

35
2 g.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

ESTUDIO GERMINATIVO DE Eysenhardtia
polystachya (PALO DULCE)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
JUAN CARLOS RODRIGUEZ HUERTA

Director de Tesis: Q.B. Lilian Morfín Loyden
I. A. Francisco Camacho Morfín



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCION | 3 |
| OBJETIVO | 5 |
| HIPOTESIS | 5 |
| REVISION BIBLIOGRAFICA | 6 |
| . Descripción taxonómica del palo dulce | 6 |
| . Descripción botánica del palo dulce | 6 |
| . Características fisiológicas significativas del palo dulce | 8 |
| . Usos del palo dulce | 11 |
| . Prácticas de propagación de plantas en viveros forestales | 12 |
| - Siembras densas en almácigo | 12 |
| - Trasplante anticipado | 12 |
| . Inhibición en siembras densas en semilleros | 13 |
| . Latencia de semillas | 14 |
| - Elección de tratamiento para eliminar latencia de semillas | 18 |
| MATERIALES Y METODOS | 23 |
| ANALISIS ESTADISTICO | 28 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 32 |
| . Descripción de la semilla de <u>Lysenhardtia polystachya</u> | 32 |
| . Relación del valor germinativo con sus componentes | 32 |
| . Efecto del pericarpio sobre la germinación | 36 |

| | Pág. |
|--|------|
| . Efecto de los extractos sobre la germinación | 39 |
| . Influencia de la densidad de siembra y el remojo sobre la germinación | 42 |
| CONCLUSIONES | 47 |
| BIBLIOGRAFIA | 48 |

INDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| 1. Análisis químico proximal de hojas de palo dulce % de materia seca | 9 |
| 2. Composición química proximal del palo dulce y de la alfalfa | 9 |
| 3. Digestibilidad aparente de la materia orgánica y de la proteína cruda de alfalfa suplementada con palo dulce | 10 |
| 4. Clasificación de tipos de latencia de Nikolaeva | 15 |
| 5. Efecto del daño a la cubierta sobre la germinación de semillas latentes | 22 |
| 6. Densidades de siembra evaluadas | 26 |
| 7. Índices considerados en evaluaciones de la germinación | 29 |
| 8. Selección del valor germinativo con sus componentes en semillas de <u>Eysenhardtia polystachya</u> | 34 |
| 9. Ajuste de la ecuación para estimar la capacidad, tiempo y uniformidad germinativa a partir del índice de Maguire en <u>Eysenhardtia polystachya</u> | 36 |
| 10. Efecto del pericarpio y el remojo previo a la siembra sobre la germinación de <u>Eysenhardtia polystachya</u> | 38 |
| 11. Relaciones de varianzas (F) para el efecto de la densi- dad de siembra y el remojo previo a ésta, en la germina- ción de <u>Eysenhardtia polystachya</u> en suelo | 42 |
| 12. Índice de Maguire (M) obtenido por semillas de <u>Eysenhard- tia polystachya</u> en relación con el remojo de pre-siembra y la densidad de siembra | 43 |
| 13. Efecto del remojo y la densidad de siembra sobre el ín- dice de eficiencia de una siembra en almácigo de <u>Eysen- hardtia polystachya</u> | 45 |

INDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| 1. Algunas estructuras del palo dulce (<u>Eysenhardtia polystachya</u>) | 7 |
| 2. Morfología de la semilla de <u>Eysenhardtia polystachya</u> y tratamientos aplicados | 33 |
| 3. Desarrollo de la germinación de <u>Eysenhardtia polystachya</u> en relación con los tratamientos pregerminativos | 37 |
| 4. Efecto de los extractos de semillas de <u>Eysenhardtia polystachya</u> sobre el crecimiento radicular de las mismas | 41 |
| 5. Desarrollo de la germinación de <u>Eysenhardtia polystachya</u> en relación con el remojo de semillas y la densidad de siembra | 46 |

RESUMEN

Los estudios realizados con Eysenhardtia polystachya (Palo dulce) indican que es una planta interesante debido a su rápido crecimiento y el valor del forraje, su capacidad para conservar el suelo y como planta medicinal.

El palo dulce produce abundantes cantidades de semillas todos los años, por lo que el suministro de ésta no es problema, sin embargo no hay estudios acerca de su germinación. El presente trabajo cubrió este aspecto, a través del estudio del efecto de las cubiertas sobre la germinación, y la factibilidad de realizar siembras densas en almácigo; lo cual es una práctica común en México para trasplante posterior de las plantas a envases con tierra.

Se observó que las semillas con pericarpio cortado y las semillas con esta cubierta pinchada tuvieron una germinación estadísticamente igual a la del testigo y significativamente inferior a la de las semillas remojadas y a la de las semillas sin pericarpio. El efecto que esta cubierta tiene sobre la germinación debe atribuirse a la presencia de inhibidores, ya que para eliminar el obstáculo que opone la germinación fue necesario quitarlo, el riego con extractos produjo acortamiento radicular, y el remojo estimuló la germinación.

Las siembras densas en almácigo no son una práctica conveniente en la propagación de Eysenhardtia polystachya, por que el incremento de la densidad de siembra de un 10.4 a un 100% redujo la germinación.

El remojo de la semilla previo a la siembra aminoró este efecto.

El estímulo obtenido no se perdió al secar las semillas, por lo que es un tratamiento que resulta de utilidad práctica por su sencillez.

Se recomienda sembrar la semilla de Eysanhardtia polystachya con una densidad entre 40 y 70.4 % para tener buenas producciones de plantas sin desperdiciar el almácigo.

INTRODUCCION

México es rico en leguminosas arbóreas, entre ellas hay varias especies con alto valor forrajero, que no han sido explotadas, mas que localmente en una proporción muy pequeña.

Estas plantas podrían ayudar a la recuperación de áreas erosionadas y podrían proporcionar una ayuda al sector rural al permitir alimentar ganado en áreas que ahora son improductivas.

En este caso se encuentra el Palo dulce, nombre por el que se llama a varias especies de leguminosas forrajeras del género Eysenhardtia, originarias de Norte América; se conocen 15 especies de las que en México se encuentran las siguientes (Stanley 1922) :

- a) Eysenhardtia polystachya
- b) Eysenhardtia subcoriacea
- c) Eysenhardtia texana

Los pocos estudios realizados a la primera especie indican que es una planta interesante debido a su rápido crecimiento, el valor del forraje, su capacidad para crecer en suelos erosionados y los principios medicinales que contiene (Sánchez 1978 y Susano 1981).

El primer paso para poder propagar una especie en forma masiva consiste en conocer los problemas que tiene su propagación. El palo dulce produce abundantes cantidades de semillas todos los años, por lo que el suministro de éstas no es problema, sin embargo no hay estudios acerca de su germinación. El presente trabajo pretende cubrir este aspecto, a través del estudio del efecto de las cubiertas sobre la germinación, y la factibilidad de realizar siembras densas en almácigo; lo cual es una prácti-

ca común en México para el trasplante posterior de las plantas a envases con tierra (Pimentel, 1971).

La razón de evaluar el efecto que tienen las cubiertas sobre la germinación del palo dulce, obedece a que saber los mecanismos que inhiben la germinación de las semillas de una especie, permite pronosticar cual será la reacción a la aplicación de diferentes tratamientos y condiciones ambientales.

La identificación de los mecanismos inhibitorios con la finalidad de determinar que tratamientos pueden ser útiles para estimular la germinación no requiere conocer la sustancia que inhibe la germinación ni que parte de la estructura microscópica es responsable de la inhibición, basta identificar el tipo de dormición presente.

El interés de evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre la germinación obedece a que en especies forestales se ha encontrado que conforme se incrementa ésta disminuye la germinación, por lo que hay que determinar densidades de siembra que optimicen el uso de semillas y sustratos, en la producción de plantas.

OBJETIVO

- Conocer el efecto de las cubiertas, el remojo y la densidad de siembra sobre la germinación de Eysenhardtia polystachya.

HIPOTESIS

- Eliminar las cubiertas de la semilla facilita la germinación.
- A mayor densidad de siembra se dificulta más la germinación.
- Al remojar la semilla, se reducen los problemas que tiene la germinación.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Descripción taxonómica

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoideae

Género: Eysenhardtia

Especie: polystachya

Descripción botánica

Es un árbol o arbusto de hojas imparipinadas (fig. 1), canescentes. Tiene de 21 a 51 hojuelas oblongas u ovals de 3 a 20 mm de largo, pubescentes, algunas veces glabras, flores blancas, olorosas, melíferas, agrupadas en racimos apretados, de 4-15 cm de longitud, cáliz campanulado, tuboso, con 5 dientes subiguales. Pétalos de longitud semejante, libres entre sí. 10 estambres diadelfos, el superior libre. Ovario con 2-3 óvulos. Fruto pequeño de 10-15 mm, aplanado e indehisciente (Sánchez, 1978).

