

53
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

EFFECTO DE TRATAMIENTOS TERMICOS EN PRESIEM-
BRA DE SEMILLA DURA E IMPERMEABLE DEL
GENERO ACACIA (Acacia saligna LABILL. H. WENDL.)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A:
ROSALES MARTINEZ PEDRO

ASESOR:
Q. B. LILIAN MORFIN LOYDEN
E ING. FRANCISCO CAMACHO MORFIN



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.

I N D I C E

	Pag.
Resumen	1
I. Introducción	2
II. Objetivos	5
III. Hipótesis	5
IV. Revisión de literatura	
4.1. Descripción y distribución del género <u>Acacia</u>	7
4.2. Descripción de la <u>Acacia saligna</u>	11
4.3. Taxonomía de la <u>Acacia saligna</u>	16
4.4. Importancia de <u>Acacia saligna</u> como opción para reforestación de áreas degradadas en zonas templadas.	17
4.5. Adaptabilidad de <u>Acacia saligna</u> a la República Mexicana.	22
4.6. Propagación de <u>Acacia saligna</u> .	24
4.7. Impermeabilidad de la testa en semillas de Leguminosas.	28
4.8. Efecto de tratamientos para eliminar la impermeabilidad de la semilla.	33
4.8.1. Tratamientos húmedos.	34
4.8.2. Tratamientos secos.	36
4.9. Termosensibilidad de algunas semillas.	40
4.9.1. Uso de la tiourea para estimular la germinación.	46
4.9.2. Efectos del almacenamiento en seco.	47

V.	Materiales y métodos.	Pag.
5.1.	Secuencia de trabajo y condiciones experimentales generales.	49
5.1.1.	Variables de respuesta	52
5.1.2.	Análisis estadístico	53
5.2.	Primera parte: Eliminación de la impermeabilidad con tratamientos térmicos.	54
5.3.	Segunda parte: Efecto de la tiourea y ácido gibe relico (GA ₃) sobre la germinación	56
VI.	Resultados.	
6.1.	Primera parte.	
6.1.1.	Comportamiento de los testigos.	58
6.1.2.	Efecto del tamaño, tipo de corte y tiempo de almacenamiento sobre la germinación de <u>Acacia saligna</u> a dos temperaturas.	60
6.1.3.	Efecto de los tratamientos térmi cos sobre la impermeabilidad de la semilla.	64
6.2.	Segunda parte.	
6.2.1.	Efecto del pretratamiento con agua caliente y aplicación posterior de reguladores de crecimiento y estra tificación fría en la germinación de <u>Acacia saligna</u> .	68

	Pag.
VII. Discusión	72
VIII. Conclusiones	78
IX. Bibliografía	79

RESUMEN

Acacia saligna tiene dificultades para germinar; las semillas son impermeables y el intervalo de temperatura en el que germina bien es estrecho. Se encontró que para eliminar el problema de la impermeabilidad de la semilla es útil la inmersión por un minuto en agua caliente a 92.8°C. Adicionalmente se utilizó el remojo por 36 horas después del agua caliente en soluciones de tiourea a concentraciones del 2.0 y 1.0% con lo que se eliminó en cierta medida la termosensibilidad ya que la Acacia saligna obtuvo porcentajes de germinación en un 94.0 y 85.33% con dicho tratamiento a temperaturas oscilantes de 23 a 10°C. Esta sustancia no eliminó por completo la termosensibilidad pues la germinación a 30°C fue menor de un 30%.

Se encontró además que las semillas de Acacia saligna almacenadas obtuvieron una mejor respuesta de germinación con respecto a las semillas recién cosechadas.

El uso de aire seco, microondas y estratificación fría a 10°C fueron tratamientos imprácticos y poco eficientes para promover la germinación ya que fueron iguales a los resultados obtenidos por los testigos aplicados.

Con base al efecto de diferentes tipos de daño a la semilla y al efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de tiourea y ácido giberelico sobre la germinación de Acacia saligna se discuten los posibles mecanismos causantes de la latencia, entre los que se encuentran: Impermeabilidad de la testa, presencia de sustancias inhibitorias y bloqueo de procesos oxidativos y de transporte.

I. I N T R O D U C C I O N

Los recursos forestales en el Territorio Mexicano están distribuidos en zonas templadas y frías; las zonas ocupadas por bosques de coníferas cubren una extensión de 15 millones de hectáreas mientras que las zonas ocupadas por árboles frondosos cubren 20 millones de hectáreas. Estas zonas tradicionalmente han proporcionado algunos recursos básicos para la vida rural de los campesinos como el combustible para cocinar, materiales para construcción y alimentos. Sin embargo el crecimiento de las poblaciones ejercen una fuerte presión sobre estos recursos forestales de tal manera que son destruidos, ya sea por la tala inmoderada o por la apertura de zonas boscosas a la actividad agropecuaria para cumplir algunas necesidades básicas del hombre.

Esto ha causado la pérdida de áreas vitales antes cubiertas por bosques que con el tiempo se han convertido en grandes extensiones desérticas además de lo anterior nuestro País presenta las siguientes limitantes para las actividades agropecuarias:

- i) Un 32% del Territorio Nacional presenta problemas de sequía.
- ii) Un 16% presenta suelos con deficiencias de minerales.
- iii) Un 17% son suelos de poca profundidad.
- iv) Un 10% son suelos que presentan excesos de humedad.
- v) Solo un 25% del suelo del País no tiene limitaciones de importancia y son aptos para la agricultura (58).

Lo anterior da una idea de la escasez cada vez mayor de vegetación natural en las áreas boscosas, lo que provoca una aceleración constante de la erosión de nuestros suelos.

La erosión es provocada, casi en su totalidad por el hombre, por lo que se ha planteado la necesidad de controlarla con técnicas adecuadas, entre las que destacan la reforestación; en el Valle de México existen grandes problemas de erosión y para controlarla es necesario conocer las condiciones climáticas y edáficas que prevalecen en esta región y una vez conociendo dichas características, introducir

especies que se adapten a ésta.

Se sabe que para proteger el recurso suelo del centro de México - es necesario establecer especies forestales que se adapten a condiciones de temperatura extremas, poca precipitación (inferior a los 600 mm anuales) y a una larga estación de sequía. Es necesario - además que la especie a introducir presente alta velocidad de crecimiento, buena capacidad radicular en ausencia del suelo, que sirva de cobertura para protegerlo de la erosión y que requiera un mínimo de cuidados de trabajo cultural para así reducir los costos de mantenimiento (29).

Considerando todo lo anterior es necesario crear arboledas que en un futuro sean fuente de madera, forraje y alimento (58).

La Acacia saligna, de origen australiano, es una especie capaz de ser utilizada para reforestar zonas muy degradadas y recuperar suelos además de que presenta características óptimas para establecer bosques de utilidad comercial (26).

Esta especie tolera suelos alcalinos, salinos, precipitación menor a los 400 mm anuales, y temperaturas extremas; mejora el suelo con la fijación de nitrógeno que realiza por simbiosis y aporta materia orgánica con la caída de hojarasca (20, 35, 40, 41), provee además subproductos como: forraje para consumo animal; gomas y taninos para la industria extractora; y leña para diversos usos domésticos (22, 33, 46).

Esta especie se presenta como una alternativa al uso del eucalipto en la reforestación de áreas degradadas, pues se sabe que éste no es capaz de proteger al suelo de la erosión, y que sus maderas no se industrializan por su fragilidad y poca durabilidad. De hecho se recomienda usar la Acacia saligna entre las plantaciones de eucalipto para proteger al suelo (28).

Considerando estas características se ha recomendado que las especies que puedan ser útiles, se propaguen a través de la siembra de semillas en viveros, ya que es una manera fácil y rápida de aumentar la cantidad de árboles a corto plazo.

El manejo de semillas en vivero, en especial de semillas con cubierta dura e impermeable como es el caso de algunas especies, sobre todo leguminosas como las del género Acacia, requieren una densidad más alta de siembra, lo cual representa la pérdida de grandes cantidades de semilla debido a su bajo porcentaje germinativo. Esta pérdida de semilla incrementa los costos de producción ya que existe con ello pérdida de insumos, mano de obra, tiempo y se obtiene poca planta.

La reducción en la dureza de la semilla puede lograrse utilizando métodos sencillos y prácticos como los tratamientos térmicos que facilitan la inhibición de la semilla y así se obtienen altos porcentajes de germinación, lo cual puede abatir las altas densidades de siembra y las pérdidas económicas pues con ello se obtiene una mayor cantidad de plantas.

Por otra parte se sabe que la Acacia saligna requiere para germinar de temperaturas alrededor de los 15°C, y, como se verá posteriormente los datos meteorológicos del Valle de México indican que esta especie puede presentar problemas para germinar aún en invierno, y con mayor dificultad para hacerlo durante la época de siembras en vivero, abril y mayo, por lo cual es conveniente evaluar el efecto de un regulador de crecimiento de bajo costo para ampliar el intervalo de temperatura en que la especie pueda germinar bien.

II. O B J E T I V O S

Evaluar el efecto de tratamientos térmicos : agua caliente, aire seco y energía de microondas, para eliminar el problema físico mecánico de la cubierta en semillas de Acacia saligna que impiden su germinación.

Demostrar que se requiere un tratamiento adicional para eliminar la termosensibilidad de la germinación.

Analizar las ventajas que ofrece esta especie forestal para recuperar zonas desforestadas y suelos del Valle de México que presentan condiciones ecológicas adversas para el desarrollo de otras especies forestales, considerando para ello aspectos de uso y propagación.

III. H I P O T E S I S

Si la germinación de semillas de Acacia saligna la impiden tanto la impermeabilidad de la testa como un bloqueo metabólico que se manifiesta en una elevada termosensibilidad, entonces la mejor germinación se obtendrá al combinar un tratamiento térmico con un regulador de crecimiento.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Descripción y distribución del genero Acacia.

El género Acacia pertenece a la subfamilia Mimosoideae de las leguminosas. En general las plantas del género Acacia son árboles o arbustos que presentan ramas con o sin espinas, sus hojas son bipinadas con folíolos generalmente glandulíferos en algunas especies el pecíolo está expandido y cumple las funciones de las hojas, las cuales solo se presentan cuando las plantas son jóvenes; las flores son pequeñas y comunmente llamativas de color amarillo, capitadas y con numerosos estambres, aproximadamente 400, proyectados libres o levemente unidos a la base. Puede presentar uno o varios ovulos; estilo filiforme; estigma pequeño, con un cáliz acampanado-dentado-partido; la corola presenta pétalos más o menos unidos; la vaina o legumbre es de forma y tamaño diverso, generalmente dehiscente (57).

Este género crece en zonas tropicales de Africa, América, y Asfa, no existe en Europa y la Antártida, pero, recientes estimaciones indican que el número de especies a nivel mundial se encuentra en el rango de 600 a 900 debido a que pueden ser mucho más las especies que faltan clasificar, ya que en la actualidad existe mucha confusión en la Taxonomía de este género y de hecho actualmente se trabaja en la clasificación de muchas especies australianas (16, 18, 27).

La Mayoría de especies existe en Australia, en la actualidad han sido clasificadas 600 especies del género y se tiene conocimiento de 170 sin descripción botánica, de 830 especies encontradas en la región australiana, un 98% son especies endémicas, mientras que el resto, 250 especies, se distribuyen en otros lugares del mundo (28).

Su adaptación y evolución geográfica se ha dado a diferentes condiciones climáticas y edáficas del mismo territorio australiano, lo que ocasiona la existencia de varias formas para cada especie (28).

Por ello la relación geográfica entre algunas especies australianas ha determinado que existe un estrecho parentesco entre ellas, un estudio determinó que de 70 acacias que predominan en el oeste de Australia, un 94% presenta un número cromosómico diploide $2n = 26$, - incluyendose entre ellas a la Acacia saligna especie de interés de este trabajo (28) .

Son tres las principales zonas de distribución del género Acacia en Australia :

- I. Zonas desérticas en el centro del País, con aproximadamente 200 mm de lluvia como máximo anual y en sus alrededores de 200 a - 400 mm anuales, en esta zona se desarrollan especies tales como : Acacia victorieae (con cinco variaciones intraespecíficas) y la Acacia dempsteri (28) .
- II. Zonas tropicales con lluvias en verano y con una precipitación anual de 400 a 800 mm, en esta zona se desarrollan especies tales como: Acacia gracillimna, Acacia trachycarpa y Acacia lysiploia (28) .
- III. Zonas templadas con lluvias en invierno y con una precipitación anual de 400 a 800 mm, en esta zona se desarrollan especies tales como la Acacia saligna y Acacia pycnantha (28) .

