 1978).

Cada tercer día durante 30 días las cajas se regaron con el agua necesaria para mantener el papel filtro húmedo, se contabilizó el número de semillas germinadas, las cuales deberían tener una radícula de 1 cm de longitud.

## II) Emergencia de *E. polystachya* en relación con el número de diásporas por celda, aplicación de fungicida, remojo y secado. Siembras en multiceldas en invernadero.

Para la siembra se emplearon multiceldas de plástico delgado y rígido de color negro, cada uno se forma por una lámina o placa de 9 hileras de 15 celdas cada una, 135 celdas en total, las que tenían forma de cono truncado sin fondo, con un diámetro mayor de 2.9 cm, uno menor de 1.4 cm y 6 cm de altura, con lo que se tuvo una capacidad de 23 ml de sustrato (Figura 3). Las multiceldas se llenaron con arena negra de construcción (arena de origen volcánico extrusivo y contiene partículas de basalto), este tipo de sustrato se encuentra en la Sierra de Sta. Catarina, Estado de México donde el palo dulce abunda.

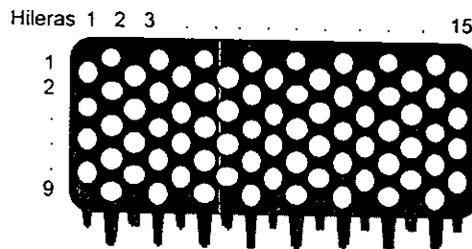


Fig. 3 Charola multiceldas utilizada en el experimento

Los tratamientos evaluados conformaron un experimento factorial, en que se evaluaron 18 combinaciones resultantes de:

a) dos niveles de preparación de presiembra (sin y con remojo y secado).

b) tres niveles de aplicación de fungicidas:

- Testigo
- Sulfato de cobre tribásico y
- Captan (Cis-N-TriclorometilTio-4-Ciclohexano-1,2-Dicarboximida)

c) tres niveles de la cantidad de diásporas por celda (1, 3 y 5 diásporas).

El tratamiento de remojo por 48 h seguido por secado, se efectuó como en el experimento anterior. El fungicida se aplicó espolvoreándolo sobre las diásporas sembradas, antes de cubrirlas con arena. La profundidad de siembra fue de 1 cm.

La unidad experimental estuvo constituida por una hilera de 15 celdas, para la colocación de las 18 combinaciones con 4 repeticiones se requirieron de 72 unidades, es decir 8 multiceldas. La distribución de los tratamientos en estas se hizo con un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio (Reyes, 1978).

Las multiceldas, se colocaron dentro de un invernadero sobre una mesa de malla cubierta con papel con soportes encalados (ladrillos cubiertos con una pasta de cal y sal). Fue necesario montar el experimento dos veces, pues la primera vez en enero de 1993, se dio por perdido por los persistentes ataques de moluscos (caracoles (*Helix spp.*) y babosas (*Limax spp.*)), los cuales produjeron resultados poco confiables y esto se dio porque los soportes no estaban encalados. En la segunda ocasión, en abril del mismo año, se decidió emplear este tipo de soportes para sostener la mesa e impedir el acceso de los moluscos a las siembras; el empleo de barreras es un método de control sugerido por Flint (1990).

Cada tercer día durante 7 semanas, se contó el número de plántulas emergidas, las cuales deberían de sobresalir cuando menos 1 cm del suelo.

### III) Emergencia de *E. polystachya* en dos tipos de arena y uno de turba. Siembra en macetas en invernadero.

Con el fin de establecer el efecto de la turba y del tamaño de la partícula de arena sobre la emergencia del palo dulce, se evaluaron los siguientes tratamientos:

- a) Gravilla gris (o arena de construcción): Se probaron dos tamaños de partícula: mediana (de 1 a 4 mm de diámetro) y gruesa (de 4 a 10 mm de diámetro). No se utilizó la parte fina de la arena, pues tiende a cementarse. El material empleado está constituido por dacita, que es una roca ígnea intrusiva. El sustrato utilizado, frecuentemente es un desperdicio de labores de albañilería.
- b) Arena negra (o arena basáltica): Se probaron tres tamaños de partícula: fina (de 1 mm o menos de diámetro), mediana (de 1 a 4 mm de diámetro) y gruesa (de 4 a 10 mm de diámetro). Este material es de origen volcánico extrusivo y contiene partículas de basalto.
- c) Turba esfagnífera "peat moss": Este material se colecta en pantanos de Canadá y Estados Unidos de Norteamérica, consta de residuos jóvenes o porciones vivientes de plantas del género *Sphagnum*, los cuales se muelen. Es un sustrato relativamente estéril, ligero, con pH ácido de 3 a 4 y con gran capacidad de retención de agua; además, se sabe que contiene sustancias fungistáticas específicas, por lo que inhibe la incidencia del ahogamiento (Hartmann y Kester, 1987 y Landis, 1989).

En esta parte, la unidad experimental consistió en macetas cilíndricas de 1 l de capacidad de 10 cm de diámetro superior y 14 cm de altura, en las que se sembraron 30 diásporas de *E. polystachya* a 1 cm de profundidad.

El experimento estuvo constituido por 24 unidades experimentales, resultantes de 4 repeticiones de 6 tratamientos, las cuales se colocaron con un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio (Reyes, 1978), dentro de un invernadero sobre una mesa de malla con soportes encalados.

La cantidad de sustrato utilizada en las macetas fue el peso promedio de 10 muestras, las cuales en cada caso se llenaron hasta 2 cm antes del borde.

La siembra consistió en colocar las diásporas ya preparadas, sobre la superficie nivelada del sustrato.

Una vez efectuada la siembra, las diásporas se cubrieron con el mismo material empleado en el llenado de las macetas. Para lo cual, en cada caso se utilizó el peso promedio de 10 muestras de una capa de 1 cm de espesor.

Cada tercer día durante un mes, se contó el número de plántulas emergidas, las cuales deberían de sobresalir cuando menos 1 cm del suelo.

**IV) Emergencia de *E. polystachya* en relación con el empleo de tierra negra, tierra negra cubierta con gravilla, gravilla y arena de río; aplicación de fungicida (captan) y el tratamiento de remojo y secado de las diásporas en macetas en invernadero.**

Se realizó un experimento factorial, en el que se evaluaron 16 tratamientos obtenidos de combinar: dos niveles de preparaciones de presiembra (con y sin remojo, con secado), cuatro sustratos y dos niveles de aplicación de fungicidas (con y sin).

El remojo con secado, consistió en colocar las diásporas en agua a temperatura ambiente de 21°C durante 48 h, utilizando 450 ml para cada 100 semillas, renovando el líquido a las 24 h; terminado el remojo, las diásporas se pusieron a secar durante 1 día, sobre una malla dentro de un invernadero, en el cual la temperatura máxima fue de 35°C y la mínima de 15°C.

Las unidades experimentales consistieron en macetas cónicas de unicel de 1 l de capacidad de 11 cm de diámetro superior, 7.5 cm de diámetro inferior y 15.3 cm de altura, en las que se sembraron 30 diásporas de *E. polystachya* a 1 cm de profundidad.

La cantidad de sustrato utilizada en las macetas, fue el peso promedio de 10 muestras, las cuales en cada caso, se llenaron hasta 2 cm antes del borde, con los siguientes materiales:

- a) Tierra de monte: se colectó del horizonte húmico en un bosque de coníferas (*Abies religiosa*). Es el sustrato preferido en la producción forestal en los alrededores de la Cd. de México (Cuadro 2, análisis complementario).
- b) Gravilla de dacita de 1 a 4 mm de diámetro, como la que se utilizó anteriormente.
- c) Tierra de monte con las diásporas cubiertas con gravilla: las macetas se llenaron hasta 2 cm antes del borde superior, se realizó la siembra y las diásporas se cubrieron con una capa de gravilla de 1 cm de espesor.
- d) Arena de río: se obtuvo en el vivero de Coyoacán de los depósitos del río de la Magdalena, el cual recorre áreas cubiertas por tepetates (Duripanes de origen volcánico); el material empleado era de partículas finas, menores a 0.2 mm y contenía un poco de arcilla (Cuadro 2, análisis complementario).

**Cuadro 2. Análisis de los sustratos arena de río y tierra de monte usados para la siembra de *E. polystachya***

VARIABLES SUS- TRATO	LIMO %	ARCILLA %	ARENA %	TEXTURA	MATERIA ORGANICA %	pH	MICRO- OHMS/CM <sup>3</sup> CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
ARENA DE RIO	20.76	10.37	68.87	FRANCO ARENOSO	0.58	6.8	3.50
TIERRA DE MONTE	38.54	17.13	44.33	FRANCA	11.01	6.7	0.38

Con excepción del tercer tratamiento, en los demás las diásporas se cubrieron con el mismo material empleado en el llenado de las macetas. Para lo cual, en cada caso se utilizó el peso promedio de 10 muestras de una capa de 1 cm de espesor.

La aplicación de fungicida consistió en mezclar en seco las diásporas con el producto comercial Captan en polvo, el exceso de este se eliminó con una criba.

La siembra consistió en colocar las diásporas ya preparadas, sobre la superficie nivelada del sustrato y cubrirlas con el material correspondiente.

El experimento se constituyó por 64 unidades experimentales, resultantes de 4 repeticiones de 16 tratamientos, las cuales se colocaron con un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio, dentro de un invernadero sobre una mesa de malla con soportes encalados. Esto último para impedir el acceso de moluscos.

Cada tercer día durante un mes, se contó el número de plántulas emergidas, las cuales deberían de sobresalir cuando menos 1 cm del suelo.