La vara dulce o palo dulce es una especie secundaria de selva baja caducifolia (Susano, 1981).

Este leguminosa se conoce vulgarmente como "Palo dulce" o "Vara dulce", "Rosilla" y "Palo cuate" (Niembro, 1986).

Es abundante en climas cálidos y templados, sobre terrenos semiáridos y calizos (Martínez, 1981).

Es frecuente en el sector central del Valle de México, Sierra de Guadalupe (Rzadowski, 1979).



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

A) Rama floral, B) Androceo y gineceo, C) Flor, D) Visto superior de una flor, E) Fruto.

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS SIGNIFICATIVAS
DEL "PALO DULCE"

El palo dulce se asocia con bacterias del género Rhizobium y con hongos endomicorrizicos. De la importancia de esta asociación se ha emprendido el estudio del uso de la doble inoculación como una tecnología necesaria para la producción de Eysenhardtia polystachya (Ferrera, 1984), a fin de favorecer la fijación de nitrógeno y la asimilación de nutrientes.

Otra característica importante se refiere a que es una planta que cuenta con un alto potencial alimenticio como forraje, ya que es una especie altamente apetecida por el ganado bovino y caprino. Sus partes aprovechables son las hojas, su forma de aprovechamiento es como ramoneo, y es aproximadamente aprovechado en un 70%. (Susano, 1981). Se considera que tiene una calidad parecida a la de Medicago sativa (cuadros 1 y 2).

Morfin y Cols. (1989) evaluaron en ovinos la digestibilidad de la materia orgánica de dietas compuestas por alfalfa y porciones de 20 hasta 60 % de forraje de palo dulce (cuadro 3). Concluyen que es conveniente suministrar hasta un 20 % de palo dulce en la dieta de ovinos cuando se alimente con alfalfa puesto que la digestibilidad de la materia orgánica no varía significativamente, aunque a este nivel se observa una digestibilidad menor de la proteína cruda con respecto a la dieta con 100 % de alfalfa.

Cabe hacer mención que durante el periodo de experimentación los animales no mostraron signos de intoxicación ni disminuyó su peso.

CUADRO # 1

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE HOJAS DE PALO DULCE % MATERIA SECA
(De Morfín y Camacho, 1987).

| fecha de recolección | Huichapan | Neucaipan | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
| | 6/XI/84 | 4/X/84 | 14/X/84 | 4/XI/84 | 13/I/85 |
| fracción cenizas | 6.26 | 6.9 | 6.69 | 7.21 | 6.87 |
| Extracto estereo | 5.29 | 5.12 | 5.89 | 7.87 | 6.47 |
| Proteína cruda (Nx6.25) | 18.45 | 19.39 | 17.5 | 15.9 | 12.88 |
| Fibra cruda | 61.17 | 52.72 | 50.76 | 46.03 | 63.16 |
| E.L.N. | 8.87 | 15.87 | 15.85 | 22.63 | 10.62 |

ELN (Extracto Libre de Nitrógeno)

CUADRO # 2

COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DEL PALO DULCE Y DE LA ALFALFA
(de Morfín y Camacho, 1987)

| Fracciones/forraje | 100% de materia seca | |
|-----------------------------|----------------------|--------------|
| | alfalfa % | palo dulce % |
| Proteína cruda (N x 6.25) | 17.93 | 16.2 |
| Extracto estereo | 3.21 | 3.2 |
| Cenizas | 9.69 | 4.5 |
| Extracto Libre de Nitrógeno | 22.82 | 31.3 |
| Fibra Det. neutro | 46.45 | 44.8 |

CUADRO #3

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MATERIA ORGANICA Y DE LA PROTEINA CRUDA DE ALFALFA SUPLEMENTADA CON PALO DULCE (De Morfin y Cols, 1989).

| Niveles alfalfa palo dulce | | Proteina cruda en el alimento | Digestibilidad de la materia orgánica | Digestib. de la prot. cruda |
|----------------------------|----|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| % | % | % | % | % |
| 100 | 0 | 17.93a | 66.02a | 69.95a |
| 80 | 20 | 16.81a | 59.01b | 63.09b |
| 60 | 40 | 17.43a | 54.40bc | 62.25b |
| 40 | 60 | 16.39a | 52.55c | 57.46b |

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa = 0.05.

USGS DEL PALO DULCE

El palo dulce se encuentra entre las plantas que se emplean como medicinales en la tradición mexicana. Los remedios con estas plantas son fuertemente preferidos para su uso durante toda la fase del ciclo reproductivo de la mujer. Empleándose también en los procesos de gestación, parto y postparto (Browner, 1985).

La madera de E. polystachya es dura, y se puede utilizar para la elaboración de mazos o mangos para martillos, palos, picos, y en trabajos ferroviarios como durmientes.

Esa madera es de color moreno rojizo, con un peso específico de 0.87. Tiene la curiosa particularidad de que si se ponen las astillas en agua, ésta toma un hermoso color azul fluorescente, que cambia al amarillo o al rojo, según la incidencia de la luz. En tiempos coloniales tuvo fama como curativa de enfermedades renales y se llamaba leño nefrítico. En la actualidad se vende en todos los mercados y se recomienda como diurético. Los campesinos ponen un trozo en el agua que beben los animales del corral, creyendo precaverlos así de enfermedades. (Martínez, 1981)

Cervantes S. (CIFAP-Morelos, Comunicación Personal) informa 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.

PRACTICAS DE PROPAGACION DE PLANTAS EN VIVEROS FORESTALES

Siembras densas en almácigo

Las semillas se distribuyen más o menos uniformemente en toda la superficie de la caja o almácigo, procurando tener una densidad de siembra fuerte, o sea, que quede un pequeñísimo espacio entre ellas.

Posteriormente se procede a cubrir perfectamente la semilla con una capa de arena de 1 a 1.5 cm de espesor (según resultados de experimentos de la unidad de bosques de Chapingo, Méx.).

En el caso de semillas pequeñas, su distribución se facilita mezclándolas con arena de río y posteriormente agregando un poco más de este mismo material para asegurar un buen cubrimiento.

Trasplante anticipado.

Al paso de las plántulas del almácigo a la sección de crecimiento, se le llama trasplante.

Las bolsas con tierra se riegan hasta humedecerlas a saturación. Una vez hecho lo anterior se trasplanta, y consiste en:

1. Hacer perforación con clavo de unos 15 cm de longitud o con un desarmador de cruz.
2. Extraer de la caja semillera, aquellas plántulas cuyas características de crecimiento se consideren las más adecuadas.

El trasplante así efectuado garantiza el prendimiento de las plantas, puesto que estas se siguen alimentando de los cotiledones de la semilla; además se asegura el buen desarrollo del sistema radical.

En el caso de árboles latifoliados de semilla pequeña conviene trasplante cuando las plántulas tienen 2 o 4 hojas.

Es de suma importancia procurar que las plántulas ya sean coníferas o latifoliadas no desarrollen mucho en el almácigo, para evitar que los futuros árboles crezcan con una raíz defec-tuosa, factor que agudiza su muerte por sequía 2 o 4 años des-pues de la plantación.

INHIBICION EN SIEMBRAS DENSAS EN SEMILLEROS

Camacho (1986) encontró, por ejemplo, que información bi-bliográfica obtenida en viveros fue contradictoria acerca de la necesidad de un tratamiento para estimular la germinación de pi-rú (Schinus molle L.) en siembras efectuadas en suelo.

Experimentos realizados con semillas de varios lotes permi-tieron explicar esta situación en términos de la pérdida de inhi-bidores a través de un gradiente de concentración (Rarírez, 1988 y Terrazas, 1987), pues se demostró la presencia de estas sustan-cias en la cubierta externa de las semillas y que la capacidad germinativa incrementa conforme disminuye la densidad de siembra en el suelo. Menciona también que el remojo en agua de las semi-llas previo a la siembra reduce la inhibición que se tiene con altas densidades.

Esta situación se presenta también en Pinus montezumae (Vilchis, 1989).

LATENCIA DE SEMILLAS

Ramírez y Camacho (1987), mencionan que para que se realice la germinación de algunas plantas como el maíz, basta que las semillas dispongan de suficiente humedad para embeberse, una ventilación similar a la de las primeras capas de un suelo bien aireado y una temperatura entre 10 y 30°C que permita el crecimiento vegetal; a estas semillas se les conoce como quiescentes. En muchas plantas silvestres y varias de las cultivadas es frecuente que las condiciones anteriores no bastan para que se realice la germinación de las semillas, aun estando vivas dichas semillas; este fenómeno se conoce en el idioma español por: dormancia, dormición, latencia, letargo y reposo entre otras denominaciones y se refiere explícitamente a la inhibición del proceso germinativo.