Distribución y habitat de Acacia saligna

Es endémica del suroeste de Australia, pero es extensamente cultivada con el nombre de Acacia cyanophylla en el oeste del territorio australiano y en diversas partes del mundo. Su habitat natural se extiende en la línea del río Murchison (Ajana), al noroeste de Esperanza y es muy común encontrarla en suelos pobres y arenosos de la costa Swan (39) .

Sin embargo es frecuente encontrarla de Gingin a Busselton y en suelos arcillosos de Geraldton. En muchos lugares, por ejemplo en los claros del norte de Gingin la Acacia saligna está más o menos restringida a riachuelos y ríos, es bastante común encontrarla en la costa de Albany, Esperanza, pero se desarrolla mejor en arenas profundas y lomas asociadas con los cursos de agua que se encuentran en el área (39) .

En el cinturón, desde Kellerberrin a Lake King, la Acacia saligna está restringida a la base de muchas rocas de granito. En algunos lugares esta especie ocurre en las costas y dunas, en ocasiones has-

ta los huecos de dunas muy extensas de Australia (39).

Esta distribución puede ser observada en el mapa de la figura 1.

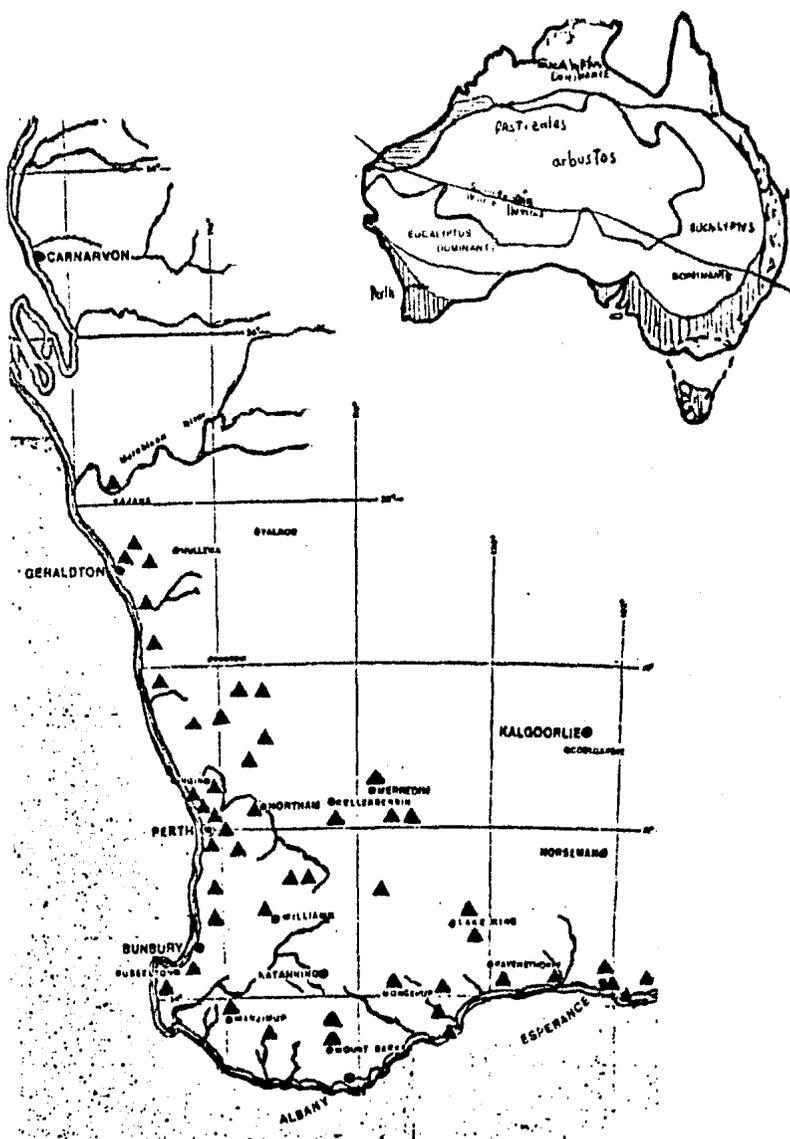


Figura 1. Distribución de la *Acacia saligna* en el suroeste de Australia y mapa general del continente en donde se remarca la presencia de lluvias en verano, tomado de (39).

4.2 Descripción de la Acacia saligna

La Acacia saligna se encuentra en la costa de Swan, Australia, y presenta un denso follaje verde claro, sus filodios son largos y llamativos en la dirección a la base de la planta joven. Sin embargo en otras áreas, por ejemplo Geraldton, Australia, el largo filodio basal está ausente y el follaje no es totalmente glabro.

Es común encontrar una variación del filodio en la Acacia saligna en varias regiones (figura 2), con lo que se demuestra la gran variabilidad en forma y tamaño de la hoja. El racimo está en eje con rangos de longitud de 0 a 3 y de 3 a 6 cm y puede soportar de 1 a 2 ó de 10 a 13 cabezuelas con aproximadamente 22 a 55 o 78 flores.

En un solo espécimen el eje puede variar de 0.3 a 1.8 cm y las flores contenidas son de 26 a 42 cabezuelas. Algunas veces la inflorescencia es reducida a una simple cabezuela con un racimo corto en el eje (figura 3). Ocasionalmente el ápice del racimo se desarrolla en el eje del retoño vegetativo, esto es observado en algunos individuos de la región de Geraldton, Australia.

El funículo de la semilla es normalmente clavado y amarillento con una coloración café en la constricción del hilio (39).

Lo anterior evidencia la gran variación fenotípica de la especie, lo cual como se verá en la siguiente sección dificulta su ubicación taxonómica.

No obstante en términos generales la especie puede describirse así. La Acacia saligna es un árbol que alcanza hasta 10 metros de altura, normalmente atractivo por su follaje denso y cabezuelas de flores amarillas, sin embargo al madurar es frecuentemente abierto y desordenado de las ramas (39), el tronco puede ser solitario o ramificarse cerca de la base con una rama principal. La corteza es lisa gris o café rojiza en las ramificaciones y en las plantas jóvenes, al madurar, su coloración es gris oscura, presentando fisuras no prominentes; a menudo las ramificaciones son pendulosas, cilíndricas con una terminación en círculo (39).

Los filodios presentan a menudo el ápice aplastado, normalmente -

colgado y flexo, finalmente la nervadura es glabra, a menudo verde claro cuando joven (39).

Sus estípulas son caducas y los filodios son variables de acuerdo a esto pueden ser lanceolados o líneas de aproximadamente 8 a 25 por 0.4 a 2.0 cm (a menudo son muy largos y aplastados hacia la base de la planta, de 20 a 32 por 3-4 a 8 cms) recto o en forma de hoz, a veces es penduloso, glabro, verde o claro, pálido brillante, nervadura central conspicua y venas laterales finas (ausentes en el filodio estrecho), la base del pecíolo es de uno a dos o tres mm de largo y en ocasiones rugosos, presenta una glándula solitaria, situada sobre el margen del filodio cercano o alejada del final de la base del pecíolo, puede ser circular u oblonga de 1 a 2 mm de diámetro (39).

La inflorescencia es racemosa, ocasionalmente reducida a una simple cabezuela, axilar y en ocasiones terminal, su eje varía de 0.3 a 3 o 6 cm de largo, glabro; en ocasiones el pedúnculo varía de 1 a 2 y de 10 a 13 por racimo y de 5 a 15 mm de largo, cuando se presenta fruto puede tener 25 mm de largo y por lo general es glabro (39).

Las cabezuelas son amarillas y brillantes en forma globular de 5 a 7 ó de 8 a 10 mm de diámetro, en la antesis se tienen de 25 ó de 55 a 78 flores (39).

Las flores son pentámeras y con una longitud de cáliz que va de 1/2 a 2/3 de longitud de la corola, son naturalmente lobuladas, sus lóbulos son obtusos y gruesos además inflexibles o minuciosamente ciliadas, el tubo es normalmente glabro (39).

Los pétalos varían en tamaño, por ejemplo pueden medir de 1.5 a 2, ó 3 mm de largo y similar en su longitud ya que va de 1/2 a 3/4 y generalmente son glabros, además presenta una nervadura que en ocasiones es indistinta, el ovario por lo general es glabro; su fruto es una legumbre lineal que varía en tamaño, va de 3 a 8, ó de 12 a 14 cms de longitud por 0.4 a 0.6 cms de ancho, esta vaina generalmente es contraída ligeramente entre las semillas, su superficie es glabra y café; presenta algunas márgenes gruesas y amarillas (39).

La semilla longitudinal, en forma oblonga o ligeramente elíptica, de 4 a 5, 6 de 6 mm por 2.5 a 3, 6 de 3.5 mm, su color es café o negro con un brillo llamativo, presenta un pleurograma prominente, continuo y a menudo bordeado por un tejido de luz coloreado; la aréola es de 3 a 3.5 por 1 a 1.5 mm; el funículo de la semilla está clavado en forma recta y en ocasiones está encerrado, su color es amarillo ó café obscuro, éste se encuentra estrecho al hilio (39).

Por último las semillas del género Acacia presentan estructuras llamadas " arilos " (figura 3) que no están relacionadas con la impermeabilidad de las semillas de algunas Acacias, sin embargo esta estructura es un factor adaptativo y evolutivo que le permite a la misma su dispersión en numerosas zonas áridas por acción del viento, agua o por el transporte de animales (14).

En general la sección Phyllodineae tiene semillas con arilos que difieren en forma y tamaño, por ejemplo, la semilla de Acacia saligna presenta un arilo de color café amarillo y el tamaño de un cuarto de longitud de la misma (14).

Algunos autores han señalado que las semillas de Acacia saligna se dispersa en el medio por algunas aves y animales que gustan de consumirla, se ha detectado que en este curso la impermeabilidad de la semilla se afecta debido a que en el tracto digestivo de estos, únicamente se logra digerir el arilo, modificando a la vez la estructura impermeable débil y poco reforzada del estrofiolo (8, 16, 29, 46).

No puede descartarse que el arilo, es una parte fundamental de la semilla para su dispersión a otras regiones, por lo anterior se determinó la composición química de esta estructura que atrae a algunas aves y animales para consumirla, en general la sección Phyllodineae tiene arilos con un peso aproximado de materia seca relativa de 0.2 mg , 0.6 mg de materia seca del arilo y con un 0.7 % de humedad. En promedio el arilo presentó un 2.9% de lípidos, 48.2 % de carbohidratos y 9.0% de proteínas (14).

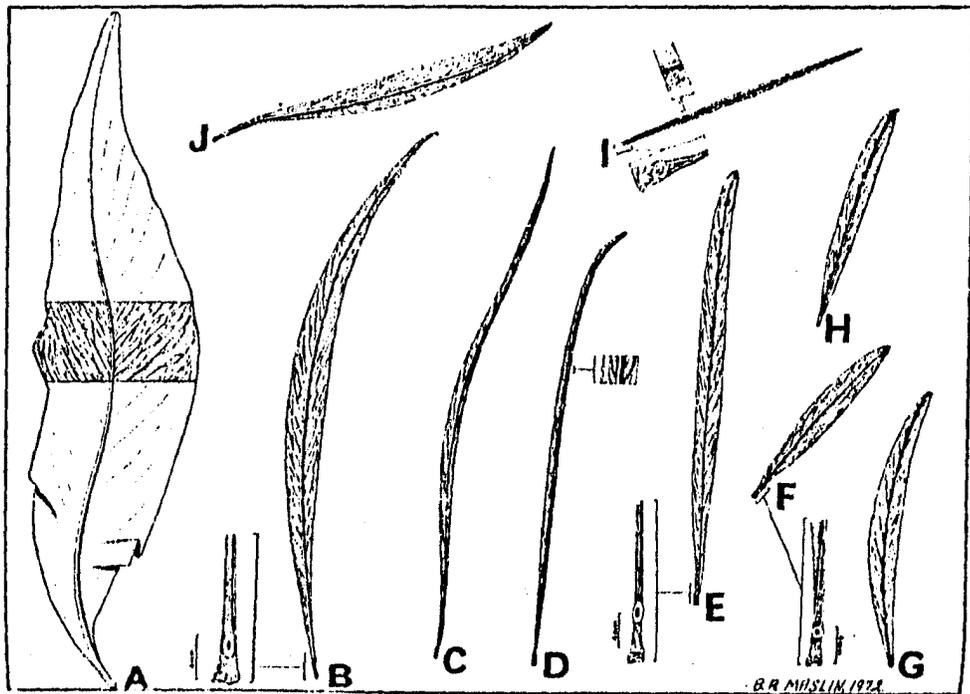


Figura 2.. Variabilidad de filodios y glandulas de la Acacia saligna (39).