También se llevó a cabo un conteo de plántulas muertas por estrangulamiento en todos los sustratos, para localizarlas y no perder el conteo se colocaron palillos de plástico.

Durante el período de observación, la temperatura dentro del invernadero tuvo un promedio de máxima de 33.1°C y de mínima de 15.6°C, con extremas de 40 y 16°C; se tuvo una temperatura media de 24.4°C. Este proceso es debido al clima que se presenta en el D.F.

## ANALISIS DE DATOS

### Registro de datos

Cada tercer día durante un mes, se contó el número de plántulas emergidas, las cuales deberían de sobresalir cuando menos 1 cm del suelo y estar erguidas. Con el fin de que los datos tomados correspondieran a la emergencia total obtenida en cada evaluación, los individuos muertos y los que presentaron síntomas de estrangulamiento, se marcaron con palillos de plástico para no perder su ubicación. En el último experimento se contó el número de plántulas perdidas y se presentaron los datos.

Las anotaciones correspondientes al total de plántulas emergidas por unidad experimental, se hicieron en un cuadro de doble entrada, en el que la primera columna contenía los datos de cada unidad experimental, y el primer renglón contenía los referentes a cada fecha de evaluación.

### Análisis gráfico.

Se obtuvo el promedio de la emergencia acumulada en cada una de las evaluaciones, tomando en cuenta las cuatro repeticiones realizadas en cada uno de los tratamientos. Estos datos se graficaron usándolos como ordenadas en el eje "Y" de un cuadro cartesiano, como abscisas en el eje "X" se empleó el tiempo transcurrido a cada evaluación.

Con el fin de poder observar la variación de los porcentajes obtenidos a lo largo del experimento, se presentan en cada gráfica los valores máximo, promedio y mínimo en cada evaluación.

De acuerdo con Camacho y Morales (1992) y Camacho (1994), en el análisis de las gráficas se consideraron los siguientes elementos (Figura 4):

- a) Porcentaje de germinación final. Se visualizó como la altura máxima por la curva que representa la germinación acumulada, lo cual corresponde a la capacidad de la muestra para germinar, por lo que a mayor altura se tiene mejor germinación.

- b) Tiempo de germinación. Se refiere a la cercanía de las curvas al eje de la Y, se considera que se tiene mejor germinación, pues se realiza en menos tiempo.
- c) Uniformidad germinativa. Esta característica muy ligada al tiempo de germinación, se refleja en la inclinación general de la gráfica obtenida, muestras con curvas cercanas a la vertical indican gran uniformidad, el tiempo que transcurre entre las primeras germinaciones y las últimas es corto; conforme las curvas sean más inclinadas disminuye la uniformidad germinativa, pues dicho tiempo se incrementa.

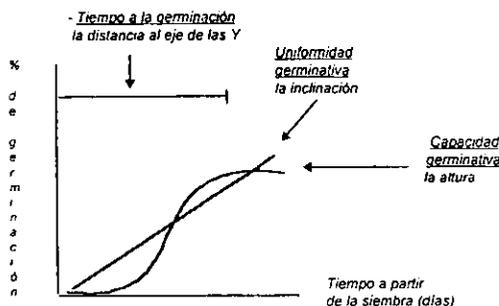


Fig. 4. Representación gráfica de los índices germinativos.

### Cálculo de índices para estudiar la emergencia.

El análisis de las curvas de germinación acumulada es una forma sencilla y completa de estudiar el fenómeno, pero tiene el riesgo de hacer apreciaciones subjetivas, acerca de las diferencias existentes entre las curvas, ya que no permite hacer comparaciones estadísticas (Camacho y Morales, 1992).

Para eliminar esta dificultad se calculó el índice numérico correspondiente a cada una de las características de la curva de germinación enunciadas en la sección anterior, por lo que una de las funciones de las gráficas fue la de visualizar lo que miden los índices (Camacho, 1994).

Siguiendo a Camacho (1994), para facilitar la presentación de los índices empleados en el estudio numérico de la emergencia, se usó la siguiente simbología:

$i$  = Término que indica el número de evaluación realizada, el cual toma valores desde "0" en la evaluación anterior al inicio de la emergencia, hasta "e" la cantidad total de evaluaciones realizadas durante el experimento.

$A_i$  = Emergencia acumulada obtenida en la evaluación número " $i$ ", corresponde a los datos tomados durante los experimentos.

$G_i = A_i - A_{(i-1)}$ , corresponde a la emergencia sencilla en la evaluación número " $i$ ".

$T_i$  = Tiempo transcurrido desde la siembra hasta la evaluación número " $i$ ".

$P_i = (T_i + T_{(i-1)})/2$ , corresponde al punto medio del tiempo transcurrido hasta dos evaluaciones sucesivas.

Aclarando lo anterior, se procede a presentar las fórmulas empleadas en el estudio numérico de la emergencia, las cuales se tomaron de Morales y Camacho (1985), Camacho y Morales (1992) y Camacho (1994):

a) Porcentaje de emergencia final. Evalúa la relación existente entre el total de plántulas obtenidas y la cantidad de semillas sembradas:

Donde:  $CG = (A_e \times 100) / M$

$CG$  = Capacidad de emergencia.

$A_e$  = Emergencia acumulada hasta la última evaluación.

$M$  = Muestra evaluada, lo que corresponde al total de semillas sembradas.

Este índice tiene un enorme valor práctico, pues se usa como uno de los principales indicadores de la calidad de las semillas, así mismo, es indispensable en el cálculo de necesidades de semillas para siembra. Siempre se requiere tomarlo en cuenta como variable de respuesta en experimentos que estudian la emergencia. No obstante, se abusa de su empleo al considerarlo como el único indicador de la calidad de ésta, lo cual es un error, pues como se trata de un índice particular, no toma en cuenta el tiempo y uniformidad de emergencia.

b) Tiempo de emergencia. Es una medida representativa del lapso requerido por las semillas para convertirse en plántulas, para evaluarlo considerando todos los datos tomados, se usa el tiempo medio de emergencia (TMG):

$$TMG = SPG / SG$$

Donde: TMG = Tiempo medio de emergencia.

$G_i = A_i - A_{(i-1)}$ , corresponde a la emergencia sencilla en la evaluación número "i".

$P_i = (T_i + T_{(i-1)})/2$ , corresponde al punto medio del tiempo transcurrido hasta dos evaluaciones sucesivas.

SPG = suma puntos medios por emergencia sencillas  
 $= P_1 \times G_1 + P_2 \times G_2 \dots P_e \times G_e$

SG = Suma de las emergencias sencillas =  $G_1 + G_2 \dots + G_e$

Este índice es indispensable en la planificación de las fechas para realizar labores de transplante, aclareo y resiembra, entre otras. Conforme se reduce su valor la emergencia es más veloz, los cultivos se establecen mejor y aprovechan más la temporada de crecimiento. Es importante señalar que el tiempo de emergencia, indica el punto central del lapso en que ocurre ésta, por lo tanto no corresponde al momento en que todas las plántulas emergen.

c) Intervalo de emergencia. Es un índice que ayuda a representar el lapso que transcurre entre las primeras y las últimas emergencias. Se evalúa mediante la siguiente fórmula:

$$ITG = 2 \times \text{raíz cuadrada de } \{ \{SCG - (SPG^2 / SG)\} / (SG - 1) \}$$

Donde: ITG = Intervalo típico de emergencia

SCG = Suma puntos medios cuadrados por emergencias sencillas

$$= P_1 \times P_1 \times G_1 + P_2 \times P_2 \times G_2 \dots + P_e \times P_e \times G_e$$

SPG = Suma puntos medios por emergencias sencillas

$$= P_1 \times G_1 + P_2 \times G_2 \dots P_e \times G_e$$

SG = Suma de emergencias sencillas =  $G_1 + G_2 \dots + G_e$

El cálculo del intervalo típico de emergencia, indica que se considera que el lapso en que ocurre el grueso de ésta, es el doble de la desviación típica del tiempo requerido para que las semillas de la muestra produzcan plántulas. Conforme se reduce el intervalo de emergencia, se incrementa la uniformidad de ésta, lo cual mejora el establecimiento de los cultivos y se facilita su manejo.

d) Valor de emergencia. Los índices particulares presentados anteriormente, dan por separado una visión parcial del proceso de emergencia, ante lo cual conviene utilizar una fórmula que los pondere dentro de un solo valor numérico, para evaluar la calidad de emergencia. Una propuesta para realizar lo anterior es el índice de Maguire (1962):

$$MG = (\sum Gi/Ti) 100 / M = (G1/T1 + G2/T2 ..... + Ge/Te) x 100 / M$$

Donde: MG = Valor de emergencia o índice de Maguire.

Gi = Emergencia sencilla en la evaluación número "i".

Ti = Tiempo transcurrido desde la siembra hasta la evaluación número "i".

M = Cantidad de semillas sembradas.

Esta fórmula representa el total acumulado de las tasas de emergencia sencilla respecto al tiempo (Parraguirre y Camacho, 1992), con su aplicación se obtienen valores que van de cero cuando no hay emergencia, a 100 cuando toda la emergencia se realiza en la primera unidad de tiempo evaluada; por lo que conforme se incrementa el valor del índice de Maguire, se incrementa la calidad de emergencia, es decir, que el fenómeno es más completo y se realiza en menos tiempo.

La utilidad de este índice es la de permitir hacer comparaciones estadísticas objetivas, ponderadas y completas de la calidad de germinación usando una sola variable. No obstante como los valores obtenidos son abstractos, es necesario acompañarlos con los datos referentes a capacidad, tiempo y uniformidad de emergencia (Camacho y Morales, 1992).