Dichos autores consideran que la latencia tiene un papel importante en la adaptación de las plantas al medio ambiente, su presencia obedece a mecanismos fisiológicos que varían con la especie y tienen la función de repartir en el tiempo y el espacio la germinación de la población de semillas. La anulación de estos mecanismos inhibitorios requieren que ocurra un evento ambiental que indique que las condiciones del medio son adecuadas para que las plántulas producidas tengan una probabilidad alta de alcanzar a reproducirse.

El estudio de los mecanismos inhibitorios presentes en las semillas con latencia en interacción con los fenómenos ambientales periódicos del habitat, no solo enriquecerán los conocimientos en ecofisiología vegetal, sino que también serán de gran utilidad en la explotación de los recursos forestales y forrajeros, así como en el control de malezas en la agricultura.

CUADRO 4 CLASIFICACION DE TIPOS DE LATENCIA DE NIKOLAIEVA
(1977)

| SIMBOLO | TIPO DE LATENCIA | CAUSA | EXIGENCIAS PARA GERMINAR. | EJEMPLO. |
|---------|---|---|---|-------------------------------|
| A | Tipo de dormición exógena, en que la inhibición reside en las cubiertas expuestas al medio ambiente. | | | |
| Af | Física | Impermeabilidad de la testa al agua. | Perforación de la testa. | <u>Gledichia spp.</u> |
| Aq | Química | Presencia de inhibidores en la cubierta. | Eliminación de la cubierta o lixiviación de inhibidores. | <u>Fraxinus rinchophylla.</u> |
| Am | Mecánica | Resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión. | Debilitamiento de las cubiertas. | <u>Eleagnus angustifolia</u> |
| B y C | Tipos de dormición endógena, en que la inhibición reside en el embrión y en ocasiones las cubiertas que están en contacto directo con este. | | | |
| B | Morfológica. | Presencia de embriones rudimentarios | Temperaturas y humedad que permita crecer al embrión. | <u>Elaeis guineensis.</u> |
| C | Fisiológica | Bloqueos metabólicos en el embrión y baja permeabilidad de las cubiertas a los gases. | Como hay grandes diferencias en la profundidad, se tienen subtipos con distintas exigencias para germinar | |

CONTINUACION DEL CUADRO 4,

| SIMBOLO | TIPO DE LATENCIA | CAUSA | EXIGENCIAS PARA GERMINAR | EJEMPLO, |
|------------------|----------------------------|---|--|---|
| CI | Fisiológica leve | Idem. Debil | Luz, ciertas temperaturas, almacenamiento en seco, daño a cubiertas, período corto de enfriamiento en húmedo. | <u>Triticum spp</u> <u>Impatiens</u> <u>Balsamina</u> |
| C2 | Fisiológica Intermedia. | Idem Intermedia. | Período mas largo de enfriamiento en húmedo que puede acortarse al dañarse las cubiertas, o con estimulantes químicos. | <u>Acer negundo</u> |
| C3 | Fisiológica profunda. | Idem, profunda. | Únicamente un período prolongado de enfriamiento en húmedo. | <u>Acer tataricum</u> <u>Malus sylvestris.</u> |
| B-C | Morfofisiológica. | Combinación de embriones rudimentarios con dormición fisiológica. | Combinación de períodos con temperaturas altas con períodos de enfriamiento en húmedo. | Hay subtipos. |
| B-C2 | Intermedia simple. | Idem | Un período calido y luego uno frio. | <u>Aralia mandshurica</u> |
| B-C3 | Profunda simple. | Idem | Idem | <u>Panax ginseng</u> |
| B-C ₃ | Profunda simple epicotilar | Idem, con inhibición del crecimiento del tallo, | Idem, | <u>Viburnum opulus</u> |

CONTINUACION DEL CUADRO 4

| SÍMBOLO | TIPO DE LATENCIA | CAUSA | EXIGENCIAS PARA GERMINAR | EJEMPLO |
|-------------------------------|------------------------|--|---|-----------------------------|
| B-C ₃ ^d | Profunda simple doble. | Idem, con inhibición del crecimiento del tallo y la raíz. | Idem, más un período cálido para el desarrollo de la raíz y otro de frío para liberar el crecimiento del tallo. | <u>Trillium spp.</u> |
| BC-C ₂ | Intermedia compleja. | Idem, pero el embrión requiere baja temperatura para crecer. | Un período prolongado de enfriamiento en húmedo. | <u>Aralia continentalis</u> |
| BC-C ₃ | Profunda compleja. | Idem. | Idem. | <u>Tulipa tarda</u> |

Otro aspecto importante por estudiar, en las semillas latentes son los tratamientos que deben aplicarse con el fin de propagar por semilla especies de gran importancia económica como: el manzano, duraznero, tamarindo, anona, guaje y muchas leguminosas forrajeras, ya que sin la aplicación de los tratamientos se obstaculizan muchas labores de siembra, trasplante, injerto y control de malezas, entre otras, debido a lo lento y poco uniforme de la germinación, además, se tendría frecuentemente un establecimiento limitado del cultivo en el campo por lo bajo de los porcentajes de germinación obtenidos, lo cual implica un desperdicio enorme de semilla, que por otra parte, su adquisición no siempre es fácil.

De acuerdo con Nikolaeva (1977) los mecanismos causantes de la latencia de semillas pueden estar tanto en las cubiertas más expuestas al medio ambiente como en los tejidos internos, esta autora propuso una clasificación de tipos de latencia fundamentada tanto en el mecanismo inhibitorio presente como en las exigencias para eliminarlo. (cuadro 4)

Elección de tratamientos para eliminar latencia de semillas.

Básicamente se tienen dos formas de establecer el mejor tratamiento para estimular la germinación de semillas latentes de una especie: a) aplicar tratamientos diversos sin tomar en cuenta el mecanismo inhibitorio presente, b) aplicar un tratamiento que de acuerdo con consideraciones fisiológicas puede eliminar la latencia, probando un intervalo amplio de intensidades de tratamiento.

Las desventajas del primer método residen en que se reali-

za frecuentemente mucho trabajo inútil y nada asegura que un tratamiento útil se esté probando a una intensidad que pueda eliminar la latencia en las semillas de la especie trabajada. El segundo método no tiene estas limitantes y es especialmente valioso cuando se evalúa en tratamiento en el mismo intervalo de intensidad en semillas con un mismo tipo de latencia pero de distintas especies, pues permite establecer los lineamientos generales para la aplicación de un tratamiento determinado, la germinación de las semillas de una especie, permite pronosticar cual será la reacción a la aplicación de diferentes tratamientos y con condiciones ambientales.

Sería absurdo aplicar reguladores de crecimiento a las semillas con latencia física intactas, pues no es posible que los absorban; otro absurdo sería aplicar tratamientos con caústicos a semillas con latencia morfológica, pues el problema radica en propiciar al crecimiento del embrión y estas sustancias únicamente pueden dañar a las semillas.

La identificación del papel de las partes de la semilla en la germinación permite identificar los tipos de latencia, este método propuesto por Nikolaeva (1969) consiste en efectuar siembras en cajas de petri con papel o arena de semillas con cada una de las cubiertas dañadas o eliminadas hasta llegar al embrión extraído; los experimentos se efectúan tanto a temperatura óptima para la germinación, oscilante de 10 a 20°C como a las óptimas para el enfriamiento en condiciones húmedas oscilante de C a 10°C. Paralelamente se obtienen datos acerca de la inhibición y respiración de las semillas sin cada una de sus cubiertas, también se evalúa el efecto inhibitorio de los extractos acuosos de cada

cubierta sobre la germinación de los embriones extraídos o las semillas de otra especie; finalmente se observa el desarrollo de los embriones extraídos germinados cuando se les trasplante al suelo.

Unicamente habría agregar que se requiere de una evaluación de la resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión, la cual se puede efectuar según los lineamientos de Eshahi y Leopold (citados por Koller, 1972). En algunos casos conviene observar el desarrollo de los embriones sin sus cotiledones (Janerette, 1978).

Una alternativa (fundamentada en el estudio publicado por Camacho, 1987), es la identificación de los mecanismos inhibitorios con base en el efecto que tiene sobre la germinación es dañar de diferentes formas las cubiertas (cuadro 5).

Este autor considera que los mecanismos que inhiben la germinación pueden identificarse mediante el efecto que se tiene al dañar las cubiertas. Así, una semilla en la que pinchar la cubierta estimula la germinación tanto como quitarla, debe considerarse impermeable; si lo es al agua, la semilla no habrá cambiado de volumen después de la siembra, si lo es al aire, la semilla estará embebida. Cuando pinchar no estimula la germinación, pero debilitar la cubierta mediante cortes en el sitio en que emerge la radícula o abrirla presionándola, elimina la latencia tan completamente como quitar la cubierta; se tiene un caso de lo que Nikolaeva, llama latencia mecánica, en la que la inhibición resulta de la resistencia mecánica que la cubierta opone al crecimiento del embrión, y/o que ésta es un obstáculo selectivamente permeable a los reguladores del crecimiento presentes en el interior de la

semilla.