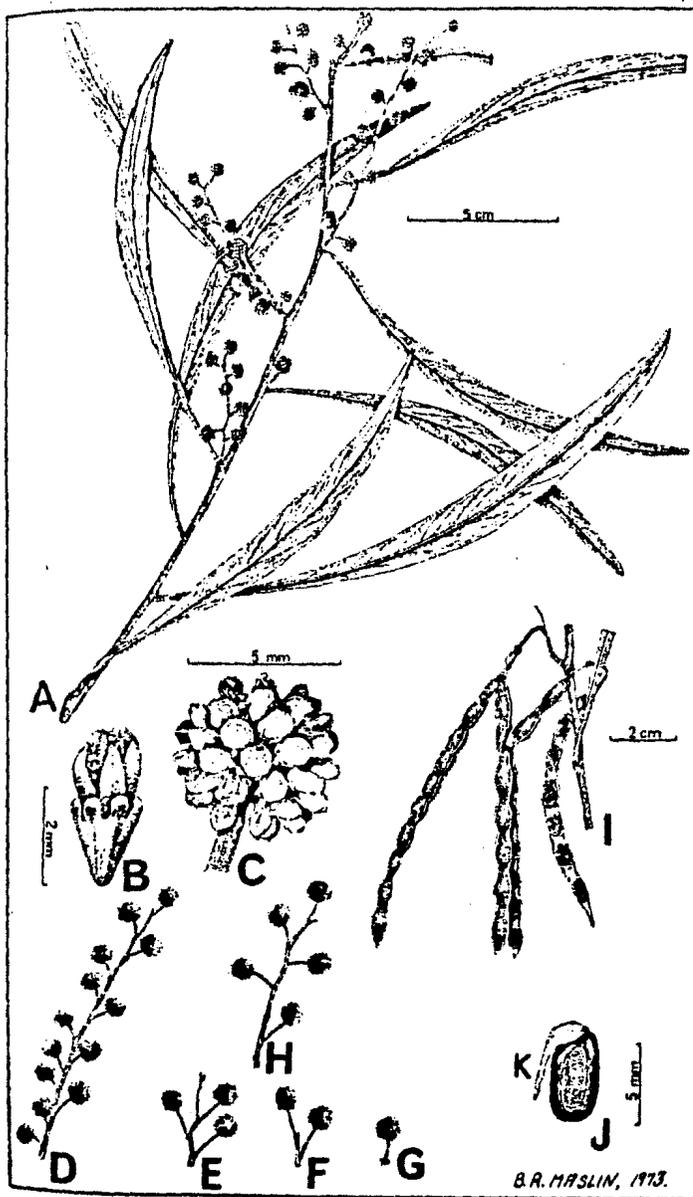


Figura 3. Descripción de la Acacia saligna.
 A.- Porción de la rama. B.- Flores. C.- Cabezuela.
 D.H.- Variabilidad de la inflorescencia. I. Legumbre.
 J.- Semilla. K.- Arilo. (39).

4.3 Taxonomía de la Acacia saligna (Labill) H. Wendl

Como se dijo anteriormente la Acacia saligna presenta un amplio - polimorfismo estructural y por ello se considera sinónimo de Acacia cyanophylla (39), pero debido a la constante recombinación de genes y otros factores inherentes, particularmente encontrados en las especies australianas, se tienen mínimas diferencias en algunos caracteres externos e internos de la planta, diferencias que pueden ser sólo debidas al ambiente, por ejemplo, el cambio estructural de la planta por el habitat que ocupan, condujo a considerar dichas especies como distintas pues presentan diferencias (27) en: tipo de morfología del filodio y del funículo (42); cantidad de flores por cabezuela y nervadura del pétalo de las flores (39); tipo de nectarios (5); tamaño y longitud de las semillas (42) y vainas (14); y composición química de los aminoácidos de las semillas (18) y el polen (33); así como la del arilo (14), y cambios pronunciados - en la composición química de los exudados gomosos (2) y a la vez - de los taninos (17).

Sin embargo esta variación de características químicas y morfológicas establecen que la Acacia saligna y la Acacia cyanophylla sean especies distintas, por ello es lógico pensar que la clasificación taxonómica de esta especie aún no está establecida.

No obstante ante esto algunos autores señalan y concluyen que la Acacia saligna es sinónimo de Acacia cyanophylla (2, 16, 20, 39, 42, 47, 65, 50), en base a lo anterior se consideró que la clasificación taxonómica de la especie es la siguiente :

Familia : Leguminosae
Subfamilia : Mimosoideae
Género : Acacia
Subgénero : Heterophyllum
Sección : Phyllodineae
Serie : Uninerves
Subserie : Racemoseae
Especie : Saligna

4.4 Importancia de Acacia saligna como opción para reforestación de áreas degradadas en zonas templadas.

Especialistas en la conservación del suelo han usado varias acacias por muchos años para la estabilización de arenas, dunas y zonas erosionadas. Las industrias madereras han optado, a su vez, por utilizar esta planta y otras leguminosas leñosas con el fin de evitar la erosión de montes talados (9).

La práctica de siembra de esta especie, como ya se mencionó, ha sido con el fin de reforestar las zonas con estos problemas, y las plantas utilizadas son aquellas que sirvan comercialmente y que se hayan producido en vivero.

Resultados de campo reportaron que se puede contribuir a recuperar y reforestar algunas zonas templadas y semiáridas del mundo utilizando la Acacia saligna, ya que esta especie es capaz de adaptarse fácilmente a diferentes condiciones ambientales (45).

Por ejemplo, se ha determinado que esta especie se puede cultivar en zonas o lugares que presenten precipitaciones de entre 300 a 1000 mm anuales, una característica especial de esta Acacia saligna, es de que resiste larga estación seca en verano, su temperatura óptima está sobre un rango de los 15°C en invierno y de 20°C en verano (25).

Se ha reportado su utilidad en la reforestación de los trópicos semiáridos ya que esta especie ha sido capaz de estabilizar dunas y suelos erosionados en condiciones extremas, además tiene la habilidad de resistir escasez de agua, en virtud a su extenso sistema radicular que le sirve para aprovechar la mayor cantidad de agua disponible en el suelo (20, 28).

Se ha reportado que además controla la erosión de montañas situadas en zonas no expuestas a heladas drásticas, pero que presentan condiciones climáticas y edáficas que no permiten la plantación de pinos u otras especies similares (22, 21).

Otros reportes indican que esta especie estabiliza suelos erosionados carentes de riqueza nutricional, por ejemplo, riberas de ríos,

huecos de dunas, depósitos de escombros y bordes de carreteras -
(21, 42).

Se ha señalado en varios trabajos que la Acacia saligna se adapta fácilmente a sitios en donde los suelos son muy problemáticos, ya sea por su dureza , textura (de tipo arcillosa o arenosa) salinidad, y en suelos calcáreos de algunas regiones del mundo que presentan estas características (20, 22, 25, 46, 64).

Se ha señalado que el uso de esta especie forestal puede ser útil como cortina rompevientos en lugares con serios problemas de vientos que afectan a la agricultura, además se ha utilizado en lugares donde las dunas se movilizan frecuentemente y son contenidas con la siembra de esta especie, su plantación es todo un éxito en algunas regiones donde la pérdida del suelo, los requerimientos climáticos, no afectan el crecimiento y desarrollo de esta especie. Finalmente se recomienda utilizarla en países que presentan algunos problemas serios tales como : Iraq, México y Sudáfrica (28, 25, 46), para controlar la erosión del suelo.

Por ello se ha señalado que estos países reúnen algunas condiciones propicias para la utilización y aprovechamiento de la Acacia saligna, debido a que las exigencias que se presentan son óptimas para la plantación de esa especie forestal (22).

El uso de esta especie en regiones de tipo Mediterráneo es un éxito debido a que ha sido una alternativa eficaz para restaurar lugares secos y suelos pobres, esto se debe fundamentalmente a que la Acacia saligna tiene una gran capacidad de adaptación a estas regiones, además fija nitrógeno por simbiosis, y reúne los prerequisites para la subsecuente introducción de especies forestales no leguminosas de importancia económica (35, 45).

Se ha reportado que la Acacia saligna aporta una gran cantidad de materia orgánica, logrando con ello recuperar y formar suelo en el lugar que está establecida; este suelo es conservado por mucho tiempo, pero como la especie está adaptada a bajos niveles de nutrición de ningún modo compite sucesivamente por estos suelos fertilizados con otras plantaciones. Se ha señalado además que este enriquecimiento de suelo mejora la calidad del mismo, a la

vez que la planta regenera el medio y lo hace apto para sustentar - plantas de importancia forestal y originarias del lugar (40).

En un estudio se determinó que la hojarasca de la Acacia saligna es rica en fósforo y tiene una baja relación de carbono/nitrógeno - (40), así mismo se cuantificaron sus componentes y resultó lo siguiente : 60.8% de filodios, 12.1% de vainas, 10% de madera, 8.7% de flores, 8% de semilla, finalmente se estimó que por unidad de hectárea el total de materia orgánica que produce la especie es de 8,042 kg/ha/año (42).

Además se ha determinado la magnitud en cuanto a la fijación de - nitrógeno por la presencia de nódulos asociados a las raíces de las acacias, la estimación fué de aproximadamente 10,463 kg/ha/año, tal cantidad de nitrógeno aprovechable es de vital importancia para un - ecosistema ya que de él dependen una gran cantidad de plantas y orga - nismos que lo asimilan de una u otra forma (35).

Pero para obtener una cantidad similar a la anterior la Acacia es susceptible a variaciones de temperatura y precipitación para la acti - vidad nodular, es decir la fijación de nitrógeno responde mejor a - temperaturas cercanas a los 30°C en primavera (en algunos casos - otoño), y una actividad mínima en el verano, sin embargo la activi - dad nodular baja considerablemente en invierno en algunas legumino - sas, por ejemplo, en la Acacia saligna la actividad nodular deja de funcionar cuando existe un stress de agua de por lo menos 72 horas - (35, 45).

Por otra parte el uso de esta especie forestal en las regiones de Sudafrica ha sido tan exitosa que su propagación natural es tan am - plia que ahora es considerada una maleza difícil de erradicar, sin - embargo, su control ha sido realizado exitosamente con la utiliza - ción de enemigos naturales que se alimentan principalmente de : - ramas, flores y filodios, de esta forma se han obtenido excelentes resultados para su control. Este biocontrol se basó en la utiliza - ción de : hemípteros, lepidópteros y coleópteros, que en cierta for - ma abaten la densidad de árboles, sin la necesidad de usar herbici - das que puedan dañar a otros organismos benéficos en el ambiente -

(47, 65).

U s o s d e l a A c a c i a s a l i g n a

Además de las características ya mencionadas esta Acacia saligna provee algunos productos tales como :

1. Gomas de coloraciones claras solubles en agua, de importante uso industrial pues, presentan aproximadamente 27% de ácido urónico y es útil para la conservación de embutidos alimenticios, adobos, - etc, y quizá tenga algún uso en la industria quimicofarmacéutica (17, 20, 64).
2. Madera: El uso de sus maderas no es tan amplio en algunas regiones, pero son utilizadas principalmente como leña, madera para - cercar corrales debido a que tiene una gran resistencia y durabilidad.

Un estudio reveló que el rendimiento anual en la producción de leña variaba de 1.5 a 10 metros cúbicos/ha/año esto está en función de las condiciones climáticas que en cierta manera estimulan el crecimiento de la planta, por ejemplo, esta Acacia saligna en épocas de sequía detiene su crecimiento y por lo tanto reduce el rendimiento de madera en tales etapas del año; sin embargo, esta especie puede ser explotada como fuente de leña o madera durante 10 a 15 años consecutivos (46, 64).

3. Forraje: Los filodios de la Acacia saligna son palatables al ganado tanto frescos como secos, en ocasiones se usa como complemento del forraje para ganado ovino y caprino. Las semillas trituradas son usadas además para alimentar al ganado ovino sin peligro de toxicidad, así como a otro tipo de animales que la puedan consumir.

El ganado ovino y caprino puede pastorear sin peligro las plantaciones de Acacia saligna ya que ésta tiene la capacidad de rebrotar cuando es pastoreada en exceso (14, 46).

Por otra parte en los campos ganaderos la especie proporciona sombra al ganado, pues en ocasiones llegan a ser los únicos re -

presentantes arbóreos (17, 20, 64).