En el presente trabajo el índice de Maguire se presenta como porcentajes obtenidos en relación con la medida del testigo, con el fin de disminuir su carácter abstracto (Camacho y Morales, 1992).

## **Análisis Estadístico.**

Para cada uno de los experimentos realizados, se hizo el análisis de varianza correspondiente al índice de Maguire. Una vez realizado lo anterior la diferencia entre los promedios de los tratamientos se estableció empleando la prueba de medias de Tukey con  $\alpha = 0.05$  (Reyes, 1978).

Los datos referentes al índice de Maguire con sus agrupaciones de medias se acompañan con sus correspondientes porcentajes, días medios e intervalo de germinación. Esto tuvo el fin de aprovechar los valores ponderados del índice de Maguire en las comparaciones estadísticas y reducir su carácter abstracto.

En el último experimento debido a su carácter conclusivo, ya que se conjuntó en su diseño los avances obtenidos en los demás, se analizó también el porcentaje de plántulas perdidas por estrangulamiento.

## RESULTADOS

### **I) Efecto del remojo con secado y del pericarpio sobre la germinación de *Eysenhardtia polystachya* en laboratorio.**

#### **Análisis gráfico**

De los resultados obtenidos las curvas de las diásporas intactas y las semillas sin pericarpio fueron diferentes, ya que se obtuvieron porcentajes del 54 y 97% respectivamente (Figura 5, a y b), otra diferencia encontrada fue el tiempo de germinación, ya que la mayoría de las semillas germinó a los cinco días, a diferencia de las diásporas que germinaron a lo largo de 15 días, lo que indica que la presencia del pericarpio en el proceso de germinación si influye.

En las curvas de las diásporas remojadas por 24 y 48 h y secadas por 24 h obtuvieron un porcentaje del 52 y 69% respectivamente (Figura 5, c y d), por lo que se observó que el remojo por más tiempo resulta con mayor germinación.

Por último se observa en la Figura 5, e y f que las diásporas y las semillas remojadas por 48 h y sembradas sin secar (embebidas) la germinación fue de 59 y 94% respectivamente. Para estos tratamientos utilizados, también se presentó el mismo tiempo de germinación para las semillas y diásporas de cinco y 15 días respectivamente.

Por lo tanto se puede señalar que las semillas y diásporas remojadas tienden a germinar en un porcentaje mayor que aquellas que no están remojadas previamente.

En la Figura 6 se presenta un resumen de la germinación a los 30 días de las diásporas y semillas que recibieron los diferentes tratamientos.

#### **Análisis numérico.**

La calidad de germinación de las diásporas fue analizada a través del índice de Maguire, el porcentaje de semillas germinadas, los días medios y el intervalo de germinación, observándose en estos 4 parámetros que las semillas

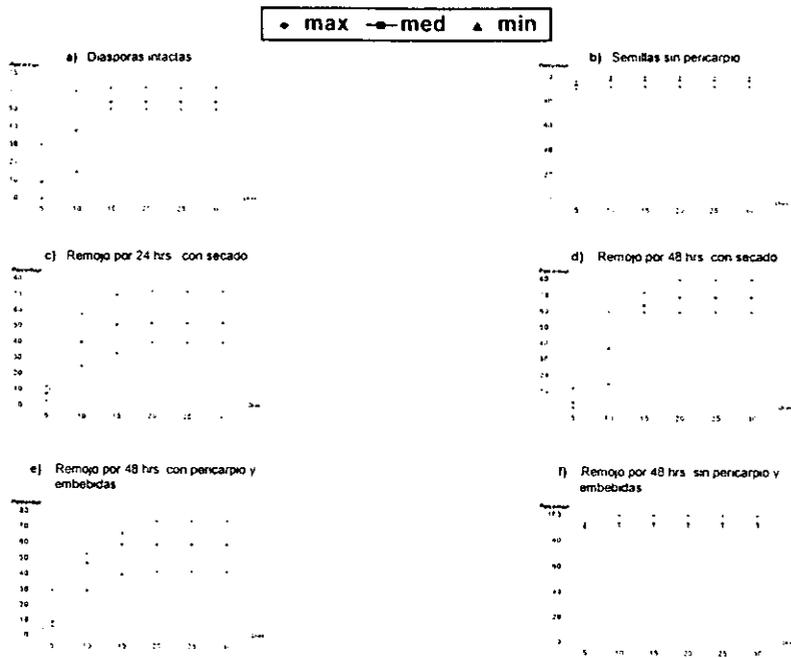


Fig. 5 Germinación de diásporas de *E. polystachya* con diferentes variables

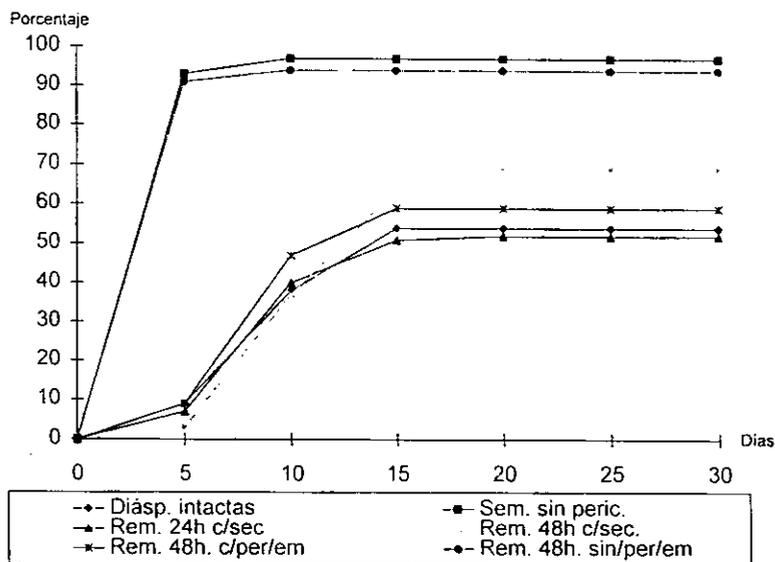


Fig. 6 Efecto en la germinación de diásporas de *Eysenhardtia polystachya* con diferentes tratamientos

remojuadas y no remojuadas obtuvieron mejores resultados que las diásporas con los diferentes tratamientos, esto debido a al efecto de retirar el pericarpio no importando el remojo, el único problema es lo elaborado de quitar el pericarpio a cada semilla. Además este proceso, sólo era para verificar la calidad de las semillas.

La calidad de la germinación de las diásporas fue menor que la de las semillas sin pericarpio (Cuadro 3); en ambos casos el remojo no influyó sobre las variables evaluadas.

El efecto inhibitorio del pericarpio fue evidente, en su presencia la germinación requirió entre 8 y 10 días para realizarse, alcanzando porcentajes inferiores al 70%; en cambio cuando se eliminó esta cubierta se alcanzó casi el 100% con un tiempo de germinación de 3 días.

En los días medios y el intervalo de germinación el dato menor fue para las semillas con resultados entre 1 y 3, y en las diásporas entre 8 y 10 lo que indica que entre menor sea el tiempo de germinación es mejor. (Cuadro 3).

**Cuadro 3 Análisis de los resultados en laboratorio de *E. polystachya***

TRATAMIENTO PREGERMINATIVO	INDICE DE MAGUIRE	PORCENTAJE GERMINATIVO	DIAS MEDIOS	INTERVALO DE GERMINACION
Diásporas intactas	6.7 b	54	9	8
Semillas sin pericarpio	23.2 a	97	3	1
Diásporas remojuadas 24 h y secadas 24 h.	6.4 b	52	8	8
Diásporas remojuadas 48 h y secadas 24 h.	7.2 b	69	10	10
Diásporas remojuadas 48 h y embebidas	6.7 b	59	10	8
Semillas remojuadas 48 h y embebidas	23.1 a	94	3	2

En la segunda columna los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente. Tukey 0.05

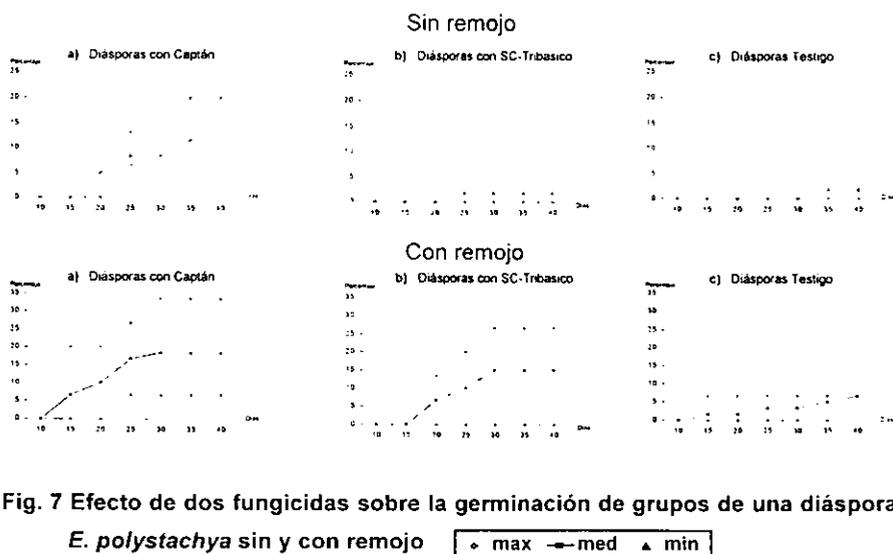
**II) Emergencia de *E. polystachya* en relación con el número de diásporas por celda, aplicación de fungicida y remojo con secado, siembras en multiceldas.**

**Análisis gráfico.**

En la Figura 7 se presentan los tratamientos con una diáspora con y sin remojo, se observa que el porcentaje de germinación se vio aparentemente favorecido con la aplicación de captan para los dos tratamientos con y sin remojo con porcentajes mayores al 13%. Como en los resultados anteriores las diásporas con remojo germinaron en menor tiempo en comparación con el testigo.