Si lo único que evita la latencia es quitar la cubierta, esto se debe a que contiene inhibidores, o sea que se tiene latencia química.

La latencia morfológica se evidencia en que en las disecciones se encuentran embriones rudimentarios, mientras que en la fisiológica profunda, se va a manifestar en que los embriones extraídos tienen dificultad para germinar, y su crecimiento es lento y deforme.

La identificación de los mecanismos inhibitorios con la finalidad de determinar que tratamientos pueden ser útiles para estimular la germinación no requiere ni conocer la sustancia que inhibe la germinación ni que parte de la estructura microscópica es responsable de la inhibición, basta identificar el tipo de latencia presente.

Se ha dicho que la germinación termina cuando emerge la radícula, sin embargo este criterio no es conveniente para estudiar la latencia, pues como se ha visto en ocasiones se presenta inhibición del crecimiento del epicótilo. Por otra parte en siembras realizadas en suelo no es posible observar la emisión de la radícula, por lo que el criterio de germinación debe ser la emergencia de la plántula.

CUADRO 5. EFECTO DEL DAÑO A LA CUBIERTA SOBRE LA GERMINACION
DE SEMILLAS LATENTES (Ramírez y Camacho, 1987).

| Propiedad inhibitoria presente en la cubierta | Perforación por pinchado | Debilitamiento por presión o cortes | Eliminación completa |
|---|--------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| IMPERMEABILIDAD | E | E | E |
| RESISTENCIA MECANICA | NE | E | E |
| CONTENIDO DE INHIBIDORES | NE | NE | E |

E= Estimulación de germinación.

NE= Germinación menor o igual a la de semillas intactas.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de los experimentos de Eysenhardtia polystachya, la semilla se colectó de 10 arbustos en el Santuario de los Remedios, Naucalpan, Edo. de México, en febrero de 1987.

La semilla se almacenó a una temperatura de 3^o C en las instalaciones del CIFAP-DF, hasta el momento de realizar la siembra.

Como primer paso para el presente trabajo se procedió a hacer un estudio morfológico de la semilla, para lo cual se le disectó.

Para cubrir los objetivos se realizaron dos experimentos que se describen a continuación, en los que se usó un diseño completamente al azar y se efectuaron cuatro repeticiones por tratamiento.

1er. Experimento. Determinación del efecto de las cubiertas de las semillas sobre la germinación, en siembras realizadas en cajas de petri.

Cada unidad experimental consistió en una caja de petri en la que se sembraron 25 semillas, cabe mencionar que las cajas de petri usadas fueron previamente esterilizadas y tenían dos discos de papel filtro como sustrato.

En la realización del experimento se realizaron los siguientes tratamientos; que se eligieron de acuerdo con la propuesta de Camacho (1985):

- a) Testigo: semillas que no se les aplicó ningún tratamiento.
- b) Semillas pinchadas: con una aguja de disección se perforó la

cubierta externa, en el extremo opuesto al que se ubica la semilla botánica para evitar dañarla.

- c) Semillas cortadas: se eliminó el extremo de la cubierta externa opuesto al que se ubica la semilla botánica, mediante un corte con tijeras.
- d) Semillas sin pericarpio: a las que se les eliminó su cubierta externa.
- e) Semillas remojadas: por un período de 24 horas. El remojo se realizó de la siguiente manera:

Las semillas fueron contadas y colocadas en bolsas de malla plástica con el objeto de facilitar su manejo, posteriormente se colocaron en frescos con un litro de agua de la llave durante 24 horas. Finalmente se procedió a sacarlas después del lapso correspondiente, para sembrarlas junto con los demás tratamientos.

El remojo de las semillas se inició cuando se sembraron el resto de los tratamientos, con el fin de evitar ventajas debidas al momento en que se inició la inhibición.

Las unidades experimentales se distribuyeron en dos charolas de una germinadora, ajustada a una temperatura de 22°C. Los riegos se efectuaron con agua destilada de acuerdo con las necesidades de cada unidad experimental.

La duración del experimento fué de 15 días, durante los cuales se hicieron evaluaciones del número de semillas germinadas diariamente excepto sábados y domingos.

Se consideró que la germinación ocurrió cuando la radícula tenía 1.5 cm, a fin de observar la normalidad de su crecimiento (pelos radicales y el estado del meristemo).

2do. Experimento. Bioensayo de los extractos de las semillas del palo dulce.

Con el objeto de comprobar si las cubiertas de las semillas de Eysenhardtia polystachya contienen inhibidores (sustancias que retrasan el crecimiento), se evaluó el efecto de los extractos de éstas sobre el crecimiento radicular.

Los extractos se obtuvieron remojando en 25 ml de agua destilada 300 semillas intactas de E. polystachya, en un frasco obscuro y a una temperatura de 25° C durante 48 horas. El líquido obtenido se usó para regar una siembra de semillas sin pericarpio de esta planta, las cuales se sembraron como en el primer experimento.

Los testigos fueron una siembra de semillas sin pericarpio y otra de semillas intactas regadas con agua destilada.

La evaluación consistió en medir la longitud de la radícula y la presencia de pelos radicales.

3er. Experimento. Determinación del efecto de la densidad de siembra y el remojo de la semilla sobre la germinación en suelo.

Los tratamientos evaluados consistieron en combinar cuatro densidades de siembra con tres formas de preparar la semilla para la siembra. Estas fueron:

- a) Testigo.
- b) Remojo durante 24 horas y 24 horas de secado posterior.

El remojo se realizó de la misma manera que en el primer experimento, se utilizó un frasco y una bolsa de malla para las semillas que se sembrarían en cada una de las unidades experimentales. El secado se realizó en un horno con ventilación forzada a 30° C.

- c) Remojo de 24 horas y siembra inmediata, el tratamiento se inició el día que se sembraron los anteriores, la siembra se realizó el día siguiente; esto tuvo la finalidad de evitar ventajas debidas a que un tratamiento inicie su imbibición antes que otro.

Las siembras se hicieron en botes cilíndricos de 12.2 cm de altura y 6.5 cm de diámetro; los cuales se llenaron con 380 gr de tierra hasta 2.5 cm antes del borde superior.

Se definió como una densidad del 100% a aquella en que se tiene un número de semillas por unidad de superficie tal que, cada semilla está en contacto directo con las semillas que le rodean y están en conjunto, forman una capa continua de una semilla de espesor. (Terrazas, 1987)

Para los botes que se usaron la densidad de siembra de 100% fue de 125 semillas, en el experimento se evaluaron densidades de 10, 40, 70 y 100% (Cuadro 6).

CUADRO 6

Densidades de siembra evaluadas

| Densidad en % | Número de semillas sembradas en un círculo de 65.5 mm. |
|---------------|--|
| 100 % | = 125 |
| 70 % | = 88 |
| 40 % | = 50 |
| 10 % | = 13 |

La siembra se realizó colocando las semillas sobre la tierra distribuyéndola en toda la superficie. Se etiquetaron los botes con sus respectivos datos (densidad, número de semillas, número de repetición y fecha de siembra). Se agregó a cada bote 77 gr de arena sílica para cubrir las semillas con una capa de 1 cm de grosor. La arena utilizada se lavó con una solución de ácido sulfúrico al 1.0 % diluido en agua, durante 12 horas, esto se hizo con la finalidad de eliminar restos de materia orgánica, después se enjuagó con agua corriente y se secó en el horno. La arena se utilizó porque facilita la emergencia y los conteos (Ramírez, 1988), además frecuentemente se emplea para cubrir las siembras en los almácigos. (Pimentel, 1971)

Durante el experimento los botes estuvieron colocados en una mesa dentro del laboratorio de semillas del CIFAP-DF. Las siembras dispusieron de iluminación natural durante el día.

En el primer riego después de la siembra se aplicaron 100 ml de agua por bote, posteriormente los riegos fueron semanales aplicando 15 ml por bote.

La duración del experimento fue de 27 días durante los cuales se hicieron evaluaciones del número de semillas germinadas con la misma frecuencia del experimento anterior.

La temperatura de la tierra de los botes tuvo una media de 21.79, una máxima de 23° C y una mínima de 20° C.

Se consideró que la germinación ocurrió cuando las plántulas emergían de la arena y desaparecía el gancho del hipocótilo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una forma sencilla y completa de comparar la germinación, que se obtiene al aplicar algunos tratamientos a la semilla de una especie, es mediante el análisis de gráficas de germinación acumulada respecto al tiempo transcurrido desde la siembra.