4.5 Adaptabilidad de Acacia saligna a la República Mexicana.

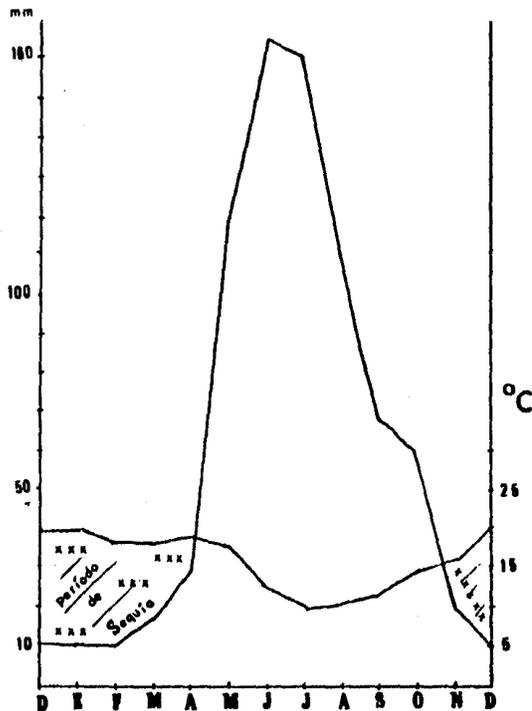
Acerca de las exigencias climáticas de la Acacia saligna Hugget - (28) encontró una estrecha similitud entre las condiciones climáticas de las zonas templadas de Australia, con las condiciones climáticas de la altiplanicie central de México.

En la altiplanicie central de México se distingue una zona, - " Bosque templado-caliente y seco " cuyos límites son aproximadamente de 1500 a 2500 metros de altura y de 400 a 1000 mm de lluvias - anuales. Además está caracterizado por una estación seca muy larga, de seis a siete meses, una estación lluviosa de tres a cuatro meses y una estación corta de transición (28), ver gráficas ombrotérmicas de ambos países (figura 4), sin embargo en la altiplanicie predomina un régimen de lluvias en verano y como se dijo, la especie es originaria de regiones de tipo Mediterráneo, en donde las lluvias se presentan en invierno como es el caso de Busselton, Albany, Esperanza, Perth y Geraldton que se encuentran en el suroeste de Australia, lugar y habitat de las poblaciones de esta Acacia saligna.

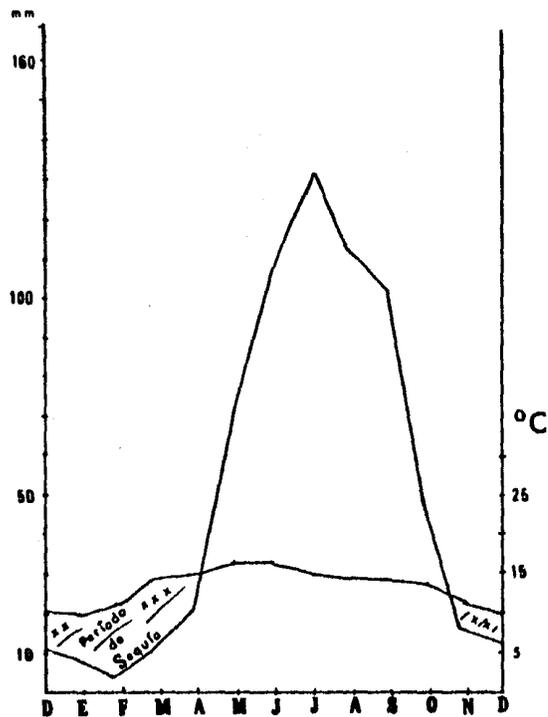
La diferencia que existe entre ambas regiones se debe principalmente a su ubicación en distintos hemisferios, en el Austral el inicio del año se presenta en julio, mientras que en el boreal se distingue por iniciar su año en enero con lluvias en verano en la región de América del Norte. No obstante a lo anterior varias citas mencionan que esta especie, Acacia saligna, se desarrolla sin problemas en el Valle de México (20, 25).

La reforestación de los terrenos tepetatosos más degradados en el Valle de México se ha efectuado con eucaliptos, que no son del todo provechosos ya que no protegen realmente al suelo ni lo enriquece, - pues hay poca aportación de materia orgánica y tienen además muy poca utilidad de uso para consumo doméstico e industrial ya que de sus maderas son frágiles y de poca durabilidad.

De hecho se recomienda el uso de un segundo estrato conformado - por Acacia saligna en las plantaciones de eucalipto con el fin de - proteger y enriquecer realmente al suelo (21, 25).



" Índice de Estación Pluviométrica 4-3-5 "
 Localidad : Busselton, Australia W
 Clima : C s b e
 Precipitación anual : 879 mm.
 Temperatura promedio anual : 15°C



" Índice de Estación Pluviométrica 4-2-6 "
 Localidad : Chapingo, México.
 Clima : C (wo), (w), b (i)'
 Precipitación anual : 644.8 mm.
 Temperatura promedio anual : 15°C

ESCALA 1:25

83

Figura 4 : Comparación de climogramas de una localidad donde habita la Acacia saligna con una del Valle de México (20, 23).

4.6 Propagación de Acacia saligna

La siembra de esta especie se recomienda a mediados de otoño en regiones secas y en las regiones templadas cuando han iniciado las lluvias (60).

Para su manejo en vivero es recomendable tener las plantas sin sombra ya que esto provoca ahilamiento de las plántulas, secado de raíces y de retoños (41).

En general se recomienda aplicar un tratamiento de agua caliente o perforar por otro método las semillas de ésta para que realice su germinación, pues su testa es impermeable, lo que impide la absorción de agua.

Shaybany y Rouhani (60) encontraron que, además de la impermeabilidad de la testa, esta especie tiene un estrecho intervalo de temperatura alrededor de los 15°C en el que germina bien, lo cual de acuerdo a Nikolaeva (48, 49) corresponde a un caso de latencia fisiológica leve.

Este segundo mecanismo inhibitorio puede eliminarse con la siembra de semilla en el otoño (60). Pero de acuerdo a los datos obtenidos en el observatorio de Chapingo México, consultar gráfica del suelo (figura 5), la temperatura del suelo en el Valle de México no tiene condiciones adecuadas para una germinación uniforme de Acacia saligna.

Las exigencias de la semilla de Acacia saligna para la germinación no resultan sorprendentes si se considera que, bajo un clima Mediterráneo, las oportunidades que tienen las semillas de producir plantas que puedan sobrevivir se presentan durante el otoño y el invierno cuando se dispone de humedad en el suelo aunque la temperatura sea baja.

En el verano la germinación efectuada con alguna lluvia esporádica, conduce a la destrucción de los propagulos pues son varios los meses de sequía.

Lo anterior, lejos de ser una desventaja puede ser útil en la altiplanicie central de México ya que la época de lluvias impide que -

esta planta pueda convertirse en maleza.

En otras especies la impermeabilidad de la testa de la semilla al agua, puede combinarse con otros mecanismos de latencia, y se habla de latencia combinada por ejemplo: en Cercis canadensis (Pata de vaca), se presentan respuestas a la perforación de la testa y posteriormente a la estratificación fría, el trébol rojo (Trifolium pratense) responde a una post maduración en almacenamiento en seco, - mientras que el trébol subterráneo (Trifolium subterraneum) responde al estímulo con altas concentraciones de bióxido de carbono una vez que son escarificadas (55).

Un estudio reveló que las semillas de varias especies que se desarrollan en lugares desérticos como la Acacia farnesiana entre otras, presentan inhibidores de la germinación y del crecimiento (26).

En cuanto a tratamientos aplicados a la Acacia saligna.

Un trabajo reportó que el uso de agua caliente y ácido sulfúrico a diferentes concentraciones aplicadas sobre la semilla de Acacia cyanophylla incrementaron el porcentaje de germinación; las semillas tratadas con agua caliente por un lapso de 5 minutos obtuvo un 80% de germinación en un período de 9 días; mientras que el tratamiento de ácido sulfúrico por remojo de 90 minutos obtuvo un 98.5% de germinación en un período de 6 días. Los resultados anteriores se obtuvieron de la temperatura óptima de 15°C entre el intervalo de 5 a - 35°C, finalmente se recomienda usar la temperatura de 15°C para uso y propagación de esta especie para lugares con problemas de erosión (60).

Sin embargo otro trabajo similar encontró que las semillas tratadas con agua caliente a una temperatura de 75°C durante 6 minutos, - logró eliminar la impermeabilidad de la semilla de Acacia cyanophylla pero no fué suficientemente eficaz como para promover la germinación únicamente reportó buenos resultados al mantener a la semilla firme y viable (52).

Ante los resultados anteriores se usó el agua caliente como un -

tratamiento previo para aplicar posteriormente a las semillas un tratamiento adicional basado en el uso de la tiourea a diferentes concentraciones aplicadas mediante riegos en las cajas de Petri sobre las semillas, se reporta finalmente que la tiourea a una concentración del 1.0 y 2.0%, obtuvieron una germinación aproximada del 20.0 y 31.25% respectivamente; además se estimó que el uso de temperaturas menores a los 5°C como un tratamiento húmedo durante 12 días (estratificación fría) sobre las semillas de Acacia cyanophylla obtuvo un 68.0 y 80.0% de germinación en un período de 25 a 58 días respectivamente. Finalmente este trabajo señala que la Acacia cyanophylla presenta un estrecho rango de temperatura en el que germina bien, coincidiendo con Shaybany y Rouhani (60) en este aspecto (52).

Todo lo anterior indica que las semillas de Acacia saligna tiene un doble problema, por un lado son impermeables y por otro requieren de ciertas temperaturas para germinar o la aplicación de un regulador de crecimiento.

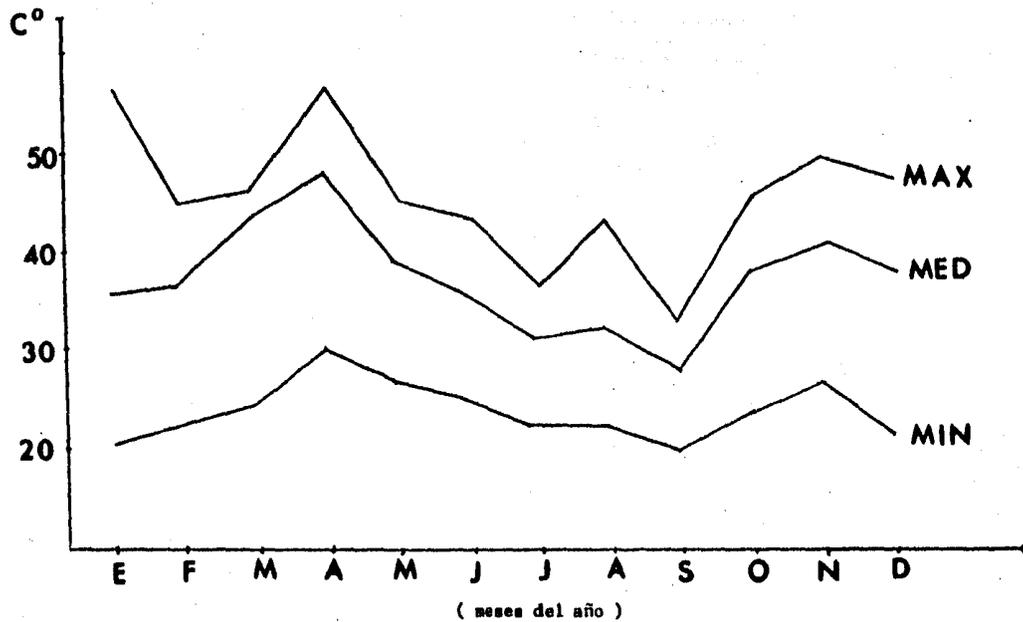


Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas del suelo superficial registrados en el año de 1984 en la estación meteorológica, Chapingo, México.
 (Datos proporcionados por López, M. M. 1985.).

4.7 Impermeabilidad de la testa en semillas de Leguminosas

La impermeabilidad de la cubierta en semillas duras es una habilidad que le ayuda a mantenerse viables por mucho tiempo (48, 55).

Varios autores han señalado que la impermeabilidad de la semilla se debe a los factores físicos y químicos de la testa que le impiden absorber agua, esta característica mantiene a la semilla en latencia debido a su adaptabilidad al medio ambiente (38, 43, 55).

Un estudio estimó que la humedad ambiental determina e influye en la latencia de las semillas impermeables de cualquier especie, por ejemplo, si el contenido de humedad es baja en la semilla, mayor será la compactación de las células del macroesclerenquima, por lo anterior se concluye que entre más seca este la semilla de cualquier lote, mayor impermeabilidad tendrá (55).