La acción del fungicida sulfato de cobre tribásico sobre la germinación queda por debajo del efecto del captan, sin embargo con el remojo (15%) este tratamiento, produjo una curva similar a la del tratamiento con captan (Figura 7, b).

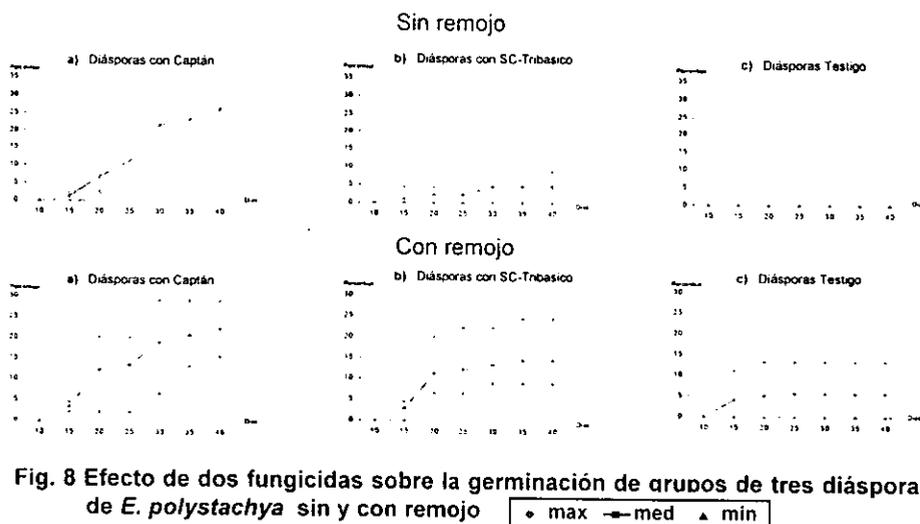
Con respecto a los lotes testigo (Figura 7 c), la germinación se encuentra al mismo nivel o más bajo (menos de 7%) que el tratado con el fungicida sulfato de cobre tribásico. También lo que se pudo observar es que con el tratamiento de remojo el porcentaje de germinación se vio favorecido.



Observándose que con la aplicación de captan el porcentaje de germinación es mayor al testigo (Figura 8, a) para ambos casos con y sin remojo. La germinación fue mayor en las diásporas sin remojo (26%) que con remojo (22%).

En relación al fungicida sulfato de cobre tribásico, la curva se presentó por debajo del fungicida captan, pero es mayor en el tratamiento de diásporas con remojo con 14% contra las diásporas sin remojo con 4% (Figura 8, b).

En el caso de los lotes testigo se presentó el porcentaje de germinación más bajo y nulo como fue el caso del tratamiento de diásporas sin remojo (Figura 8, c).

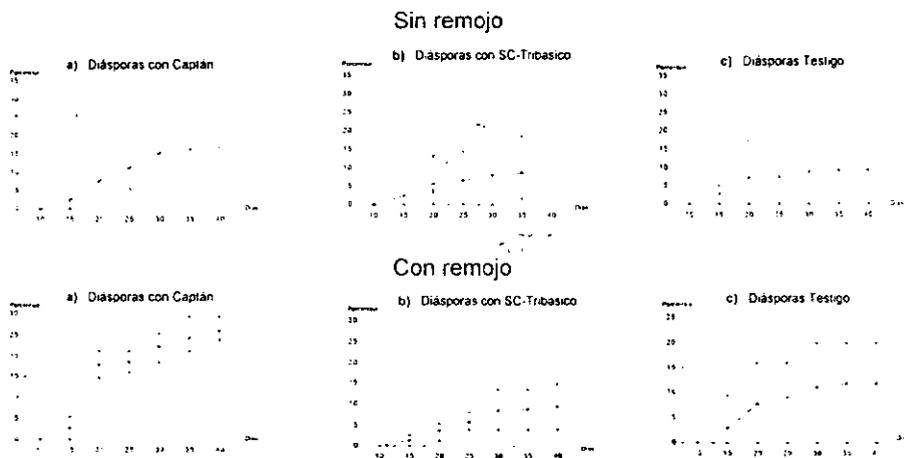


**Fig. 8 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de grupos de tres diásporas de *E. polystachya* sin y con remojo** ● max   ■ med   ▲ mín

Para los tratamientos con cinco diásporas con y sin remojo (Figura 9) la prueba de germinación con el fungicida captan se presenta con mayor porcentaje en relación con las otras curvas de germinación al igual que sobresale el tratamiento de diásporas con remojo (26%).

Con el fungicida sulfato de cobre tribásico la curva de germinación también se presenta por debajo del efecto del captan, además no presentó diferencia en los tratamientos de remojo y sin remojo.

En el caso del los lotes testigo las curvas de germinación para los dos tratamientos fue muy similar o mayor a las curvas del fungicida sulfato de cobre tribásico obteniendo porcentajes de 9% para las diásporas sin remojo y 12% para las diásporas con remojo. Al parecer el mayor número de diásporas favorece la germinación.



**Fig. 9 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de grupos de cinco diásporas de *E. polystachya* sin y con remojo** ◆ max   ■ med   ▲ min

En las Figuras 10 y 11 se presenta un resumen de las gráficas en conjunto en donde se observa lo anteriormente mencionado.

En ninguna de las combinaciones evaluadas, se obtuvo más del 30 % de germinación, y el proceso germinativo se realizó lentamente a partir de los 13 días. También se observó que el período en donde ya no hay germinación es a los 40 días posteriores a la fecha de siembra (Figuras 10 y 11).

Se observó de manera general que el remojo mejora la emergencia, lo mismo que con la aplicación de captan y la siembra de más de una semilla (Figuras 10 y 11).

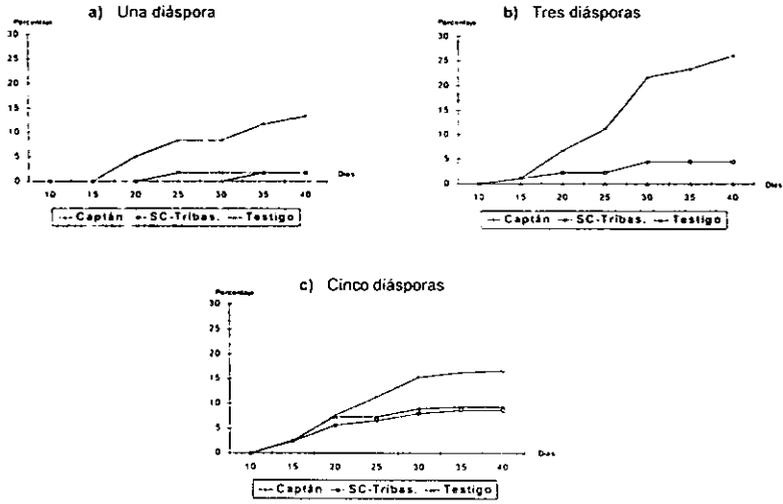


Fig. 10 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de los diferentes grupos de diásporas de *Eysenhardtia polystachya* sin remojo

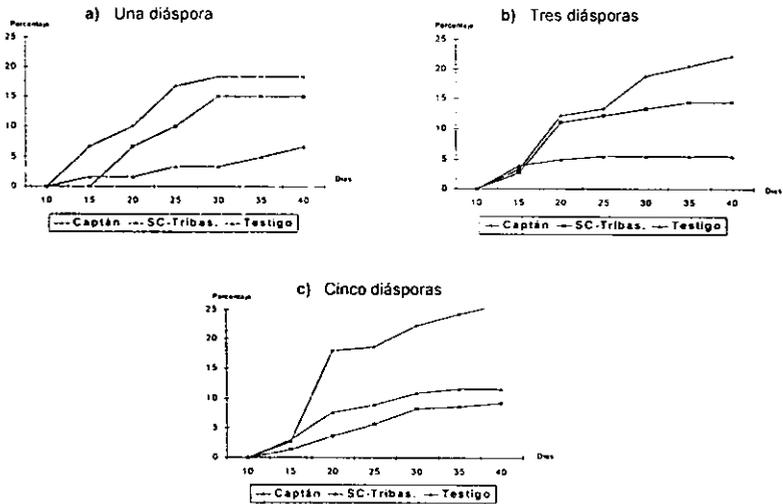


Fig. 11 Efecto de dos fungicidas sobre la germinación de los diferentes grupos de diásporas de *Eysenhardtia polystachya* con remojo

### **Análisis numérico.**

Varias repeticiones en 8 de los tratamientos aplicados, no tuvieron germinación, esto impidió el cálculo de días medios y de desviación típica de la germinación (Cuadro 4). Esta situación impidió un adecuado análisis del experimento factorial, pues no fue posible manejar las variables de la misma manera descomponiendo la sumas de cuadrados en factores e interacciones. Con base en esto se decidió únicamente comparar los tratamientos entre sí.

Se presentó gran variación de los resultados obtenidos entre las repeticiones de los tratamientos, esto produjo que las diferencias mínimas significativas fueran relativamente grandes, por lo que se agruparon como iguales a tratamientos que tenían desde un 9% hasta un 26 % de germinación (Cuadro 4).

La mayor calidad de germinación se obtuvo con la aplicación de captan y la siembra de más de una semilla; de las tres mejores combinaciones, dos incluyeron al remojo con secado (Cuadro 4). La germinación en estos casos apenas superó al 20 % y se requirió de más de 18 días para que se realizara el proceso, en un lapso de unos 10 días, de acuerdo con los valores de la desviación típica.