Las conclusiones a que se llega, resultan de considerar simultáneamente:

- a) La máxima altura que alcanza la línea correspondiente en cada tratamiento; mientras más se separe del eje del tiempo más completa será la germinación; es decir se incrementa la capacidad germinativa.
- b) La distancia de dicha línea al eje de la germinación acumulada; conforme se reduce, disminuye el tiempo a la germinación.
- c) La inclinación de la línea, en la etapa anterior a la que la germinación acumulada se estabiliza; mientras más vertical sea la línea en esta parte, mayor será la uniformidad germinativa.

Una alternativa para hacer un análisis estadístico que considere todo esto, es el empleo de los valores germinativos los cuales son índices de la calidad de germinación, que ponderan: la capacidad, velocidad y uniformidad germinativa (Morales y Camacho, 1985). Variables que se denominarán componentes de dichos valores.

Estos índices son útiles en las comparaciones estadísticas, pues evitan dar un sobre peso subjetivo a uno de los componentes; lo cual no es fácil de evitar en el análisis gráfico. Una limitación de los valores germinativos es lo abstracto de las cantida-

des que producen para superarlo se les relacionó mediante regresión con sus componentes (García y Camacho, 1988).

Las variables que se consideraron fueron las siguientes, las cuales se calcularon de acuerdo con Morales y Camacho (1985):

Cuadro 7. Indices considerados en evaluaciones de la germinación.

| | |
|---|--|
| <p>%. Capacidad germinativa o porcentaje de germinación</p> <p>DT. Desviación Típica.</p> <p>OC. Oscilación Cuartilar.</p> <p>PG. Periodo Germinativo</p> <p>DF. Días a final de la germinación</p> <p>DI. Días en que inicia la germinación</p> <p>D95. Días al 95% de germinación</p> <p>D75. Días al 75%</p> <p>D50. Días al 50%</p> <p>D25. Días al 25%</p> <p>DM. Días Medios</p> <p>MG. Maguire</p> <p>DP. Djavanshir y Pourbeik</p> <p>MM. Máxima Media Dieria</p> <p>Cz. Czabator</p> | <p>Indices de la Uniformidad de germinación</p> <p>Indices de la velocidad germinativa</p> <p>Valores Germinativos</p> |
|---|--|

Considerando que se tienen varias fórmulas para determinar tanto los valores germinativos, como el tiempo y la uniformidad de germinación, se usó el programa de cómputo de Comacho (1988), en el cual se aplican todas estas fórmulas, y se correlacionan sus resultados, tanto en forma lineal como mediante rangos por el método de Spearman.

En la elección de la propuesta de valor germinativo mejor relacionada con sus componentes, se toman los índices de tiempo y uniformidades de germinación, que tuvieron la mayor correlación lineal. Se dió prioridad a ésta, pues la fórmula de la recte es más sencilla que la de una relación curvilínea.

El método de Spearman (Siegel, 1976) se empleó para detectar buenas correlaciones, en caso que la relación no fuera rectilínea, situación que se evidencia en la obtención de correlaciones superiores a las lineales. Cuando la correlación lineal supera ampliamente a la de rasgos, también se presentan desviaciones de la línea recta ya que esto ocurre frecuentemente cuando la relación de las variables es parabólica.

Una vez detectada la propuesta del valor germinativo mejor relacionado con sus componentes, se efectuó el análisis de varianza, y las pruebas de medias de acuerdo con Tukey con $\alpha = 0.05$ (Reyes, 1978).

Como el tercer experimento fue factorial, las pruebas de medias se hicieron de acuerdo con la significancia de la interacción (Reyes, 1978).

En este mismo experimento para establecer la densidad de semilla óptima, se calculó el índice de eficiencia para cada unidad

experimental que es una ponderación del porcentaje de germinación con el porcentaje de plántulas producidas respecto al número de semillas sembradas en una densidad al 100 %, su valor se incrementa tanto con el aumento del porcentaje de germinación como con un mayor número de plántulas producidas por unidad de superficie. (Terrazas, 1987)

El índice de eficiencia se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$I. E. = \frac{N}{D} \times \frac{N}{M} \times 10\ 000$$

Donde:

M = Máxima cantidad de semillas posibles a sembrar

D = Número de semillas sembradas

N = Número de semillas germinadas

Se utilizó como comprobación de que los resultados obtenidos sean realmente confiables.

Despejando el índice se pudo calcular el número de plantas que emergieron mediante la siguiente fórmula:

$$N.P.E. = \sqrt{0.0125 \times I \times d}$$

Donde:

N.P.E. = Número de plántulas emergidas.

I. = Índice de eficiencia.

d. = Porcentaje de la densidad de siembra en enteros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción de la semilla de Eysenhardtia polystachya.

Lo que comúnmente se conoce como semilla, en realidad es el fruto del palo dulce (fig. 2).

El fruto es una vaina indehisciente de forma alargada, plana y rugosa (venas). Su color varía entre el café claro y el oscuro. Sus dimensiones son aproximadamente de 10 a 15 mm de longitud y 3-4 mm de anchura.

La semilla es de forma oval, planocomprimida y lisa con presencia de brillo. En la parte donde se conecta con la vaina llega en forma progresiva a terminar en punta. Su color varía entre semillas en tonalidades de café. Sus dimensiones aproximadas son de 4-6 mm de longitud y 1.5-2.5 mm de ancho.

Relación del valor germinativo con sus componentes.

No obstante que las relaciones más estrechas con la uniformidad germinativa, se obtuvieron con la máxima media diaria. Se decidió utilizar los resultados de la fórmula de Maguire, para realizar los análisis de varianza, pues en ambos experimentos tuvo la mayor correlación lineal con la capacidad germinativa y el tiempo a la germinación (cuadro 8). En esta última variable, las mayores correlaciones se tuvieron con los días al 75 % en el primer experimento y con los días medios en el tercero.

Para la uniformidad germinativa, la oscilación intercuartilar fué el índice que se relacionó mejor con la fórmula de Maguire.

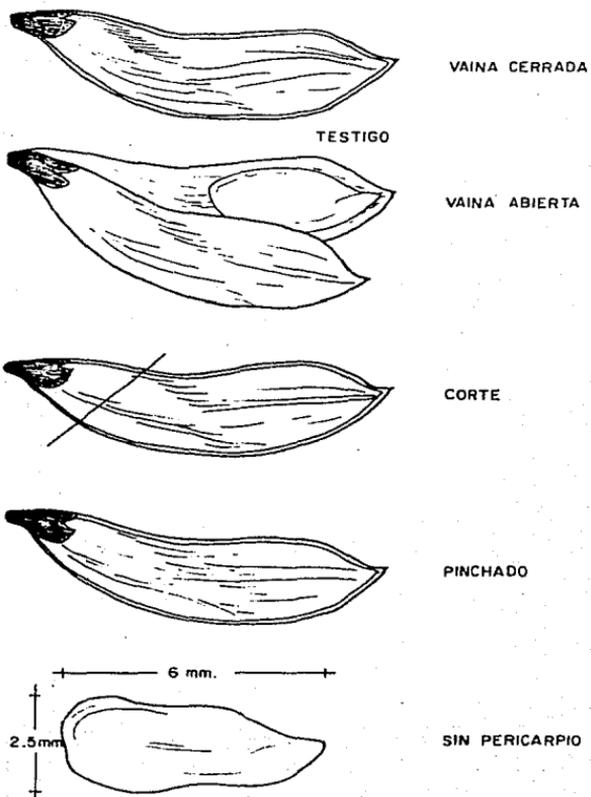


Fig. 2 Morfología de la semilla de (*Eisenhardtia polystachya*, Ort.) y tratamientos aplicados.

Relación del valor germinativo con sus componentes en semillas en
Eysenhardtia polystachya.

| Valor germinativo según: | Componente | EXPERIMENTO | | | | | |
|--------------------------|------------|-------------------------|---------------------|----------|-------------------------|---------------------|----------|
| | | I Sobre papel | | | III en tierra | | |
| | | IMCL | Tipo de Correlación | | IMCL | Tipo de Correlación | |
| | | | Lineal | Spearman | | Lineal | Spearman |
| Crotolar | C | % de germinación | 0.701 | 0.824 | % de germ. | 0.815 | 0.948 |
| | T | días al 75 % | -0.938 | -0.784 | Días al 100 % | -0.622 | -0.571 |
| | U | Oscilación Intercuartil | -0.867 | -0.560 | Desviación típica | -0.599 | -0.672 |
| Máximo Medio | C | % de germinación | 0.790 | 0.937 | % de germ. | 0.910 | 0.917 |
| | T | días al 75 % | -0.985 | -0.816 | Días o Máximo medio | -0.624 | -0.670 |
| | U | Oscilación Intercuartil | -0.877 | -0.500 | Desviación típica | -0.643 | -0.673 |
| Djomsbir y Pourberk | C | % de germinación | 0.824 | 0.938 | % de g germ. | 0.936 | 0.986 |
| | T | días al 75 % | -0.977 | -0.820 | Días al 100 % | -0.507 | -0.424 |
| | U | Oscilación Intercuartil | -0.839 | -0.403 | Desviación típica | -0.507 | -0.525 |
| Maguire | C | % de germinación | 0.846 | 0.891 | % de germ. | 0.967 | 0.968 |
| | T | días al 75 % | -0.979 | -0.827 | Días medios | -0.633 | -0.576 |
| | U | Oscilación Intercuartil | -0.799 | -0.268 | Oscilación Intercuartil | -0.480 | -0.448 |

Donde: IMCL = Índice mejor correlacionado linealmente.