En base a lo anterior se encontró que las semillas del trébol subterráneo (Trifolium subterraneum) al presentar fisuras provocadas por el impacto con algún objeto, en las células del macroesclerenquima, se cerraron en un corto período de tiempo al estar colocadas en un ambiente húmedo menor al 20%, por lo que las semillas recuperaron su impermeabilidad. Al contrario, si la humedad relativa se incrementa, las fisuras de la semilla permanecerán abiertas (55).

Se ha sugerido que posiblemente el stress de agua en las semillas de chicharo (Pisum sativum) sea la causa de su impermeabilidad, esto se debe quizá a la formación e interacción de las quinonas y proteínas que se encuentran en las células hipodermales que impiden el acceso de agua a la semilla (27, 55).

Un estudio afirmó que la impermeabilidad de la testa en semillas con latencia física, es el resultado de la polimerización de sus fenoles los cuales dan origen a un pigmento responsable del color de la testa, y que si se encuentran incrementados en la cubierta pueden provocar la impermeabilidad de la semilla (55).

Se concluye además que algunas especies que presentan semillas duras tienen una relación directa entre el color de la testa y la impermeabilidad de las mismas, es decir entre más oscuras estén más -

impermeables son (55).

Se ha determinado que las semillas de Cuscuta campestris está - constituida principalmente por cuatro capas distintas en su testa inmadura (29) :

- i. Una epidermis con cutícula externa
- ii. Una hipodermis (línea de luz y espacio de aire) consistente - y elongada, con células relativamente delgados, y en empalizada.
- iii. Una capa empalizada rica en organelos y pequeñas vacuolas.
- iv. Varias células de parénquima formadas en fila que contienen almidón en su base.

Al secarse las semillas de Cuscuta campestris por un lapso de 5 a 10 días, se observó, que el citoplasma de las células hipodermales - se cuajan y precipitan a las paredes secundarias de las capas empalizadas, mientras que las células epidermales se plasmolizan y las paredes exteriores de colapsan, provocando una cerrada formación de células en la cubierta de la semilla. El desarrollo y terminación de las células macroesclerosadas, marcan el comienzo de la latencia después de los 15 días en las semillas de varias leguminosas (29).

Se encontró además que las semillas del trébol subterráneo - (Trifolium subterraneum) presenta grandes depósitos de callos sobre el parénquima, donde éste tal vez actúe como una barrera al movimiento del agua hacia el interior de la semilla (55).

Además se reveló que la maduración de la testa en semillas de - Acacia galpinii presenta una depositación de callo en la pared celular en forma inclinada y en dirección opuesta de la epidermis, de - tal forma que se impide la absorción de agua por la semilla (55).

Un reporte señaló que el tegumento de la testa en semillas de Acacia es relativamente gruesa comparada con el de muchas semillas de - leguminosas, es decir la testa de las semillas de Acacia representa el 33 a 43% de su masa total (16).

En general las semillas dura e impermeables presentan una testa - con una anatomía característica (figura 6) en la que se reconocen las siguientes capas partiendo del exterior de la semilla :

- a) Una capa externa formada por una o dos cutículas.
- b) Células macroesclerosadas en empalizada o células de Malpigi engrosadas sobre todo en sus puntas donde se aprecia la llamada - línea de luz, cuyo origen es la diferencia de la refracción de - luz por un cambio químico en las células macroesclerosadas. (29, 55).
- c) Al interior de las células macroesclerosadas de una leguminosa - se encuentra una capa subepidérmica de células osteosclerosadas, llamadas también " células en carrete " y de acuerdo a la distri bución y grosor de las paredes celulares se formarán los espa - cios intercelulares entre las células (29, 55).
- d) Debajo de las células osteosclerosadas hay una capa de parenquí - ma de hasta doce células de grueso, su composición es de nutrien tes colapsados, parenquima comprimido, mesófilo o células de me - sófilo (55).
- e) Debajo de las células de parenquima se encuentran las células del endospermo.

Otras estructuras que presenta la semilla son :

- 1. Hilio.- El hilio en las papilonoideas es una pequeña es - tructura que consiste de dos capas empalizadas de células - macroesclerosadas y en cierta forma está pertrechada al cie rre del hilio, la región subhilar es una cavidad compuesta de células de parenquima colapsadas, al madurar la semilla esta región es similar a otras áreas de la testa, excepto - de las células epidermales opuestas a las células palisadas (55).

Esta región se comporta como una válvula durante el seca do de la semilla de algunas leguminosas y los cambios de hú medad en el medio inducen la apertura o el cierre de hilio (29).

Al parecer esta área es más resistente al daño mecánico que pueda ejercer cualquier tratamiento, que al resto de la

testa, pero permanece intacta hasta que la radícula la rompe al finalizar la germinación (55).

- ii. Estrófiolo.- Esta área se encuentra en el exterior de la semilla y se dispone en la parte externa del tegumento. Esta estructura está constituida principalmente por una capa empalizada de células de macroesclerenquima más alargadas y estrechas, esto produce que sea una área débil que se presenta en algunas especies de las leguminosas papilionideae (55).

Se contribuye a la ruptura de la impermeabilidad de la semilla siempre y cuando ésta se haya expuesto a tratamientos que modifiquen el estrófiolo, produciendo una fisura por la separación de sus células largas y estrechas.

- iii. Micropilo.- Esta estructura es una pequeña abertura por la que puede entrar agua y aire a la semilla, pero, está obstruido por un tapón de células parenquimáticas que le impiden realizar esta función en semillas con latencia física, es decir semillas impermeables al agua. (55).

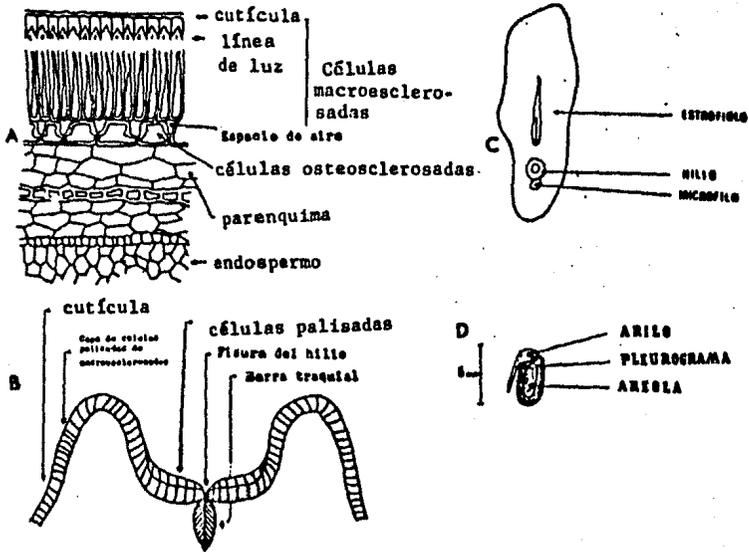


Figura 6. A. Sección longitudinal de la cubierta dura de semilla de trébol dulce. B. Corte seccional del hilum en semillas de Papilionideae en leguminosas. C. Estrófiolo en relación al hilum y microfílo en *Amorpha fruticosa*. D. Estructuras externas de la semilla de *Acacia saligna*. Tomado de (55, 39, 42).

4.8 Efecto de tratamientos para eliminar la impermeabilidad de la semilla

Por años los investigadores han realizado diversos trabajos que permitan la fácil germinación de semillas con cubiertas duras; consideran las características de cada una de las especies en cuestión y formulan un tratamiento capaz de promover un alto porcentaje de germinación, tratamiento que está relacionado con la alteración de la impermeabilidad que presenta la semilla en leguminosas.

El problema central encontrado cuando se usan especies de Acacia es la pobre germinación de la semilla, causada principalmente por la cubierta dura de estas especies que previene el acceso de agua necesaria para que el proceso de germinación pueda ser iniciado, esta barrera física puede impedir la germinación por períodos de años, a no ser que algunas formas de tratamientos puedan mejorar su permeabilidad (9).

Sin embargo las primeras publicaciones reportan que los diferentes y numerosos tratamientos para algunas especies con cubierta impermeable al agua, varían en función al tamaño de la semilla y a la dureza de la cubierta, por ejemplo el uso de agua caliente; aire seco; congelamiento de la semilla; utilización de solventes orgánicos, y escarificación ácida y mecánica, logran en cierta forma, promover un ablandamiento artificial de la semilla (9).

Pero las causas del fracaso de algunos tratamientos con semillas de leguminosas cuya cubierta es dura e impermeable, se debe a la variación de los resultados e indicaciones que consideran una respuesta germinativa a diferentes tratamientos de calor por ejemplo, algunas especies responden con aire seco y húmedo o ambos, pero no responden de la misma manera con otros tratamientos (38).

Ante estos señalamientos se mencionarán algunos trabajos realizados con distintos tratamientos aplicados a semillas de cubierta dura e impermeable, con la única pretensión de obtener un ablandamiento artificial de las semillas y, en consecuencia, obtener un alto porcentaje de germinación.

Con todas las técnicas existentes para eliminar la impermeabili -

dad de la semilla, existe el peligro de dañar al embrión si el tratamiento es demasiado fuerte, este peligro está en función del contenido de humedad de las semillas y la temperatura del tratamiento (16).

4.8.I. Tratamientos húmedos

La utilización de ácido sulfúrico logró el ablandamiento artificial de las semillas duras e impermeables de algunas leguminosas, - asimismo el uso de solventes, como el alcohol etílico absoluto, logró ablandar las semillas de Acacia constricta de un tiempo de remojo de por lo menos 82 horas (55).

La escarificación con ácido sulfúrico y el rayado de la testa de Acacia cyanophylla y Acacia cyclops fueron lo suficientemente efectivos como para romper el letargo de la semilla, sin embargo el uso - del agua caliente por un lapso de seis minutos de remojo y veinte minutos de remojo con ácido sulfúrico sobre la semilla tuvieron excelentes resultados en el ablandamiento de la semilla (6).

La utilización de ácido sulfúrico y agua caliente en las semillas de Acacia como tratamientos pregerminativos promovieron una alta germinación con remojos de por lo menos 24 horas en ambos; sin embargo se reporta como el más práctico y barato al tratamiento de agua caliente y de un alto riesgo por su manejo al ácido sulfúrico (68).

El uso de agua caliente aplicado sobre el terreno forestal ha sido todo un éxito ya que un reporte australiano señaló que el suelo, al ser tratado con vapor gaseoso frecuentemente, incrementa el número y variedad de semillas germinadas que en el suelo sin previo tratamiento. Concluye además de que la exposición solar en época de - verano sobre la superficie del suelo, es causa suficiente para incrementar la germinación de varias semillas al tiempo que el suelo es - humedecido subsecuentemente; por ejemplo el uso de vapor a una temperatura de 60°C por un tiempo de 30 minutos fué suficiente para incrementar la germinación de semillas de la especie Acacia pycnantha y - la Acacia myrtifolia (66).

Se reporta además que el agua caliente es el tratamiento más efectivo para eliminar la impermeabilidad de esta semilla ya que reúne -

mayores características de seguridad para el operador y una mayor - eficiencia en el trabajo sobre la semilla (52).

Los resultados anteriores dan la idea de lo problemático para poder obtener una germinación favorable en los viveros, ya que aún no se le han encontrado las condiciones propias a las cuales han de exponerse las semillas para poder germinar normalmente.

Por último se reporta que el uso del agua caliente como un tratamiento previo sobre la semilla de algunas especies con cubiertas duras e impermeables, promueve la germinación debido a que se mejora - la permeabilidad de la misma (16, 55).

4

4.8.2 Tratamientos secos

Algunos reportes señalan que el uso de tratamientos de aire seco sobre semillas de varias especies con cubierta dura e impermeable - han sido del todo exitosas. Por ejemplo se logró ablandar la cubierta con el uso de este tratamiento a las semillas de Stylosanthes, concluye que para modificar la estructura y las sustancias de las semillas, es determinante y significativo el porcentaje de humedad de la misma(43).

Se encontró además que las exposiciones en aire seco y húmedo, - promovieron el ablandamiento de la cubierta de la semilla a temperaturas cercanas a los 70°C para el tratamiento de aire húmedo en especies de Retama (Cassia nictitans) y Lespedeza hirta; mientras que la mejor temperatura para aire seco fué de 90°C para especies de - Cassia áspera y Lespedeza cyrtobotrya : los interválos de tiempo aplicados fueron menores a los 4 minutos para ambos, arriba de éste y a temperaturas más altas provoca signos letales en las semillas duras, quizá sea ésto debido a la presencia de un mecanismo secundario en la latencia de la semilla (38).