Los más bajos porcentajes de germinación se obtuvieron cuando se sembró una semilla y se aplicó sulfato de cobre tribásico o no se usó fungicida.

**Cuadro 4 Emergencia de *E. polystachya* en relación con el número de diásporas por celda, aplicación de fungicida y remojo por 48 h seguido por un día de secado, siembras en multiceldas.**

DIASPORAS POR CELDA	FUNGICIDA APLICADO	REMOJO SECADO	INDICE MAGUIRE	PORCENTAJE DE GERMINACION	DIAS MEDIOS	INTERVALO DE GERMINACION
1	Ninguno	No	0.1 d	2	---	---
1	Sulf. de Cobre	No	0.1 d	2	---	---
1	Captan	No	0.7 bcd	13	24	---
1	Ninguno	Si	0.3 bcd	7	25	---
1	Sulf. de Cobre	Si	1.0 bcd	15	---	---
1	Captan	Si	1.0 bcd	18	19	---
3	Ninguno	No	0.01 d	0.0	---	---
3	Sulf. de Cobre	No	0.2 cd	4	---	---
3	Captan	No	1.1 ab	26	24	12
3	Ninguno	Si	0.4 bcd	6	---	---
3	Sulf. de Cobre	Si	0.8 bcd	14	19	8
3	Captan	Si	1.1 ab	22	22	14
5	Ninguno	No	0.5 bcd	9	---	---
5	Sulf. de Cobre	No	0.5 bcd	8	22	---
5	Captan	No	0.8 bcd	16	22	12
5	Ninguno	Si	0.6 bcd	12	---	---
5	Sulf. de Cobre	Si	0.4 bcd	9	20	10
5	Captan	Si	1.3 a	26	21	12

--- No se calculó por no haber germinación en una o varias repeticiones o porque toda la germinación se realizó en una sola evaluación.

En la columna de los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente. Tukey 0.05

### III) Emergencia de *E. polystachya* en dos tipos de arena y uno de turba, siembra en macetas en invernadero.

#### Análisis gráfico.

Las curvas (Figura 12) que se relacionaron entre sí por la semejanza entre porcentajes y comportamiento entre curvas fueron: primero los dos sustratos de la gravilla gris que obtuvieron el mayor porcentaje de germinación, después se encuentran la arena negra gruesa y la turba sobresaliendo la primera por un bajo porcentaje. Siguiendo las curvas anteriores, se encuentra la arena negra mediana, que obtuvo bajo porcentaje y por último la arena negra fina, en donde no hubo germinación, lo que indica, que es la menos apropiada para la siembra de palo dulce.

La emergencia en la turba y en las arenas negras mediana y gruesa se inició hacia los 8 días a partir de la siembra, estabilizándose hacia los 18 días, momento en el cual se inicia la mayor parte de la emergencia en las siembras realizadas en los sustratos de gravilla gris, en las cuales las curvas alcanzan mayor altura (Figura 12).

Los porcentajes totales obtenidos en los sustratos utilizados se observan con sus amplitudes y por separado en las gráficas de la Figura 13.

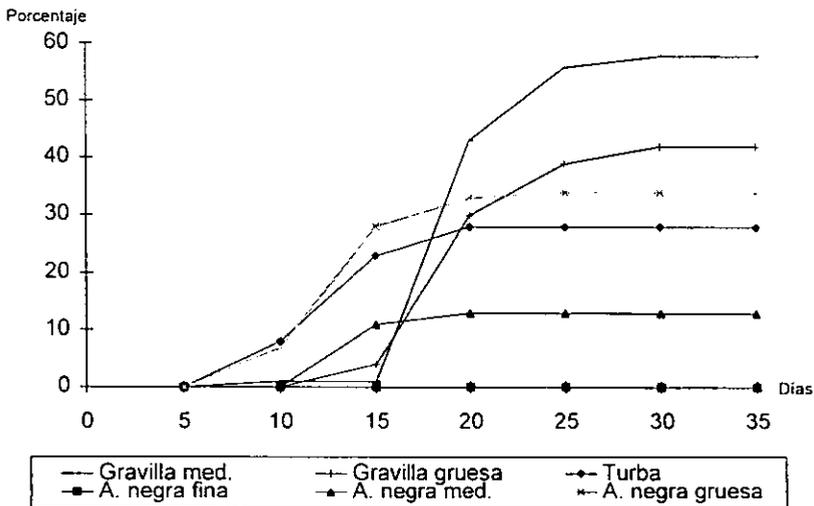
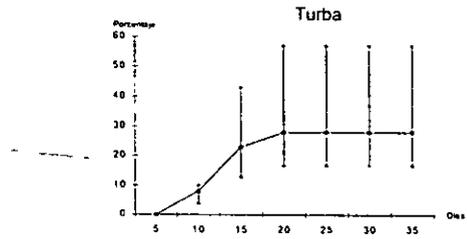
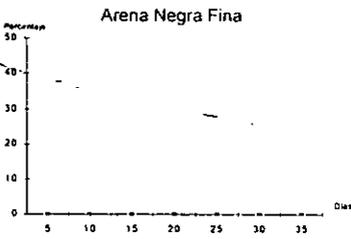
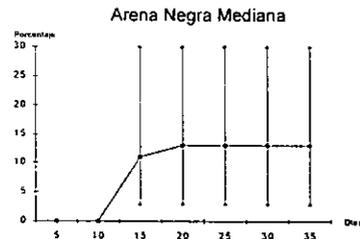
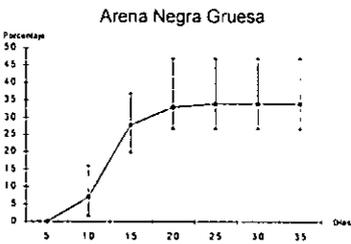
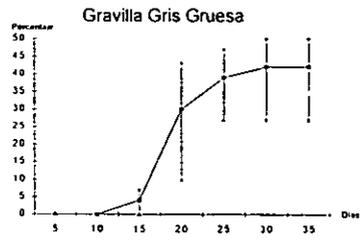
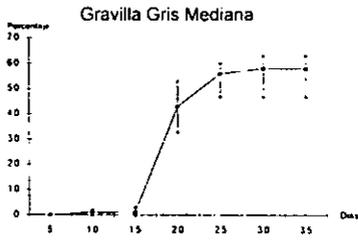


Fig. 12 Efecto de 6 diferentes sustratos sobre la germinación de diásporas de *Eysenhardtia polystachya*



**Fig. 13 Efecto de 6 diferentes sustratos sobre la germinación de diásporas de *E. polystachya***    ◆ max    — med    ▲ min

**Análisis numérico.**

En la arena negra, se encontró que la calidad de emergencia se relacionó directamente con el tamaño del sustrato; con las partículas finas no hubo emergencia, mientras que con las medianas se alcanzó el 13% y 34% la gruesa (Cuadro 5). En el caso de la Turba la emergencia fue del 28%.

Los mejores porcentajes germinativos se obtuvieron con los sustratos de gravilla gris, la mediana con 58% y la gruesa con 42%, no obstante que la emergencia fue más lenta, pues requirió de unos 20 días, en comparación con los valores de la arena negra y en la turba que se presentó alrededor de los 14 y 12 días respectivamente (Cuadro 5).

Al comparar la calidad germinativa de Maguire en la turba con los sustratos de gravilla gris y arena negra gruesa, se obtuvo un valor estadísticamente similar, pero la turba no resultó un sustrato adecuado para el desarrollo de *E. polystachya*, ya que las plantas no se desarrollaron completamente y tuvieron raíces defectuosas. Se realizaron algunas mediciones de la longitud del tallo y de la raíz a los 2 meses de germinación y se observó que el tallo de las plántulas obtenidas en turba media un promedio de 1.3 cm y la raíz alcanzaba unos 2 cm y por lo general tenía forma de "J"; en el resto de los sustratos los tallos habían alcanzado longitudes promedio entre los 6 y 8 cm, con el largo de las raíces entre los 14 y los 18 cm.

**Cuadro 5 Emergencia de *E. polystachya* en relación con el tamaño de partículas del sustrato empleado**

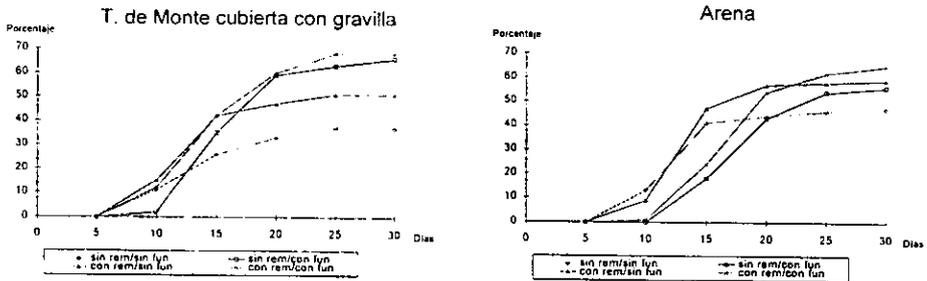
TRATAMIENTO PREGERMINATIVO	INDICE DE MAGUIRE	PORCENTAJE GERMINATIVO	DIAS MEDIOS	INTERVALO DE GERMINACION
Gravilla Gris				
Mediana (de 1 a 4 mm)	2.8 a	58	19	4
Gruesa (de 4 a 19 mm)	2.1 ab	42	20	6
Arena Negra				
Fina (1 mm o menos)	0.0 c	0	----	----
Mediana (de 1 a 4 mm)	0.9 bc	13	14	2
Gruesa (de 4 a 10 mm)	2.6 ab	34	13	6
Turba				
Fina (1 mm o menos)	2.2 ab	28	12	6