C, T y U = Corresponden respectivamente a la capacidad, tiempo y uniformidad germinativa.

Relación del valor germinativo con sus componentes en semillas en
Eysenhardtia polystachya.

| Valor germinativo según: | Componente | EXPERIMENTO | | | | | |
|--------------------------|------------|-------------------------|---------------------|----------|-------------------------|---------------------|----------|
| | | I Sobre papel | | | III en tierra | | |
| | | IMCL | Tipo de Correlación | | IMCL | Tipo de Correlación | |
| | | | Lineal | Spearman | | Lineal | Spearman |
| Czabator | C | % de germinación | 0.701 | 0.824 | % de germ. | 0.815 | 0.948 |
| | T | días al 75 % | - 0.938 | - 0.784 | Días al 100 % | - 0.622 | - 0.571 |
| | U | Oscilación Intercuartil | - 0.867 | - 0.560 | Desviación típica | - 0.599 | - 0.672 |
| Máximo Media | C | % de germinación | 0.790 | 0.937 | % de germ. | 0.910 | 0.917 |
| | T | días al 75 % | - 0.985 | - 0.816 | Días a Máxima media | - 0.624 | - 0.670 |
| | U | Oscilación Intercuartil | - 0.877 | - 0.500 | Desviación típica | - 0.643 | - 0.673 |
| Djamshir y Pourberk | C | % de germinación | 0.824 | 0.938 | % de g germ. | 0.936 | 0.986 |
| | T | días al 75 % | - 0.977 | - 0.820 | Días al 100 % | - 0.507 | - 0.424 |
| | U | Oscilación Intercuartil | - 0.839 | - 0.403 | Desviación típica | - 0.507 | - 0.525 |
| Maguire | C | % de germinación | 0.846 | 0.891 | % de germ. | 0.967 | 0.968 |
| | T | días al 75 % | - 0.979 | - 0.827 | Días medios | - 0.633 | - 0.576 |
| | U | Oscilación Intercuartil | - 0.799 | - 0.268 | Oscilación Intercuartil | - 0.480 | - 0.448 |

Donde: IMCL = Índice mejor correlacionado linealmente.

CT y U = Corresponden respectivamente a la capacidad, tiempo y uniformidad germinativa.

Con este valor germinativo, la correlación de rangos de Spearman, no superó a la lineal en más de 0.16, en ninguno de los casos.

Los coeficientes de determinación obtenidos indicaron que en el primer experimento, la componente que tenía mayor influencia, sobre el valor germinativo fue el tiempo a la germinación; mientras que en el tercero lo fue la capacidad germinativa. En ambos experimentos, la uniformidad germinativa tuvo un efecto menor sobre dicho valor que los componentes mencionados (cuadro 9).

Para evaluar el tiempo a la germinación, se emplearon los días medios en el ajuste de las ecuaciones, pues la disminución del coeficiente de determinación en el primer experimento fue insignificante.

Tanto en la capacidad germinativa como en los días medios, los coeficientes de variación fueron bajos pues no alcanzaron el 15 % lo que si ocurrió con la uniformidad germinativa.

En el segundo experimento se observó que la ordenada al origen de la ecuación para estimar la capacidad germinativa, era cercana a cero, por lo que se le pasó por el origen. Esto tuvo un efecto insignificante sobre el coeficiente de variación, pues pasó de 13 a 14 %.

Cuadro 9 Ajuste de la ecuación para estimar la capacidad, tiempo y uniformidad germinativa a partir del índice de Maguire, en Eysenhardtia polystachya.

| Experimento | Variables componentes | Coef. de determinac. | F.de regresión | Coef. de variación |
|-------------|-----------------------|----------------------|----------------|--------------------|
| I* | % de germ. | 0.716 | 45.45 | 0.09 |
| | Días al 75 % | 0.958 | 427.88 | 0.06 |
| | Días medios | 0.956 | 394.90 | 0.06 |
| | Oscilación interc. | 0.638 | 31.75 | 0.22 |
| III** | % de germ. | 0.935 | 657.82 | 0.13 |
| | Días al 75 % | 0.304 | 20.18 | 0.21 |
| | Días medios | 0.401 | 30.70 | 0.13 |
| | Oscilación interc. | 0.230 | 13.80 | 0.47 |

* Se tuvieron 20 puntos

** Se tuvieron 48 puntos

Efecto del pericarpio sobre la germinación.

En el primer experimento se observó que las semillas sin pericarpio tuvieron una germinación significativamente superior a los demás tratamientos (cuadro 10).

Las semillas con pericarpio cortado y las semillas con esta cubierta pinchada tuvieron una germinación estadísticamente igual a la del testigo y significativamente inferior a la de las semillas remojadas y a la de las semillas sin pericarpio. Esto concuerda con las diferencias que se observaron en las gráficas (fig. 3).

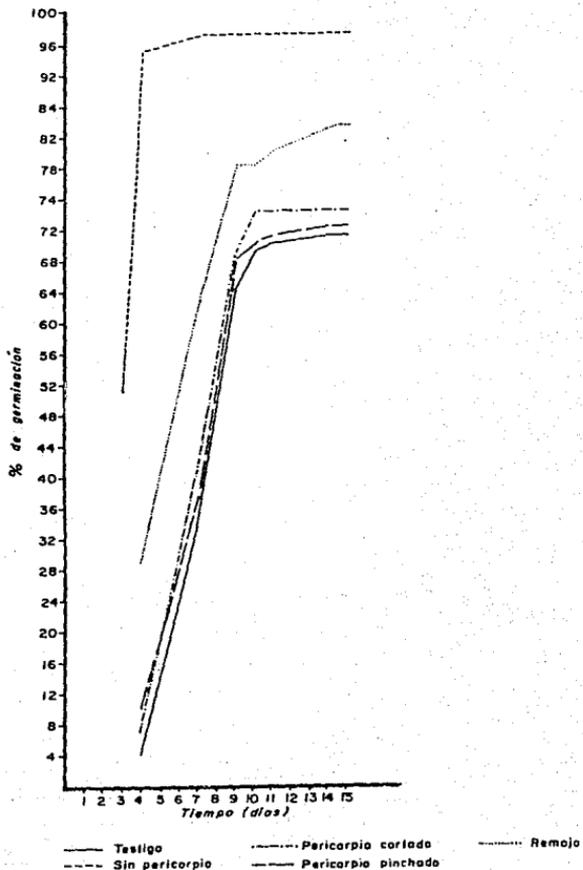


Fig. 3 Desarrollo de la germinación de *Eysenhardtia polystachya* an relación con tratamientos pregerminativos.

Cuadro 10 Efecto del pericarpio y el remojo previo a la siembra sobre la germinación de Eysenhardtia polystachya.

| Tratamiento | Índice de Maguire (M) |
|--|-----------------------|
| Pericarpio intacto | 9.25 c |
| Pericarpio intacto y 24 horas de remojo | 14.36 b |
| Pericarpio pinchado | 10.13 c |
| Pericarpio cortado | 10.19 c |
| Sin pericarpio | 28.29 a |

Las medias con la misma letra agrupa medias que no difieren entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Ecuaciones de relación con los componentes.

$$C = 58.49 + 1.48 M$$

$$T = 8.60 - 0.25 M$$

$$U = 2.18 - 0.05 M$$

Donde:

C= Capacidad germinativa (%)

T= Días medios a la germinación

U= Oscilación intercuartilar del tiempo a la germinación.

De acuerdo a las ecuaciones obtenidas por cada siete unidades que se incrementó el índice de Maguire, la capacidad germinativa aumentó en casi un 10 % y por otra parte, por cada cuatro unidades que se incrementó dicho índice el tiempo a la germinación se redujo en cerca a un día.

Con respecto a la uniformidad germinativa se ve que su efecto fue mucho menor.

Efecto de los extractos sobre la germinación.

Lo anterior hizo suponer que el pericarpio contiene inhibidores pues coincide con el cuadro 4. Y se encontró que el remojo estimuló la germinación ya que este tratamiento mejora la germinación de semillas con latencia química mediante la lixiviación de los inhibidores presentes (Nikolaeva, 1969).

Aunque el riego con extractos no afectó la germinación, si produjo una reducción significativa del desarrollo radical (fig.4). Además, se redujo presencia de pelos radicales, pues fue menor el de las semillas sin pericarpio regadas con agua destilada.