En la actualidad se ha estado utilizando la energía de microondas como un tratamiento innovador que es capaz de debilitar la dureza y eliminar la impermeabilidad en semillas de leguminosas, sin embargo en varios trabajos se reporta la peligrosidad de éste sobre las semillas de varias especies, debido a su fuerza de exposición de tiempos superiores a los dos minutos, por ejemplo, se consideró que el contenido de humedad de la semilla es el factor más importante para la efectividad de este tratamiento.

Un ejemplo claro de la utilización de energía de microondas a una frecuencia de 2450 Mhz sobre las semillas duras e impermeables de - Canavalia ensiformis, frijol (Phaseolus vulgaris) y Stizolobium deeringianum entre otras, el grado de inhibición, se incrementó con una exposición de 5 a 15 segundos, superar el límite de los 45 - segundos reduce la posible germinación de acuerdo a la especie, se estimó que el grado de inhibición se incrementó en función del volumen, peso, contenido de humedad y energía absorbida por la semilla -

(15).

Se ha estimado que el tratamiento de microondas actúa principalmente en el estrófiolo de la semilla, esta consideración se basa en las observaciones realizadas en semillas de Acacia Pycnantha y Acacia retinoides que fueron expuestas a dicho tratamiento. Esta teoría se confirmó al observar que el haz vascular de la semilla en varias acacias tratadas con microondas presentó una alteración del color en la línea del integumento del estrófiolo, ésto nos indica que esta región es un punto débil de la semilla (62).

Asimismo algunos investigadores realizaron trabajos con varios tratamientos, tales como la energía de microondas, aire seco, aire húmedo y encontraron que fueron capaces de modificar la cubierta dura e impermeable de las semillas de leguminosas. Sin embargo se demostró que tales efectos no son lo suficientemente efectivos como para lograr que la cubierta sea totalmente permeable al agua, pero, se encontró nuevamente que el estrófiolo de la semilla se alteró con estos tratamientos dando lugar a la entrada de agua por dicha región (63).

No obstante a lo anterior, se realizó un trabajo utilizando radiofrecuencia para evaluar la posible reducción del efecto inhibitorio de la cubierta dura e impermeable al agua en semillas de trébol subterráneo (Trifolium subterraneum), alfalfa (Medicago sativa) y Stylosanthes humilis a una frecuencia de 39 a 2450 Mhz, en un intervalo de tiempo por segundos y menor a los 4 minutos, a diferentes temperaturas. Los mejores resultados se obtuvieron de entre 80 a 110°C, la exposición de tiempo aplicado varió de acuerdo al contenido de humedad de la semilla, y se concluye que la radiofrecuencia es capaz de estimular la permeabilidad de las semillas a nivel del estrófiolo, permitiendo su inbibición en un corto tiempo (3).

Algunos trabajos señalan que la aplicación de los tratamientos : percusión, radiofrecuencia eléctrica, fluctuación de temperatura y calentamiento de la semilla impermeable, afecta primordialmente a la estructura débil de la semilla que es el estrófiolo (62).

Esta teoría hizo que algunos autores realizaran trabajos sobre -

este problema y confirmaron que la cubierta de la semilla es deformada cuando son aplicados los tratamientos térmicos, el cómo se logra esto, se explica en el hecho de que tales tratamientos elevan la presión de vapor interno y crean una diferencia en expansión de la cubierta, ambas condiciones provocan una fractura mecánica en la cubierta de la semilla especialmente en la región sin refuerzo del estrófiolo (62).

Por ejemplo la energía de microondas aplicada a semillas de Aca - cia shoporeae provocó una fractura longitudinal del estrófiolo, ésto se debió fundamentalmente al alto contenido de humedad de la semilla que en consecuencia provocó y elevó la presión interna de la misma - (62).

El razonamiento anterior indica que la fractura del estrófiolo se da concretamente en las células de malpigi y como consecuencia de una falla mecánica de esta región sin refuerzo, tal falla es causada por el stress térmico al aplicar las microondas y se observa una abertura en la cubierta de la semilla; esta evidencia señala que la energía aplicada en el tratamiento es capaz de alterar la presión interna del agua contenida en la semilla, provocando una expansión natural o contracciones de la misma hasta que se logra una fisura en el área del estrófiolo (8, 63).

El bombardeo de microondas sobre algún objeto, causa la agitación de las moléculas en fricción con de de tal manera que se hincha, - por ejemplo las semillas, mientras están en la exposición de microondas, al retirarse el objeto de la exposición retorna a su acción molecular normal, además se indica que la microonda es capaz de penetrar hasta una pulgada y media cualquier objeto (36).

Algunos investigadores justifican como una alternativa a la energía de microondas como un tratamiento alternativo que presenta una acción de rapidez en beneficio de la agricultura, ya que es posible solucionar varios problemas como : La prevención de daños por insectos, reducción de cubiertas impermeables al agua de las semillas, - control de plagas y malezas (15); rechazando a los tratamientos tradicionales; uso del ácido sulfúrico presenta un alto riesgo -

de peligrosidad para el que lo maneje inadecuadamente; el aire seco por la peligrosidad que representa a la semilla, al uso de solventes químicos por su alto costo, al agua caliente sí no se le toman las debidas precauciones etc. (15).

4.9 Termosensibilidad de algunas semillas

En las semillas recién cosechadas de algunas especies como Amaranthus, trigo y lechuga (Cuadro 1, 2, 3) presentan problemas para germinar en gran parte del intervalo de temperatura en que es posible el crecimiento vegetal, no obstante a ciertas temperaturas y sobre todo a temperaturas oscilantes pueden tener una germinación elevada y rápida, a este fenómeno se le conoce como termosensibilidad y se presenta en las semillas que tienen lo que Nikolaeva (48, 49) define como latencia fisiológica leve.

La pérdida de la termosensibilidad consiste en que se amplía el intervalo de temperatura en que es posible la germinación y puede lograrse con la aplicación de estratificación fría y almacenamiento en seco; a corto plazo puede obtenerse con la aplicación de reguladores del crecimiento como la tiourea y la giberelina.

Cuadro 1. Germinación a diferentes temperaturas de Amarantho (Amaranthus retroflexus) en semillas recién colectadas y almacenadas en seco a 20°C (4R).

Condición de las semillas	Germinación (en %) a temperatura (°C)								
	15	20	25	30	35	10-20	10-30	15-30	20-30
Semillas frescas									
Después de 623 días de	0	2	18	16	86	0	0	1	1
almacenadas.	0	0	34	86	91	21	83	84	85

Nota: En las variantes la alternación de temperatura sobre las semillas son conservadas a altas temperaturas por 8 horas diarias.

Cuadro 2. Curso de la germinación de semillas frescas de trigo - (Triticum L.) en relación a la acción de baja temperatura y al almacenamiento en seco (48, 49).

Condición de las semillas	Preliminar semillas a 5.5°C	Porcentaje de germinación a 25°C durante el experimento (en días)						
		2	4	6	10	20	30	60
Semilla fresca	0	0.3	2	4	3	21	38	39
	19 hours	20	34	41	46	55	69	75
	5 days	100	-					
Después de estar 2 meses en almacenamiento en seco.	0	42	100					
	20 hours	63	100					
	5 days	100	-					

Cuadro 3. Efecto del período de almacenamiento en seco sobre la - germinación de semillas en cuatro variedades de lechuga (Lactuca sativa) a varias temperaturas (13).

Variedad	GERM. TEMP., °C.	% de germinación después de varias semanas de almacenamiento en seco.				
		0	1	4	8	16
White Boston	20	69	33	100	99	100
	25	2	1	1	1	5
	30	0	0	0	0	0
	15 to 30*	97	42	98	95	100
	20 to 30*	4	2	2	58	22
Grand Rapids	20	92	97	96	94	95
	25	11	25	28	47	87
	30	0	2	0	1	3
	15 to 30*	98	97	94	97	96
	20 to 30*	91	92	92	94	96
Keberg	20	96	97	95	97	97
	25	90	95	90	95	94
	30	1	0	11	6	38
	15 to 30*	98	97	97	97	97
	20 to 30*	99	97	99	99	97
Black-seeded Simpson	20	87	94	98	98	96
	25	49	5	9	51	41
	30	0	1	1	1	0
	15 to 30*	90	79	99	96	95
	20 to 30*	90	75	91	89	94

* Alternación diaria. Los cultivos estuvieron a bajas temperaturas por 60 horas y a altas temperaturas por 8 horas diarias.

El interés de abordar la termosensibilidad reside en que las semillas de Acacia cyanophylla la presentan, pues los resultados de Shaybany y Rouhani (60) indican que esta especie no germina bien a temperaturas mayores de los 20°C aunque se haya perdido la impermeabilidad, ver cuadro 4.

Cuadro 4. Uso de diferentes métodos de escarificación a diferentes temperaturas y diverso lapso de tiempo en la germinación de Acacia cyanophylla (60).

Tratamiento Método de escarificación	tiempo (min)	Total germinación (%)					Media por escarificación
		10°C	15 ^u	20 ^o	25 ^o	30 ^o	
Testigo	-	4.5	7.5	3.5	3.0	1.5	4.0 J
Agua caliente	"0"	32.5	34.0	25.0	15.0	0.0	21.3 H
	5	95.0	94.5	83.0	60.0	0.0	66.5 BC
	10	95.0	88.0	73.0	56.0	0.0	62.4 CD
Acido frío ^y	30	34.0	42.5	39.0	31.0	1.0	29.5 G
	60	35.0	63.0	60.5	31.0	3.5	38.6 F
	90	16.5	76.0	68.5	40.0	6.5	41.5 EF
	120	24.5	77.0	76.0	42.5	9.0	45.8 E
Acido caliente ^x	30	63.0	90.0	77.0	65.5	5.0	60.1 D
	60	33.0	96.0	89.0	87.0	33.5	67.7 B
	90	94.5	98.5	97.5	88.0	27.5	81.2 A
	120	93.5	90.0	96.5	91.0	41.0	82.4 A
Media por temp.		51.7 C ¹	71.4 A	65.7 B	50.8 C	10.7 D	

¹ Las medias con la misma ^{letra} no difieren significativamente al 1.% de los niveles de probabilidad (Prueba de medias de Duncan).

^y Temperatura ambiente
^x 50°C.

Hay diferentes teorías acerca de la termosensibilidad o latencia fisiológica leve, algunas de ellas exponen a continuación :

- 1) La latencia de semillas puede ser el resultado de la presencia de inhibidores de la germinación y el crecimiento en diferentes partes de la semilla, tales como pericarpio, testa, endospermo, ó embrión. Además altas temperaturas en algunas semillas pueden favorecer el efecto de los inhibidores, un apoyo de esta suposición es que la aplicación de reguladores de crecimiento elimina la termosensibilidad según la hipótesis de Khan (32) señala que la giberelina está presente en el rol primario de la germinación, si ésta falta no hay tal; pero como es incapaz de contrarrestar inhibidores, no habrá germinación aunque se tenga dicho regulador de crecimiento.

Además señala que la citokinina es capaz de contrarrestar el rol de los inhibidores, si los hay su presencia es necesaria para la germinación, se dice que el etileno y la tiourea tienen un efecto parecido (32). Por tanto la latencia puede ser resultado de la carencia de giberelina aún sin inhibidores o por la citokinina si los hay o a falta de ambos, ver para más detalle la (figura 7).

- 2) Interacción de cubiertas poco permeables a los gases con bloques metabólicos en el embrión (48, 49).

La influencia y acción inhibitoria de las cubiertas de las semillas radica indudablemente en que impiden el intercambio de gases al embrión en semillas con latencia fisiológica leve de tal manera que impiden su germinación.

Se ha sugerido que las cubiertas restringen el intercambio de gases solo a temperaturas mayores de 10°C, esto se fundamenta en mediciones directas y permite explicar el efecto de la estratificación fría por acumulación de compuestos ricos en oxígeno (48).

Se sugiere además que la restricción del intercambio gaseoso no es pasiva sino que se debe a la oxidación de fenoles presentes

en el tejido de la cubierta, lo que previene el acceso de oxígeno a el embrión por la competencia del sustrato y por tal se perjudica consecuentemente la germinación (54).

Esto se apoya en que el uso de varios componentes que contienen grupos sulfhidrilos, inhiben principalmente la fenol-oxidasa provocando el rompimiento de la latencia; asimismo se sabe que el pinchado de la cubierta de la semilla provoca el mismo efecto (54).

Se ha demostrado que el uso de productos químicos que contienen grupos sulfhidrilos como : mercaptoetanol, dithiotheirol y en menor escala la tiourea han eliminado la latencia fisiológica leve de las semillas (54).