---- No se calculo por no haber germinación en una o varias repeticiones o se realizó en una sola evaluación.  
 En la columna de los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente. Tukey 0.05

**IV) Emergencia de *E. polystachya* en relación con el empleo de tierra negra, tierra negra cubierta con gravilla, gravilla y arena de río; aplicación de fungicida (captan) y el tratamiento de remojo y secado de las diásporas en macetas en invernadero.**

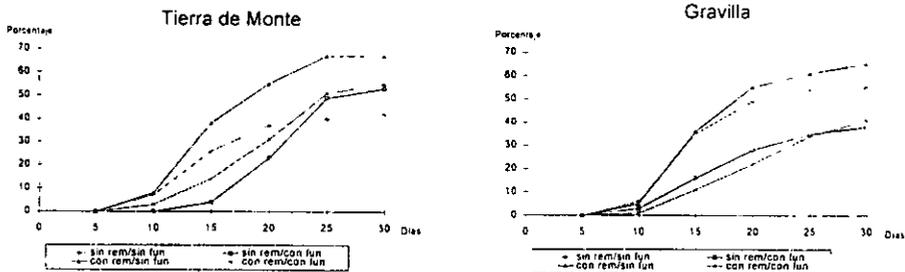
**Análisis gráfico.**

En todos los sustratos las mejores combinaciones incluyeron a las diásporas remojadas y secadas, las cuales alcanzaron porcentajes entre el 60 y el 70% de germinación (Figuras 14 y 15) ya que las no remojadas alcanzaron porcentajes entre el 30 y 60%. Las curvas germinativas obtenidas en las siembras realizadas en tierra de monte cubierta de gravilla y arena de río (Figura 14), tendieron a ser más cercanas al eje de los porcentajes, que las efectuadas exclusivamente en tierra o en gravilla (Figura 15). Esto indica una menor velocidad de emergencia en estos últimos sustratos.



**Fig. 14 Germinación de diásporas de *Eysenhardthia polystachya* en diferentes sustratos y con 4 variantes**

En la siembra realizada en tierra de monte cubierta con gravilla y arena de río, en las curvas de los tratamientos que incluyeron la aplicación del fungicida, no hubo retraso y alcanzaron altos porcentajes germinativos de 55 a 70% (Figura 14). Por el contrario, en las siembras realizadas en tierra de monte y gravilla, las combinaciones que incluyeron la aplicación del pesticida, tuvieron una germinación más lenta con porcentajes entre 35 y 55 (Figura 15).

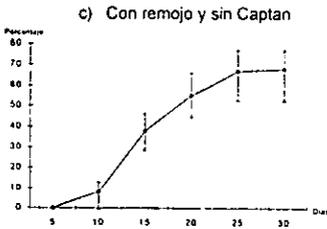
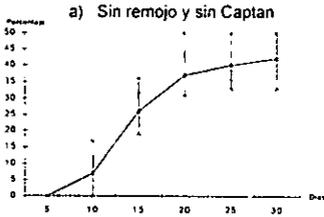


**Fig. 15 Germinación de diásporas de *Eysenhardtia polystachya* en diferentes sustratos y con 4 variantes**

En las Figuras 16 y 17 se presentan las gráficas individuales y con sus valores máximo y mínimo, con lo que podemos observar que los mayores porcentajes fueron para las pruebas con diásporas remojadas (incisos c y d) que con las no remojadas (incisos a y b).

Con relación al fungicida empleado en los sustratos tierra de monte cubierto con gravilla y arena de río, se presentaron mejores resultados que con los sustratos de tierra de monte y de gravilla, ya que su germinación fue más homogénea en cada repetición.

## Tierra de Monte



## Tierra de Monte cubierta con Gravilla

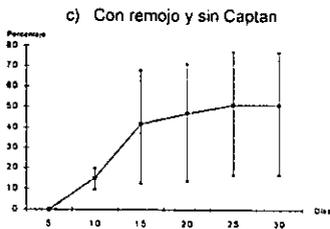
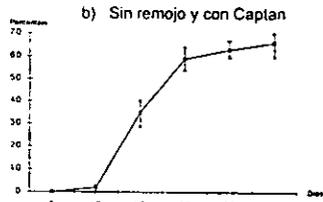
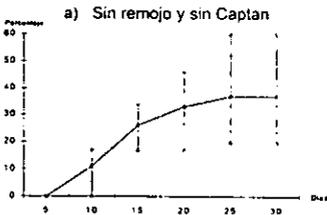
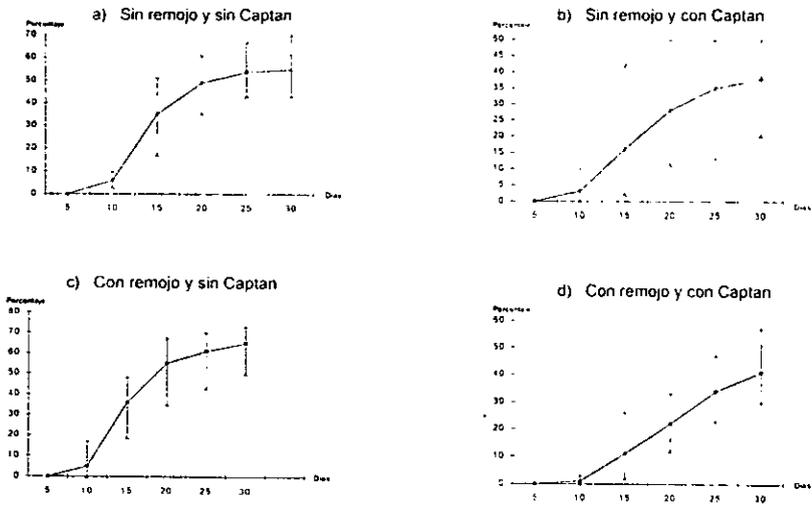


Fig. 16 Germinación de diásporas de *E. polystachya* en diferentes sustratos

◆ max — med ▲ min

## Gravilla



## Arena

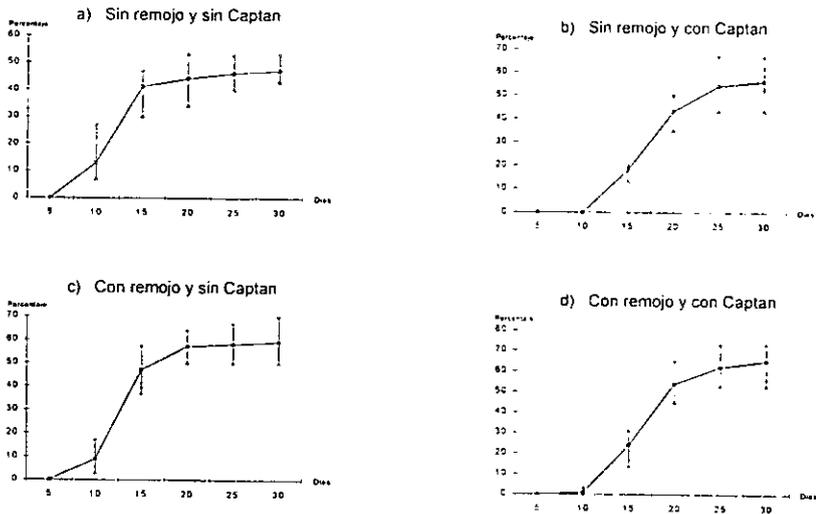


Fig. 17 Germinación de diásporas de *E. polystachya* en diferentes sustratos

◆ max — med ▲ min

## Análisis numérico.

### Significancia de las interacciones

Las únicas interacciones estadísticamente significativas se obtuvieron en el índice de Maguire y en el porcentaje de germinación, variables en las que la respuesta al fungicida dependió del sustrato empleado (Cuadro 6).

El sustrato tuvo un efecto independiente estadísticamente importante, sobre el tiempo de germinación y el estrangulamiento; mientras que el fungicida únicamente lo tuvo sobre el tiempo de germinación. Por su parte el remojo tuvo un efecto independiente y significativo, sobre el índice de Maguire y el porcentaje de germinación.

**Cuadro 6 Probabilidad de obtener un valor de F mayor o igual al observado, en la emergencia de *E. polystachya* en relación con el sustrato, la aplicación de remojo y de fungicida.**

FUENTES DE VARIACION	INDICE DE MAGUIRE	PORCENTAJE GERMINATIVO	DIAS MEDIOS	INTERVALO DE GERMINACION	AHOGAMIENTO
SUSTRATO (A)	0.022*	0.415	0.000*	0.260	0.001
REMOJO (B)	0.003*	0.002*	0.999	0.032*	0.808
FUNGICIDA	0.006*	0.462	0.000*	0.921	0.439
AB	0.500	0.797	0.664	0.711	0.079
AC	0.0003*	0.0001*	0.235	0.235	0.896
BC	0.205	0.062	0.204	0.414	0.302
ABC	0.832	0.651	0.719	0.484	0.840

\* Significativo al 0.05

## Calidad de la germinación

La mejor emergencia se obtuvo con la aplicación del tratamiento de remojo y secado, factor que como se dijo actuó en forma independiente de los demás (Cuadro 7). La mejor calidad de emergencia en este caso no se debió a diferencias en los porcentajes, los cuales son cercanos. Por el contrario, la respuesta al fungicida dependió del sustrato empleado, solo en las siembras realizadas exclusivamente en gravilla, el fungicida tuvo un efecto significativo (Cuadro 8); el cual fue consistente en reducir la calidad de la germinación. Sin el pesticida, el índice de Maguire fue estadísticamente igual en los sustratos.