También se observó el ennegrecimiento del ápice radical.

Todo esto concuerda con los resultados que obtuvo Camacho (1985), al estudiar el efecto de las cubiertas y el riego con extractos en: Schinus molle y Fraxinus uhdei. Así como con los de Camacho (1987), en Prunus serotina.

Es interesante mencionar que en coincidencia con lo presentado por Camacho (1987) se encontró que en Eysenhardtia polystachya, la latencia química se relacionó con la presencia de pericarpio.

Galletta (1988) realizó una revisión en que encontró que la mayoría de los inhibidores de la germinación son compuestos relativamente simples de bajo peso molecular como el ácido cianhídrico, el amoníaco y el etileno. Los inhibidores que se encuentran en los frutos y las semillas son compuestos de cianuro, de amoníaco, aceites de mostaza, alcaloides (cafeína, cocaína), varios ácidos orgánicos (ácido abecísico(ABA), etc.), lactonas no saturadas (cumarina, ácido paraasórbico), aceites esenciales y compuestos fénolicos. Muchos reguladores del crecimiento, incluyendo a

las giberelinas, las auxinas, las kininas y algunos herbicidas, a concentraciones altas pueden inhibir así como promover la germinación. Los retardantes sintéticos del crecimiento pueden también inhibir la germinación.

Este autor menciona que los inhibidores pueden actuar en cualquier punto durante el proceso de germinación, comenzando por la digestión enzimática de las reservas alimenticias. En semillas de remolacha, cebada y calabaza, la digestión del almidón por la amilasa es inhibida por un gran número de compuestos que incluyen a los ácidos cafeico, vanílico, ABA, a los herbicidas difenamidas, barban y otros. La cumarina inhibe a las enzimas proteasa, lipasa y fitasa. Muchas veces es difícil establecer si la germinación ha sido evitada por medios químicos, osmóticos o por una combinación de ambos. Los efectos de la cumarina son complejos, ya que estimula el alargamiento de las células si está en concentraciones bajas, retarda el crecimiento en otras concentraciones, interfiere con el metabolismo de la respiración y la fosforilación oxidativa, e interactúa con la tioreo, la luz y el ácido giberélico.

En vista de la gran variedad de sustancias que actúan como causantes de la latencia química, no se consideró conveniente realizar la identificación pues se tenía resuelto el problema agronómico, que es qué tratamiento debe usarse para estimular la germinación (en este caso el remojo).

Por tanto se procedió a evaluar la importancia de la latencia en siembras realizadas en el suelo, y utilidad del remojo en esta condición.

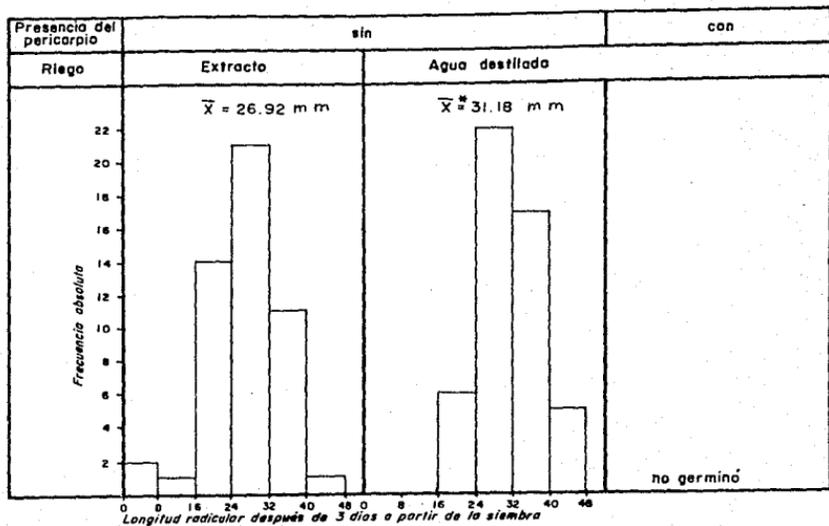


Fig. 4 Efecto de los extractos de semillas de *Eysenhardtia polystachya* Ort. sobre el crecimiento radicular de las mismas.

* La diferencia entre los medios de longitud radicular fue significativa con alpha = 0.01 (F(1,98) = 12.62).

Influencia de la densidad de siembra y el remojo sobre la germinación. Al analizar el experimento, se encontró que tanto para el índice de Maguire como para el de eficiencia, el efecto de los factores, densidades y remojo de presembrado fué significativo. Para la primera variable no hubo significancia para la interacción, mientras que para el índice de eficiencia sí la hubo (cuadro 11).

Cuadro 11 Relaciones de varianza (F) para el efecto de la densidad de siembra y el remojo previo a ésta, en la germinación de Eysenhardtia polystachya en suelo.

variables:

| Fuentes de variación | Índice de Maguire | Índice de eficiencia | Nivel crítico | |
|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|------|
| | | | con alfa = 0.05 | 0.01 |
| Remojo | 51.83 | 435.59 | 3.26 | 5.25 |
| Densidades de siembra | 36.43 | 101.02 | 2.87 | 4.38 |
| Interacción | 0.87 | 21.33 | 2.36 | 3.35 |

La mayor influencia de la capacidad germinativa sobre el valor germinativo se manifestó en que por cada unidad que se incrementó el índice de Maguire, el % de germinación aumentó en casi 10 % (cuadro 12).

Se observó también que por esa unidad incrementada en el índice de Maguire el tiempo a la germinación se redujo en cerca de un tercio de día. El efecto de la uniformidad germinativa fué menor.

Cuadro 12 Índice de Maguire (M) obtenido por semillas de Eysenhardtia polystachya en relación con el remojo de pre-siembra y la densidad de siembra.

| Densidad % | | | | | |
|------------|--------|--------|-------|--------|-----------|
| Tratam. | 10.4 | 40 | 70.4 | 100 | \bar{X} |
| RS | 8.04 | 6.86 | 5.08 | 3.31 | 5.82 a |
| RSI | 8.96 | 7.49 | 5.27 | 4.28 | 6.50 a |
| TEST | 5.38 | 2.38 | 1.94 | 0.90 | 2.65 b |
| \bar{X} | 7.46 a | 5.57 b | 4.10c | 2.83 d | |

Para la última columna y la última hilera las medias con la misma letra no difieren entre sí, de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa = 0.05 %

Ecuaciones de relación con los componentes.

$$C = 9.37 m$$

$$T = 11.82 - 0.39 m$$

$$U = 3.11 - 0.20 m$$

Donde:

C = capacidad germinativa (%)

T = días medios a la germinación

U = oscilación intercuartilar del tiempo a la germinación.

Quedó demostrado que a medida que se aumentó la densidad de siembra el índice de Maguire disminuyó.

La mejor germinación se obtuvo con la densidad de siembra más baja (10.4 %) y la peor con la densidad más alta (100 %), todas las densidades difirieron significativamente entre sí.

En cuanto a los tratamientos pregerminativos se encontró que el remojo de 24 horas y siembra inmediata junto con remojo de 24 horas y secado tuvieron resultados estadísticamente superiores al testigo.

Los resultados del análisis realizado con el índice de Maguire concuerdan con el análisis gráfico de la germinación acumulada (fig. 5); ya que las líneas correspondientes a las semillas que se remojaron se cruzan y son más altas que las del testigo.

Esto evidencia la presencia de inhibidores en la semilla, pues en caso que no los hubiera, tampoco habría efecto del remojo y secado ya que este no cuenta con las ventajas implícitas a sembrar las semillas embebidas. Todo esto último concuerda con lo obtenido por Ramírez (1988), Terrazas (1987) y Vilchis (1989).

Ramírez (1988) encontró que en Schinus molle la germinación disminuyó al incrementar la densidad de siembra. Atribuyó esto a que los inhibidores no se lixivian si su concentración en el suelo es mayor o igual a la presente en la semilla, ya que en una siembra densa la difusión de dichas sustancias puede saturar al suelo antes de que el nivel de las mismas en muchas semillas disminuya lo suficiente para permitir la germinación.

Lo anterior se consideró aplicable al caso de Eysenhardtia polystachya porque se detectó la presencia de inhibidores, aunque

es posible que también se tenga competencia por agua y oxígeno pues el remojo no eliminó por completo el problema en densidades de siembra altas.

Respecto a la utilidad práctica de estos resultados, se encontró que a densidades de 40 y 70.4 % con remojo se tienen buenas producciones de plántulas, de acuerdo con los índices de eficiencia obtenidos (cuadro 13).