La hipótesis de Roberts y Smith (54) relaciona los bloqueos metabólicos con la baja permeabilidad a los gases, diciendo que dentro de los tejidos de la semilla por lo menos existen dos sendas respiratorias que compiten por el oxígeno :

- i) La respiración convencional que concierne a la glucosis, el ciclo de Krebs y a la cadena del citocromo oxidasa.
- ii) La vía pentosa fosfato.

Para que ocurra la germinación este último proceso requiere estar en un nivel elevado de actividad, lo cual no ocurre en semillas con latencia fisiológica leve, pues la baja permeabilidad a los gases y a la mayor afinidad por el oxígeno de la citocromo oxidasa, impiden la reoxidación del NADPH coenzima necesaria en los dos pasos de la vía de las pentosas. Todo esto impide la germinación y cualquier agente que favorezca la reoxidación del NADPH, permite la germinación como por ejemplo : pinchar las cubiertas, usar agua oxigenada e incrementar la concentración de oxígeno eliminan la competencia de los procesos respiratorios; inhibidores de catalasa y aplicación de aceptores de electrones como nitrato de potasio y azul de metileno dan vías de reoxidación alternas; los inhibidores de respiración disminuyen la competencia.

Se ha observado que los compuestos con radicales sulfídrico favorecen la actividad de la vía de las pentosas y por lo tanto eliminan la termosensibilidad o latencia fisiológica leve (54).

Modelo acerca del funcionamiento de las hormonas sobre la latencia de algunas semillas. Tomado de Khan (32).

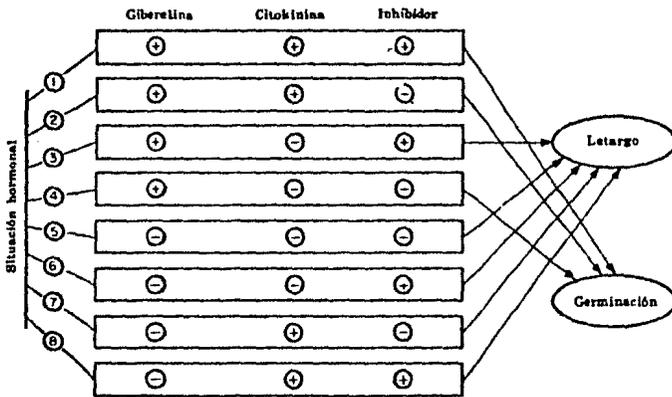


Figura 7. Según este modelo, la germinación se efectúa sólo en presencia de la giberelina. Si está presente un inhibidor anula los efectos de la giberelina y la germinación no se realiza (No. 3). Pero si luego se añade citokina, ésta bloquea los efectos del inhibidor y permite que se lleve a cabo la germinación (No. 1).

4.9.1 Uso de la tiourea para estimular la germinación

Esta sustancia representa una alternativa barata a las hormonas - para estimular la germinación y eliminar la termosensibilidad. Además el tratamiento requiere menos tiempo que la estratificación fría.

Un reporte señala que las semillas de Rhamnus purshiana respondieron favorablemente a tratamiento de giberelinas a una concentración de 500 ppm y a la tiourea en una concentración del 3%, ambas promovieron la ruptura de la latencia en dichas semillas y fueron capaces de reemplazar la estratificación fría siempre y cuando las semillas dispusieran de luz. La temperatura usada fue de 25°C y la técnica de aplicación de los tratamientos fue de remojo por 48 horas, estas semillas posteriormente se lavaron en agua destilada para evitar residuos químicos en las mismas. Los resultados obtenidos fueron de un 87 y 88% de germinación para los tratamientos de ácido giberélico y tiourea respectivamente y un 92% de germinación para la semilla es tratificada en frío a 2 y 5°C.

Se demostró además que la germinación promovida por el ácido giberélico y por la estratificación fue normal mientras que con la de tiourea fue relativamente débil y mucha radícula presentó un color pardo, este efecto fitotóxico fue similar cuando se usó el mismo compuesto en semillas de diferentes especies (51).

4.9.2 Efectos del almacenamiento en seco

En muchos casos las semillas presentan latencia fisiológica leve cuando acaban de madurar y la pierden después de cierto tiempo de - permanecer secas, asimismo pueden permanecer embebidas y latentes - por decenas de años a temperaturas inadecuadas tanto para la germina- ción como para el enfriamiento en húmedo (48).

La exigencia de un período de almacenamiento seco para que algu- nas semillas salgan de la latencia fisiológica es una adaptación de las mismas que impide la germinación al fin de la estación de creci- miento (24).

Al período de almacenamiento en seco requerido por las semillas - para salir de la latencia fisiológica leve se conoce como período de la latencia y a los procesos que se realizan en éstos se les llama - postmaduración por almacenamiento en seco (11, 49, 54).

Se ha sugerido que la pérdida de la latencia fisiológica leve por el almacenamiento en seco, se relaciona con cambios en las propieda- des de las cubiertas, los cuales dan lugar a que aumente la permea- bilidad, disminuya la resistencia mecánica que oponen y faciliten la lixiviación de los inhibidores presentes en los tejidos internos de las semillas, (24, 37, 59, 55). En contra de lo anterior se en- contró que pinchar y someter a remojo semillas de cacahuete recién cosechado no elimina la latencia (59).

Se ha demostrado que un tratamiento de almacenamiento por varias semanas mejora el grado de germinación de las semillas de varias es- pecies, sin embargo se encontró que en semillas de Acacia el grado - de germinación mejora con un tratamiento de agua caliente (55).

Finalmente Roberts y Smith (54) sugieren que es posible que la pérdida de la latencia mediante el almacenamiento en seco esté rela- cionado con algún proceso oxidativo, pues se ha observado que el oxf geno acelera la postmaduración de las semillas.

De la misma manera que la termosensibilidad se pierde con el al- macenamiento en seco (cuadros 1 y 2), las exigencias de almacena- miento en seco se pierde con la aplicación de pinchado de -

las cubiertas o sustancias tales como agua oxigenada, tiourea, ácido giberelico, Kinetín, y etileno (48 , 54).

V. M a t e r i a l e s y M é t o d o s

5.1 Secuencia de trabajo y condiciones experimentales generales

Las semillas utilizadas en el trabajo experimental se colectaron de arbustos de Acacia saligna, previamente identificados, que se localizan en el interior de la E.N.E.P. Acatlán U.N.A.M. en el municipio de Naucalpan Estado de México. La colecta de semilla se realizó en dos períodos; enero de 1984 (lote 1) y marzo de 1985 (lote 2), ambos lotes presentaron un porcentaje muy bajo de semilla insertible, sus características físicas se exponen en el cuadro 5.

Se desechó la semilla rota, vana y la que presentaba ataque de insectos.

Debido a las pequeñas cantidades de semilla disponible fué necesario usar 25 semillas como una unidad experimental a fin de que alcanzara para todos los tratamientos.

Al principio de este trabajo se definió que consistiría de dos partes :

- 1) Encontrar el tratamiento térmico óptimo para eliminar la impermeabilidad, sin alterar la viabilidad de la semilla.
- 2) Evaluar el efecto que tanto la tiourea como el ácido giberélico (GA₃) tienen sobre la pérdida de termosensibilidad.

Como el lote 2 estaba formado por más semillas se le empleó para realizar la primera parte del trabajo y finalmente los mejores resultados se constataron con semillas del lote 1.

En la segunda parte del trabajo se emplearon ambos lotes.

Todas las siembras se hicieron en cajas de Petri previamente esterilizadas, el papel filtro contenido fué humedecido con agua destilada, las cuales se colocaron en una germinadora de acuerdo con un diseño en bloques al azar.

En todo caso la razón de bloqueo fueron las charolas en la germinadora, porque en ocasiones las repeticiones de un experimento se -

cólocaron en diferentes germinadoras y se esperaba que un aparato - pudiera favorecer la germinación más que otro debido a diferencias - en su funcionamiento; como no interesaba evaluar esto se decidió eli - minarlo mediante los bloqueos. En la primera parte de este trabajo se usaron cinco repeticiones por tratamiento y en la segunda parte - se usaron cuatro repeticiones ajustándose a la disponibilidad de la semilla.

Las siembras se regaron periódicamente, la cantidad de agua desti - lada aplicada estuvo en función de las necesidades de cada unidad ex - perimental.

La temperatura que se usó para la incubación en la germinadora - fué de 23 a 10°C, ya que se reportó como la óptima para la germina - ción de semillas con latencia fisiológica leve Nikolaeva (48), ade - más de que abarca la temperatura reportada por Shaybany y Rouhani - (60), como la óptima para la especie de Acacia cyanophylla. Las siembras contaron con iluminación de luz natural difusa por aproxi - madamente 12 horas al día.

En la primera parte del trabajo se tuvieron dos testigos, uno con - sistente en semillas sin tratamiento y otro en semillas en las que - se le cortó el extremo de la testa opuesto al lugar donde sale la ra - dícula, se esperaba que el mejor tratamiento diera resultados simila - res a éste último testigo (figura 8).

Como el producto de la primera parte fué obtener un tratamiento - que eliminara la impermeabilidad, éste se empleó como testigo en la segunda parte del trabajo, y como se evaluó en ella el efecto del re - mojo en soluciones de regulares del crecimiento, se estableció otro testigo consistente en semillas tratadas para eliminar la impermeabi - lidad y remojadas. Esto se hizo para discernir si los resultados - se debían al remojo o al regulador del crecimiento.

Debido a experiencias anteriores, Ramírez (52), los experimen - tos en la primera parte solo duraron 15 días, pues, como sucedió, no se esperaba que las semillas germinaran; en la segunda parte del tra - bajo para evaluar mejor la germinación el experimento se prolongó - hasta los 22 días.

Cuadro 5. Comparación del contenido de humedad, peso por semilla y número de semillas por kilogramo en lotes de Acacia sa - ligna según métodos de (56).

LOTE	Contenido de humedad
Almacenado	7.53 %
Recien cos.	8.50 %
LOTE	Peso de la semilla
Almacenado	0.01376 g
Recien cos.	0.01305 g
LOTE	Semillas por kilogramo
Almacenado	72674.4
Recien cos.	76628.4

5.1.1 Variables de respuesta

Entre ellas se evaluaron las siguientes:

- a) Porcentaje de semillas germinadas, es la proporción de semillas - que emitieron las radículas del tamaño de la misma o sea aproxi - madamente 5 mm.
- b) Días al 75% (DG75%), es el tiempo requerido para alcanzar las - 3/4 partes de la germinación total, se evaluó calculando el ter - cer cuartil de acuerdo a la fórmula presentada por Morales y Cama - cho (44); esta variable evalúa la velocidad de germinación en - tiempo, a menores valores mayor velocidad de germinación.
- c) " Valor germinativo de Maguirre " : Esta variable pondera la velo - cidad y el porcentaje de germinación mediante la sumatoria de los coeficientes obtenidos de dividir las semillas germinadas en un - conteo entre los días transcurridos a partir de la siembra, Mora - les y Camacho (44); ésto es :

$$= G_i / D_i$$

Donde:

G_i : Es el porcentaje sencillo de semillas germinadas en el i'écimo conteo.

D_i : Son los días transcurridos a la siembra del i'écimo conteo.

Para efectuar todos estos cálculos se realizaron diariamente conteos de las semillas germinadas.

Todas las semillas que no germinaron al término de los experimen - tos se partieron longitudinalmente y a la mitad de la misma para so - meterlas a una prueba de tetrazolium en vitacospio, que duró 30 minu - tos. La prueba se realizó para cada unidad experimental por separa - do.

Lo anterior se realizó con la finalidad de establecer si la falta de germinación se debía a que la semilla estaba muerta o que conti - nuaba latente; se consideraron a las semillas latentes a aquellas -

que permanecieron vivas lo cual se manifestó en que se tiñeran de rojo con la aplicación del tetrazolio, las semillas muertas fueron - aquellas que no se tiñeron. Con esto se definieron las siguientes variables de respuesta, Ramírez (52):

- a) Semillas duras. Son aquellas semillas que tenían los tejidos internos secos y que no embebieron, resultando difícil partirlas, - pues estaban en el mismo estado que el día que se sembraron. Esta variable evalúa la presencia de la impermeabilidad.
- b) Semillas firmes. Son aquellas semillas que se embebieron y que permanecían viables de acuerdo con la prueba de tetrazolium. - Esta variable evalúa la presencia de semillas que son latentes de bido a un mecanismo diferente a la impermeabilidad al agua.
- c) Semillas muertas. Son aquellas que se embebieron y no se tiñe - ron, con esta variable se evalúa el efecto detrimental de los tra - tamientos.

5.1.2 Análisis estadístico

Todas las variables se sometieron al análisis de varianza - (ANDEVA) y a la prueba de medias de Tuckey para establecer la sig - nificancia de las diferencias entre los tratamientos.