**Cuadro 7 Calidad de germinación en *E. polystachya* en relación a la aplicación de remojo 48 h y secado previo a la siembra.**

TRATAMIENTO	INDICE DE MAGUIRE	PORCENTAJE DE GERMINACION
Testigo	3.18 b	49
Semillas remojadas (por 48 h y secadas por 24 h)	3.87 a	50

Las medidas seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre si. Tukey 0.05

**Cuadro 8 Calidad de germinación de *E. polystachya* en relación con el sustrato y la aplicación de fungicida (Captan).**

SUSTRATO	INDICE DE MAGUIRE		PORCENTAJE DE GERMINACION		
	TESTIGO	FUNGICIDA CAPTAN	TESTIGO	FUNGICIDA CAPTAN	TIEMPO GERM. (D.M)
Tierra de Monte	3.73 ab	2.64 bc	55	54	17
Tierra de Monte cubierta con Gravilla	3.42 abc	4.47 a	44	67	13
Arena de río	4.14 a	3.47 abc	53	60	15
Gravilla	4.08 a	2.24 c	60	40	16

Las medidas seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre si. Tukey 0.05

### Velocidad de germinación

La aplicación del fungicida, retrasó notablemente la emergencia, de unos 14 días en el testigo, a unos 17 con el tratamiento. Así mismo, el pesticida produjo una germinación un poco menos uniforme (Cuadro 9).

**Cuadro 9 Velocidad de germinación en *E. polystachya* en relación con el fungicida (Captan).**

TRATAMIENTO PREVENTIVO	TIEMPO MEDIO (DIAS)	DESVIACION TIPICA (DIAS)
Testigo	13.47 b	3.46 b
Fungicida	17.28 a	4.08 a

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre si. Tukey 0.05.

### Incidencia del estrangulamiento

La cantidad de plántulas que murieron a causa de infecciones postemergentes no alcanzó el 11%, la mayor incidencia se observó al emplear tierra de monte. Con el empleo exclusivo de gravilla, las pérdidas por estrangulamiento se redujeron a menos del 1.67% (Cuadro 10). En cuanto a la arena de río, se obtuvieron valores intermedios entre los obtenidos con tierra de monte y los alcanzados con gravilla.

**Cuadro 10 Incidencia de estrangulamiento en *E. polystachya* con relación al sustrato.**

SUSTRATOS	PORCENTAJE DE PLANTAS ESTRANGULADAS
Tierra de Monte	10.42 a
Tierra de Monte cubierta con Gravilla	9.51 a
Arena de río	5.00 ab
Gravilla	1.67 b

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre si. Tukey 0.05

## DISCUSION

En esta especie a diferencia de muchas otras leguminosas, no se presentan semillas impermeables (Camacho 1987), lo cual fue evidente por que las semillas que no germinaron pudieron partirse sin dificultad al momento de examinarlas.

En este trabajo se encontró que en condiciones de laboratorio la aplicación de remojo y secado no estimuló la germinación (69%) como en el caso de las diásporas con remojo por 48 h y secadas por 24 h con un porcentaje cercano al 100%, de los trabajos de Camacho (1987) y de González y Camacho (1987), esta diferencia se pudo deber a la temperatura de incubación, estos autores emplearon 23 y 30°C, mientras que en el presente trabajo se usaron 25°C. Nikolaeva (1968) menciona que la respuesta a los inhibidores presentes en las cubiertas, puede relacionarse con la presencia de un "estrés" térmico.

Con base en lo anterior, quizá la cantidad de inhibidores eliminada por el remojo, no sea suficiente para estimular la germinación a la temperatura empleada, sino que se requiere una eliminación más completa como la lograda al quitar el pericarpio ya que con esta acción se obtuvieron mejores resultados. También es posible que esta cubierta, a ciertas temperaturas, tenga un efecto más restrictivo como obstáculo a la difusión de los gases o a la pérdida de inhibidores. Para verificar todo esto se requieren hacer experimentos explorando un intervalo de temperaturas entre los 10 y 40°C, y con base en los resultados obtenidos, hacer evaluaciones de extractos y permeabilidad de la cubierta a gases y a inhibidores.

Un hecho interesante es que en *E. polystachya* el efecto del remojo fue más manifiesto en las siembras realizadas en suelo que en las efectuadas en laboratorio, cuando generalmente sucede lo contrario en semillas que presentan latencia o dormición química como ocurrió en el trabajo de Camacho y Ramírez (1987) en *Schinus molle*.

Una explicación de lo anterior, es que el tratamiento de remojo no sólo elimina los inhibidores presentes, sino que también ayuda a eliminar

contaminantes presentes en la cubierta externa (Landis, 1989), lo cual deberá evaluarse en trabajos de microbiología.

Al parecer, los bajos porcentajes de emergencia observados en siembras realizadas en suelo en trabajos anteriores, están relacionados con el empleo de sustratos compuestos por partículas finas, en los cuales las plántulas de *E. polystachya* tienen dificultades para emerger y presentan una mayor incidencia de ahogamiento preemergente.

Las dificultades en la emergencia se manifiesta en que las diásporas sembradas en tierra, tardaron más en emerger cuando se les cubrió con tierra que cuando se les cubrió con gravilla.

La lenta emergencia obtenida cuando se sembró exclusivamente en gravilla, quizá se relaciona con una menor disponibilidad de agua para la imbibición de la semilla y para comprobarlo habría que hacer seguimiento de la imbibición con pesadas periódicas de las semillas extrayéndolas del sustrato.

En cuanto a la incidencia del ahogamiento preemergente en sustratos compuestos por partículas finas, se constató mediante el examen de las multiceldas, en las que las semillas que no germinaron, se encontraron podridas en su gran mayoría, esto debido al compactamiento del sustrato lo que provoca que haya menos aireación y produzca la pudrición por el estancamiento de agua.

La razón del empleo de la arena negra es porque existe en la Sierra de Sta. Catalina y en el Pedregal de San Angel, en la que *E. polystachya* es relativamente abundante; hace falta comprobar que esta especie tienda naturalmente a establecerse en los sitios en que se presenten agregados relativamente gruesos, mayores a 0.5 mm.

En cuanto a los sustratos probados, se descarta el empleo de la turba por no permitir el crecimiento de las plántulas, en cuanto a la tierra negra tampoco se justifica su empleo, pues la especie no la requiere y es necesario cubrir las siembras con gravilla para disminuir el ahogamiento, así como incrementar la velocidad de emergencia.

Es preferible el empleo de arena de río, o bien de almácigos de gravilla para el trasplante posterior a envases.

De los fungicidas empleados para esta especie no se obtuvieron resultados favorables para la germinación, ya que no demostraron gran efectividad en el control del ahogamiento.

Se recomienda el uso del remojo con secado como parte de las labores de cultivo del palo dulce.

En relación al proceso de eliminación del pericarpio a las diásporas no se recomienda éste, ya que es muy elaborado debido a que hay que quitárselo de una en una y la cantidad de diásporas a utilizar son siempre muy grandes. Además que en ensayos previos se comprobó que se pudren en el sustrato, esto puede ser por daños físicos o por daños con hongos.

## CONCLUSIONES

- La germinación de diásporas de *Eysenhardtia polystachya* en cajas petri, se vio favorecida cuando se remojan por 48 h que por 24 h y secadas por un día.
- La germinación de diásporas de *E. polystachya* en cajas petri, fue favorecida cuando se les retiró el pericarpio a las semillas testigo y semillas experimentales ya que el porcentaje de germinación fue de 97 y 94% respectivamente, además que fueron menos los días en que germinaron.
- El remojo que se les dio tanto a las diásporas con o sin pericarpio no fue un factor que influyera en la germinación, ya que los resultados entre las variables fue muy similar.
- El efecto del fungicida Sulfato de Cobre Tribásico no presentó un incremento en el porcentaje de germinación de las diásporas de *E. polystachya*, en ninguna de las pruebas de 1, 3 y 5 diásporas con y sin remojo, ya que no alcanzaron ni el 20% de germinación.
- El efecto del fungicida Captan no presentó resultados significativos en la germinación de las diásporas de *E. polystachya*, en las pruebas realizadas de 1, 3 y 5 diásporas, con y sin remojo, ya que no alcanzaron ni el 50% de germinación. Sin embargo, en comparación con el fungicida Sulfato de Cobre Tribásico, el Captan tuvo los mejores porcentajes en las pruebas con 5 diásporas con remojo (26%) y en las pruebas con 3 diásporas sin remojo (26%).
- En las pruebas realizadas con los diferentes grosores de Arena negra, Gravilla gris y con la Turba, se encontró que el presentó un mayor porcentaje de germinación fue el de gravilla gris mediana con poco más del 50%. Los demás sustratos resultaron con menos del 50%. El único sustrato en donde no hubo germinación de diásporas fue el de arena negra fina.
- El sustrato de la Turba no se recomienda para la producción de *E. polystachya* en vivero a pesar de los porcentajes de germinación obtenida, ya que impide un buen crecimiento de las plántulas y provoca un pobre desarrollo de la raíz.
- A pesar de que en la gravilla gris se presentaron los mejores porcentajes de germinación, fue en donde las diásporas tomaron más tiempo para germinar (20

días), mientras que en los demás sustratos la germinación fue en menor tiempo (12-14 días) y con menos germinación.