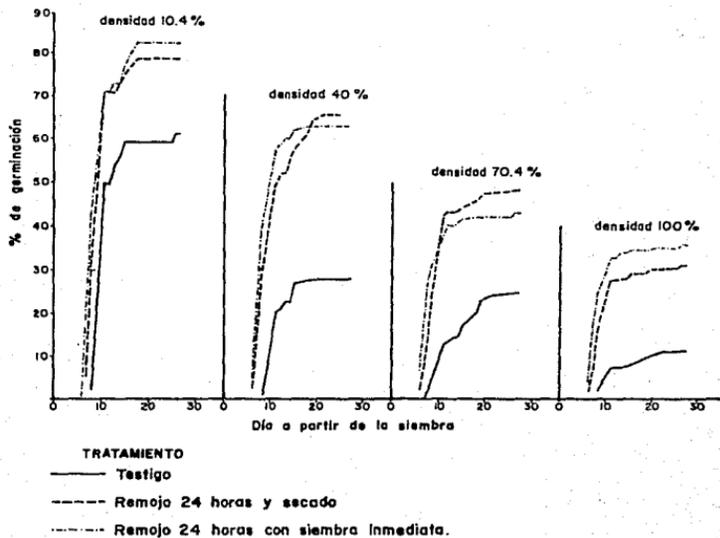
En conclusión los resultados del segundo experimento que indica que las siembras densas en almácigo no son una práctica conveniente en la propagación de Eysenhardtia polystachya, por lo tanto se recomienda investigar en futuros trabajos la factibilidad de hacer la siembra directa en envases y efecto de períodos más prolongados de remojo.

Cuadro 13 Efecto del remojo y la densidad de siembra sobre el índice de eficiencia de una siembra en almácigo de Eysenhardtia polystachya.

| Densidad de siembra en % | 10.4 | 40 | 70.4 | 100 |
|----------------------------|---------|---------|----------|-----------|
| Trat. | | | | |
| Remojo y secado | 6.63cd | 18.15a | 16.5ab | 9.87 abcd |
| Remojo y siembra inmediata | 7.25bcd | 16.33ab | 13.27abc | 12.78 abc |
| Testigo | 4.03cd | 3.21 d | 5.18cd | 1.29 d |

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa = 0.05.

Fig. 5 Desarrollo de la germinación de *Eysenhardtia polystachya* en relación con el remojo de semillas y la densidad de siembra.



CONCLUSIONES

- Para la aplicación de cualquier tratamiento para estimular la germinación se requiere saber en que condiciones se realice la siembra y los mecanismos que la inhiben.
- En siembras en laboratorios o en pequeña escala es recomendable eliminar pericarpio de la semilla pues se tiene un estímulo importante de la germinación.
- Pinchar o cortar el pericarpio no estimuló la germinación por lo cual el efecto de esta cubierta no se debe a su impermeabilidad o resistencia mecánica.
- El efecto inhibitorio del pericarpio sobre la germinación debe atribuirse a la presencia de inhibidores, ya que para eliminar el obstáculo que opone la germinación fué necesario quitarlo, el riego con extractos produjo acortamiento radicular, y el remojo estimuló la germinación.
- El estímulo a la germinación que proporcionó el remojo se manifestó en suelo y no se perdió al secar las semillas. Por lo que es un tratamiento que resulta de utilidad práctica por su sencillez.
- El incremento de la densidad de siembra redujo la germinación.
- El remojo de la semilla ayuda a suplir la deficiencia del % de germinación en altas densidades de siembra.
- Se recomienda sembrar la semilla de Eysenhardtia polystachya con una densidad entre 40 y 70.4 % para tener buenas producciones de plantas sin desperdiciar el almácigo.

BIBLIOGRAFIA

1. Browner, C.H. 1985. Plants Used for Reproductive Health in Taxaca. Economic Botany. 39(4) 488-493 en 17 ref. 2 pl., 1 map. California University, Los Angeles, Ca 90024. USA.
2. Camacho, M. F. 1985. Determinación de tipos de dormición. SARH. Pub. Esp. No. 48. México. pp 153-169.
3. _____. 1986. Inhibición germinativa en siembras densas de Schinus molle L. en semillero. Programas y resúmenes del XI Congreso Nacional de Fitogenética. SCMEFI. México. pp 253.
4. _____. 1987. Dormición de semillas. Aspectos generales y tratamientos para eliminarla. UACH. Tesis profesional Ing. Agrónomo Especialidad en Fitotecnia. México. 174 p.
5. _____. 1988. Programas de cómputo para estudiar la germinación de semillas forestales mediante índices y ecuaciones. Memoria de la 1a. Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIFAP-DF. México. pp 25.
6. Camacho, M. M.E.T. 1987. Mecanismos que inhiben la germinación del capulín (Prunus serotina) y forma de eliminarlos. Tesis profesional Ing. Agrícola. FES-C.UNAM. 70 p.
7. Ferrara Carrato, R. y Villerías S.S. 1984. Effect of Glomus Rhizobium double inoculación on the growht of Eysenhardtia polystachya Ort. Sorg. Nitrogen fixing trees researc, Reports 2 : 15-16. Sección de Microbiología. Chapingo, México.
8. Galletta, G.J. 1988. Manejo de polen y semillas. En Moore, J y Janick, J (Ed). Métodos genotécnicos en frutales. Td. Moztqueda, V.R AGT. México. pp 27-61.
9. García, C.S.E. y Camacho, M.F. 1988. Efecto del remojo y secado sobre la germinación de Prunus serotina ssp capuli (cv)

- Mc. Vaugh. Memorias del VI Simposium de Ciencias en Sist. Biol. Depto Biología Fac. de Ciencias UNAM. México. pp 82-91.
10. Jenerette, C.A. 1978. A in vitro study of seed dormancy in sugar maple. For. Sci. 24(1):43-48.
 11. Koller, D. 1972. Environmental control of seed germinación. En Kozlowsky, T.T. (Ed) Seed Biology. Academic Press. USA. Vol. 2 pp 2-101.
 12. Martínez, M. 1981. Las leguminosas del Edo. de México. Gobierno del Edo. de México. Dirección de Agricultura y Ganadería. México. pp 79-81.
 13. Morales, V.G. y Camacho, M.F. 1985. Formato y Recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional de Plantaciones. SARH. Pub. Esp. N. 48. México. 1985. pp 125-138.
 14. Morfín Loyden, L., Camacho Morfín, D. y Bartolo Martínez, L. 1989. Digestibilidad in vivo de alfalfa (Medicago sativa L.) Suplementada con tres niveles de Palo Dulce (Eysenhardtia polystachya Ort.) II Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEC-UASLP. México. pp 68-70.
 15. _____ y Camacho Morfín, F. 1987. El "Palo Dulce" (Eysenhardtia polystachya Ort.) Una alternativa para la explotación forrajera de áreas tepetatesa. En: Uso y Manejo de Tepetates para el Desarrollo Rural. Ruiz, F.J.F. (Ed). UACH. Depto de suelos. México. pp 192-198.
 16. Niembro, R.A. 1986. Arboles y Arbustos Útiles de México Naturales e introducidos. Limusa, México. pp 85-86.
 17. Nikoleeva, M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Tr. Z. Shapiro. IPST, press. Israel. 220 p.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

18. _____. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. En: Khan, A.A. (Ed) Physiology and Biochemistry the seed dormancy and germination. Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda. pp 50-73.
19. Pimental, B.J.L. 1971. Viveros semilleros portátiles y el trasplante anticipado. Bosques 8 (3):4-26.
20. Ramírez, O.G. y Camacho, M.F. 1987. Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. Biología (16) 1-4. México. pp 37-42.
21. Ramírez Pacheco, M. 1988. Efectos de dos métodos de siembra en almáciga y siete tratamientos pregerminativos sobre la emergencia de semillas de pirú (Schinus molle L.) Tesis profesional de Biología. UNAM. México. 30 p.
22. Reyes Castañeda, P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas, México. 344 p.
23. Rzedowski, J. y Rzedowski, G.C. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México (I). CECOSA, México. pp 52-53.
24. Sánchez Sánchez, G. 1978. La flora del valle de México. Herrera, México. pp 197-223.
25. Siegel, S. 1970. Estadística no paramétrica; aplicada a las ciencias de la conducta. Tr. Aguilar V.J. Trillas. México. pp 233-245.
26. Standley, P.C. 1922. Trees and shrubs of México. From the U.S. Nat. Herb. USA. pp 233.
27. Susano Hernández, R. 1981. Especies forestales susceptibles de aprovechamiento como forraje. Ciencia forestal 29 (6). pp. 31-39.

28. Terrezas, P. D. 1987. Determinación de la densidad óptima de siembra en semilleros para pirú (Schinus molle L.) Tesis profesional I. A. FES-C. UNAM. México. 65 p.
29. Vilchis, N. P. R. 1989. Efecto del remojo y densidad de siembra en la germinación de semillas de Pinus montezumae Lamb. Tesis profesional Ing. Agrícola, FES-C. UNAM. México. 80 p.