- En las pruebas realizadas con los sustratos de tierra de monte, tierra de monte cubierta con gravilla, arena y gravilla, los mejores porcentajes de germinación de las diásporas, fueron para la tierra de monte cubierta con gravilla y la arena, en las pruebas con y sin remojo, así como aplicando el fungicida captan con más del 55%.
- La aplicación de remojo y secado a las diásporas contribuyó favorablemente a la germinación, mientras que el efecto del fungicida dependió del tipo de sustrato, y sólo fue útil en la siembra en gravilla.
- El estrangulamiento que se presentó en las pruebas realizadas fue postemergente y a pesar de que no alcanzó el 15%, la incidencia mayor se observó en los sustratos de Tierra de monte con y sin grava.
- El tratamiento pregerminativo con mejores resultados para la germinación fue el de remojar las diásporas por 48 h y secarlas por 24 h.
- La combinación de la tierra de monte cubierta con gravilla aporta mejores beneficios para la germinación.
- La densidad de siembra para espacios pequeños (multiceldas) es entre 3 y 5 diásporas combinadas con el captan.
- La utilización de fungicidas no resultó con muy buenos beneficios ya que se presentaron diferentes resultados por lo que no son totalmente recomendados.

## BIBLIOGRAFIA

- Bazán de Segura, C. 1965. La chupadera fungosa de los pinos en almacigos peruanos. *Revista Forestal del Perú*, Vol. 1 No. 1. Perú. pp. 11-17.
- Beristain, D. F. 1981. Influencia del pH del agua de riego en la incidencia del Damping-off y el desarrollo de dos especies de pino, en almacigo. Tesis Prof. Ing. Agron. Esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 70 p.
- Bowen, J. E. 1990. Tratamiento de semillas. *Agricultura de las Américas*. Noviembre/Diciembre: pp. 42-50. México.
- Boyas, D. J. et al, 1989. Aprovechamiento tradicional del recurso forestal y su comercialización en el Estado de Morelos. *Memorias del Congreso Forestal Mexicano*. Tomo II. ANCF. pp. 647-662.
- Browner, C. H. 1985. Plants used for reproductive health in Oaxaca. *Economy Botany* 39(4): 488-493.
- Camacho, M. F. 1987. Germinación de semillas de palo dulce *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. en siembras densas. *Revista Ciencia Forestal*. México. 10(55): 35-49.
- Camacho, M. F. 1992. Estabilidad de la germinación en siembras directas de especies forestales en envase. *Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitogenética*. SOMEFI y Univ. Aut. de Chiapas. México. pp. 604.
- Camacho, M. F. 1994. Fisiología de la germinación. En: *Semillas Forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación Especial No. 2. México. pp. 12-31.
- Camacho, M. F. y Ramírez, P. M. 1987. Dormición química de semillas de pirú (*Schinus molle* L.) en tres tipos de siembra. *Revista Ciencia Forestal*. México. 12(62):3-13.
- Camacho, M. F. y Morales, V. G. 1992. Métodos para el análisis del efecto de tratamientos sobre la germinación. *Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Campo Experimental Coyoacán*. Publicación

Especial No. 1. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, CECOY. México. pp. 282-290.

- Espinosa, G. J. 1979. *Leguminosae*. En Rzedowski, J. y Rzedowski, G.C. (Ed) Flora Fanoragámica del Valle de México. CECSA. México. Vol. I. pp. 323.
- Ferrara, C. R. y Villerías, S. S. 1984. Effect of *Glomus-Rhizobium* double inoculation on the growth of *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. Nitrogen Fixing Trees Reseach Reports. 2:15-16.
- Flint, M. L. 1990. Pest of the Garden and Small Farm; a growers guidee to using less pesticide. Statewide Integrated Pest Management Project. University of California; Divition of Agriculture and Natural Resources Publication 3332. USA. pp. 132-134.
- Flinta, C. M. 1960. Prácticas de Plantación Forestal en América Latina. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal, No. 15. Italia. 497 p.
- Foroughbakhck, R. 1989. Tratamiento de semilla de catorce especies y su influencia en la germinación. Universidad Autónoma de Nuevo León. Fac. de Ciencias Forestales. México. Reporte Científico No. 11. 19 p.
- Galloway, G. y Borgo, G. 1983. Manual de viveros forestales de la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Perú. 32 p.
- Gómez, M. S. y Yáñez, M. O. 1963. Damping-off en *Pinus montezumae* y su combate. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico No. 7. México. 31 p.
- González, K. V. y Camacho, M. F. 1992. El remojo y secado estimula la germinación de semillas de palo dulce (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. ). Resumen de las Memorias del XII Coloquio de Investigación. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. México. pp 79.
- González, K. V., Camacho, M. F. y Carrillo, S. J. 1992. Propagación y crecimiento en vivero de arbustos útiles para control de erosión. Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Campo Experimental Coyoacán. Publicación Especial Número I. SARH. Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, CECOY. México. pp. 247-256.

- Hartmann, H. T. y Kester, D. F. 1987. Propagación de Plantas; principios y prácticas. Traductor. A. Marino. CECOSA. México. 810 p.
- Kurtz, M. E., Cole, A. W. and Salin, M. L. 1982. Some metabolic responses of *Rhizoctonia solani* to Napropamina. Weed Science 30 (5): 491-494.
- Landis, D. T. 1989. Disease and pest management. En: The container tree nursery manual. Landis, T. D. Tinus, R. W. Mc Donald, S. E. and Barnett, J. P. Vol. 5. USDA Forest Serv Agric. Handbk. 674. USA. pp 1-99.)
- Liegel, L. H. and Venator, C.R. 1987. A technical guide for forest nursery management in the caribbean and Latin American. U.S.D.A Forest service southern Forest Exp. Station. General Technical Report SO-67. U.S.A.
- Linares, A. M. 1992. Comercialización de los recursos forestales de la flora, fauna e insectos de la selva baja caducifolia de Morelos. Memorias de Avances de Investigación del INIFAP en Selvas Bajas Caducifolias del Estado de Morelos. Inst. Nal. de Invest. Forest. y Agropec. Centro Reg. de Invest. del Centro. México. pp. 24 -30.
- Lock, W., Sutherland, J. R. and Sluggett, L. J. 1975. Fungicide treatment of seed for damping-off control in British Columbia forest nurseries. Tree Planter's Notes. 26(3): 16-18 y 28.
- Maguire, J. D. 1962. Las Leguminosas del Estado de México. Dir. de Agricultura y Ganadería del Edo. de México. México. pp 79-81.
- Martinez, M. 1981. Speed of germination aid selection and evaluationn for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2:176-177.
- Morales, V. G. y Camacho, M. F. 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 48. pp. 123-138
- Morfin, L. L., Camacho, M. D. y Bartolo, M. L. 1989. Digestibilidad en vivo de alfalfa (*Medicago sativa*) suplementada con tres niveles de palo dulce

- (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.) II Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO-UASLP. México. pp. 68-70.
- Morfin, L. L. y Camacho, M. F. 1987. El palo dulce (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.) una alternativa para la explotación forrajera de áreas tepetatosas. Ruiz, F. F. (Ed) Uso y Manejo de Tepetates para el Desarrollo Rural. Depto de suelos. UACH. México. pp. 192-198.
- Niembro, R. A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México; naturales e introducidos. Limusa. México. pp. 85-86.
- Nikolaeva, M. C. 1968. Physiology of Deep Dormay in Seed. Trz. Z. Shapiro. I.P.S.T. press Jerusalem, Israel 220 p.
- Parraguirre, L. J. F. y Camacho, M. F. 1992. Velocidad de germinación de veintidós especies forestales tropicales. Revista Ciencia Forestal en México. 17 (72): 3-26.
- Patiño, V. F., Garza, L. M. P. de la., Villagómez, A. Y., Talavera, A. I. y Camacho, M.F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Pub. Divulgativo No. 63. México. 181 p.
- Pawuk, W. H. 1979. Fungicide convering affect the germination of souther pine seeds. Tree Planter's Notes 30 (1): 3-4.
- Perry, D. A. 1972. Interating effects of seed vigour and environment on seedling establishment. En: Seed ecology; Proceedings of the Nineteenth Easter School Agricultural Sciences. Heydecker, R.W. 1973. Univ. of Nottingham. Inglaterra. pp. 311-323.
- Petterson, G. W. 1970. Seed-protectant chemical affect germination of poderosa pine seed. Tree Planter's Notes 21(4): 25-29.
- Poswal, M. A., Atangs, P. A. and Akpa, A. D. 1992. Laboratory and glasshouse evaluation of seed treatment chemicals in relation to some seed-seedling parameters in cotton. Seed. Sci and Technol. 20: 69-76.
- Reyes, P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas, México. 344 p.

- Rzedowski, J. 1979. Principales comunidades vegetales. En: Flora fanerogámica del Valle de México. Rzedowski, J. y Rzedowski, G. C. (Ed.) CECSA. México. Vol. I. 52 p.
- Salinas, Q. R. 1978. Problemas de enfermedades de especies forestales en viveros forestales y plantaciones. Memorias de la Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 13. México. pp. 181-186.
- Sánchez, S. O. 1978. La Flora del Valle de México. Herrero México. pp 202.
- Susano, H. R. 1981 Especies forestales susceptibles de aprovechamiento como Forraje. Revista Ciencia Forestal. vol. 6(29): 31-39.
- Treviño, G. J. L. 1981. Influencia del pH del agua de riego en el desarrollo y la micorrización de dos especies de pino, en invernadero. Tesis Prof. Ing. Agron. Esp. en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 131p.
- Valle, G. P., Hernández, R. J., Iturriaga, O., Rodríguez, M. V. y Macías, V. L. 1991. Efecto de la solarización del suelo en la incidencia de la pudrición blanca del ajo (*Allium sativum* L.) en Aguascalientes. Memorias del IV Congreso de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. SOMECH. México. 75 p.
- Whittier, P. F. 1919. *Eysenhardtia*. North American Flora. 24(1):34-40.