Los valores en porcentajes obtenidos en semillas germinadas, du - ras, firmes y muertas se transformaron a sus correspondientes arcos senos $\sqrt{\frac{\text{porcentajes}}{100}}$ con el fin de cumplir el supuesto de homoge - neidad de varianzas para realizar un análisis de varianza válido - (53, 61).

Cuando se analizó un experimento factorial, si la interacción era significativa la prueba de medias se hizo comparando todos los tra - tamientos entre sí; cuando la interacción no era significativa y los factores sí, únicamente se hicieron pruebas de medias para comparar los niveles de los factores entre sí (53).

5.2 Primera parte

Eliminación de la impermeabilidad con tratamientos térmicos.

Lós métodos de calentamiento se evaluaron en experimentos independientes, los métodos probados fueron :

- a) Microondas. Las semillas fueron colocadas en un horno de microondas doméstico para cocinar con una irradiación de frecuencia de 2450 MHz, la temperatura que se usó fué de 92°C, con tiempos de exposición de : 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 segundos.
- b) Aire seco. Las semillas se colocaron en una corriente de aire seco generado por un horno eléctrico con ventilación forzada y a una temperatura de 92 °C, con tiempos de exposición de : 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 segundos.
- c) Agua caliente. Las semillas fueron sumergidas dentro de bolsas de malla plástica en un recipiente con agua hirviendo, a una temperatura de 92.8°C, con tiempos de inmersión de : 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 segundos.

Con base en los resultados obtenidos de estas pruebas se procedió a utilizar el tratamiento térmico que promovió la eliminación total de la impermeabilidad, éste se evaluó en las semillas del lote 1, colecta de enero de 1984.

Debido a las diferencias de resultados obtenidos con el testigo -descascarado manualmente en los experimentos anteriores, se decidió probar con diferentes magnitudes de corte sobre la semilla, el diseño experimental que se utilizó fué un factorial con un arreglo combinatorio y una distribución de bloques al azar, con cuatro repeticiones, dos temperaturas (23 a 10°C y 30°C), dos lotes (1984 y 1985) y cinco tratamientos, los cuales fueron :

- 1) Semilla sin tratamiento (testigo).
- 2) Semilla pinchada en el centro del cotiledón sobre el lado plano de éste.
- 3) Semilla descascarada en la parte final de la misma y contraria al eje embrionario.

5.3 Segunda parte :

Efecto de la tiourea y ácido giberelico (GA₃) sobre la germinación.

Con el fin de promover la germinación se probó combinar el mejor tratamiento térmico para eliminar la impermeabilidad, que fué el de inmersión por un minuto en agua hirviendo a 92.8°C con los siguientes tratamientos adicionales :

- a) Soluciones de ácido giberelico a una concentración de 200, 400 y 600 ppm en agua destilada, se usó el producto comercial " Acti - vol " , considerando que tiene un 10.0% de GA₃.
- b) Soluciones de tiourea a concentraciones de 0.5, 1.0 y 2.0% en agua destilada, se usó reactivo químicamente puro.
- c) Remojo en agua destilada.
- d) Enfriamiento en húmedo sobre papel filtro en cajas de Petri por 6 y 12 días.

El diseño experimental aplicado a este experimento fué un factorial con un arreglo combinatorio : dos lotes de semilla (1984 y 1985), dos temperaturas (23 a 10°C y 30°C) y diez tratamientos (testigo con el tratamiento previo, testigo con tratamiento previo y remojado en agua destilada, tres dosis de ácido giberelico:200, 400 y 600 ppm, tres dosis de tiourea:0.5, 1.0 y 2.0% ; y dos períodos de estratificación fría:6 y 12 días a una temperatura de 10°C).

El tiempo de remojo en soluciones de ácido giberelico y tiourea y en agua destilada se había establecido en doce horas (4); pero debido a que no se presentó uniformidad en la adsorción de las soluciones por parte de la semilla, de acuerdo a un exámen visual, pues no se hincharon todas las semillas al cumplirse dicho término, se tomó la decisión de mantenerlas en remojo hasta cumplir 36 horas; se previó que tal período podría causar la asfixia de la semilla, por lo que se procedió a airear el agua por un lapso de 30 segundos en cada tubo de ensaye; para no contaminar las soluciones entre sí, se utilizaron diferentes pipetas para inyectar el aire de una bomba para

acuario dentro de los tubos de ensaye.

Al término de las 36 horas, cada unidad experimental se lavó o enjuagó tres veces con agua destilada para eliminar los residuos de los reguladores de crecimiento en las semillas, después de ésto se efectuó la siembra.

La siembra del testigo sin tratamiento de reguladores de crecimiento se hizo el mismo día que se inició el remojo en las soluciones de los demás tratamientos, al mismo tiempo se inició la estratificación de las unidades experimentales que llevarían este tratamiento, todo esto con el fin de que las diferencias en velocidad de germinación no se debieran al momento en que se inició la imbibición.

V I . R E S U L T A D O S

6.1 Primera parte

6.1.1 Comportamiento de los testigos.

Como se observa en el cuadro 6 en los experimentos de microondas, aire seco y agua caliente en el lote recién cosechado y en el alma - cenado, la mayor parte de las semillas en el testigo eran duras - (entre un 60 y un 100%) y por tanto la cantidad de semilla firme - no superó el 33% y la germinación no rebasó al 9.0% y prácticamente no se tuvieron semillas muertas.

En cuanto a la semilla perforada manualmente se obtuvieron marca - das diferencias en los cuatro experimentos :

En el experimento de microondas la semilla perforada obtuvo un - 22.0% de germinación, contra un 72.0% aproximadamente en el experi - mento de aire seco y agua caliente en semillas recién cosechadas; en las semillas almacenadas unicamente se alcanzó un 36% como máximo de germinación.

Esta situación pudo ser resultado de que la perforación de las se - millas no se realizó homoganeamente, apoyo a lo anterior se puede - mencionar que el experimento de aire seco se obtuvo un remanente del 2.6% de semillas duras; lo cual indica que sólo se dañó superficial - mente a algunas semillas.

Por otra parte, aunque no se tuvieron semillas duras en el resto de los experimentos, tampoco se alcanzó la germinación obtenida por semillas perforadas en el experimento de aire seco; es decir la ma - yoría de las semillas quedaron firmes.

Por ello el efecto de los tratamientos térmicos sobre la imper - meabilidad de la Acacia saligna se evaluó preferentemente con respec - to al testigo sin tratamiento.

Debido a que las diferencias de los resultados en las semillas - perforadas podía deberse a la magnitud del daño realizado en el des - cascado, se optó por comprobar esta hipótesis, para lo cual se rea

lizó un experimento en el que se evaluó el efecto del tipo y magnitud del daño a la semilla, de ambos lotes (almacenado y recién cosechado), además se consideró el efecto de la temperatura de 23 a 10°C y 30°C .

Cuadro no 6. Comparación de resultados germinativos del testigo sin tratamiento, y el perforado de los experimentos de microondas, aire seco y agua caliente en semillas de Acacia saligna

Lote	Experimento	semillas	germinadas	firmes	duras	mueras
recien cosechado	Microondas	testigo	8.27	9.07	81.60	0.0
		perfora.	22.07	75.88	0.00	0.49
recien cosechado	aire seco	testigo	0.16	1.45	92.20	0.00
		perfora.	71.69	7.22	2.62	16.39
recien cosechado	Agua Caliente	testigo	0.32	0.00	99.67	0.00
		perfora.	72.48	26.32	0.00	0.16
almacenado	Agua Caliente	testigo	2.38	31.67	62.11	0.32
		perfora.	35.27	63.93	0.00	0.16

6.1.2 Efecto del tamaño, tipo de corte y tiempo de almacenamien -
to sobre la germinación de Acacia saligna a 2 tempera -
turas (23 a 10°C y 30°C).

Los resultados se presentan en los cuadros 7 y 8.

En ambos lotes y temperaturas las semillas sin tratamiento tuvieron un comportamiento similar; la mayoría de ellas estaban duras, la germinación fué prácticamente nula y casi todas las semillas que no germinaron eran duras.

Dañar las semillas redujo significativamente la impermeabilidad, alcanzándose contenidos del 0.0% cuando se aplicaron cortes, el pinchado y el descascarado ocasionalmente obtuvieron contenidos mayores pero siempre fueron inferiores al 3.0% .

En la mayoría de los casos la germinación a 30°C fué nula, casi - todas las semillas descascaradas quedaron firmes, sólo cuando se pinchó se tuvo un 100% de semillas muertas; aunque en el resto de los - tratamientos el contenido de éstas no bajo del 20% . Con la temperatura de 23 a 10°C se alcanzó hasta un 85.15% de germinación por lo que se analizaron con más detalle sus resultados.

La germinación de las semillas almacenadas generalmente fué superior a las de las recién cosechadas, sólo cuando se cortaron las semillas la diferencia fué significativa.

Todos los tratamientos de 23 a 10°C, obtuvieron una germinación - estadísticamente superior al testigo; en las semillas recién cosechadas ningún tratamiento superó significativamente la germinación de - las semillas descascaradas, mientras en las almacenadas, las semillas cortadas a la mitad y las pinchadas, lograron una germinación - significativamente superior a la de las descascaradas.

Las semillas que no germinaron quedaron firmes en su mayoría solamente se encontró un máximo de 7.2% de semilla muerta por el efecto de pinchado sobre la semilla de ambos lotes.

Por último, al cortar a la mitad a la semilla descascarada que no germinó se observó un estímulo notable sobre todo en el lote almacenado. El remanente de las semillas quedaron firmes.

No se evaluó lo anterior a 30°C por la gran contaminación que se presentó.

Todos los tratamientos superaron al testigo, el efecto de éstos sobre la cantidad germinativa de los lotes ($\sum G_i/D_i$) fué el mismo en ambos lotes : los mejores resultados se lograron con las semillas pinchadas y las cortadas a la mitad; estos tratamientos no difirieron entre sí, aunque si hubo diferencias significativas entre los lotes, obteniéndose la mejor germinación en el lote almacenado (cuadro 7).

Los días a la germinación obtenidos con promedios, recalcaron lo dicho anteriormente, o sea los tratamientos tardaron en germinar menos que el testigo, teniendo valores entre 10.81 y 12.21 para el lote almacenado y de 13.64 a 12.12 días al 75% en el recién cosechado.

La estimación estadística de la velocidad de germinación en el tratamiento que estuvo colocado a una temperatura de 30°C no se pudo calcular porque la mayoría de los datos fueron ceros.

Cuadro 7. Resultados obtenidos de tratamientos en Acacia saligna, del efecto del daño a las semillas sobre la germinación, velocidad y días a la germinación a una temperatura de 23 a 10°C.

% DE SEMILLAS GERMINADAS

23-10°C

lote	testigo	pinchadas	almacenadas	1/4 corte	1/2 corte	temperatura *
almacenada	0.25 f	73.92 ab	42.33 cde	66.50 epc	85.12 a	82.68
rección cos	1.45 f	59.66 abcd	35.13 de	27.00 e	45.95 bcde	46.00
% DE SEMILLAS FIRMES						
almacenada	1.60	10.47	56.68	33.47	14.86	21.00b
rección cos	22.74	32.72	60.80	72.98	51.99	43.13a
	11.37 d	20.25 cd	57.21 a	51.50 ab	41.91 bc	\bar{X}
% DE SEMILLAS DURAS						
almacenada	93.98	2.48	0.00	0.00	0.00	48.21
rección cos	72.65	0.00	0.00	0.00	0.00	14.53
	83.31	1.24	---	---	---	\bar{X}
% DE SEMILLAS MUERTAS						
almacenada	1.01	7.19	0.24	0.00	0.00	0.00
rección cos	0.24	3.47	2.90	0.00	1.01	4.12
	0.56	5.17	1.20	0.00	0.50	\bar{X}

La semilla dura y muerta no se analizó porque la mayor parte de los datos fueron ceros, únicamente tienen promedios, además se exento del análisis a las semillas descascaradas remanentes con medio corte posterior.

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Turkey al 95 % de confianza.

* es el porcentaje de semillas firme descascarada que germinó después de medio corte del cotiledón.

** es la cantidad de semilla muerta después del tratamiento con medio corte en semillas firmes descascaradas.

Velocidad de germinación "Mugil ra" a 15 días y a una temperatura de 23 a 10°C en semillas de Acacia saligna.

trat / lote	almacenado	rección cos	media
testigo	0.07 f	0.15 f	0.21
pinchadas	7.19 a	5.43 bc	6.42
descascaradas	4.04 cde	3.44 de	3.74
1/4 corte	6.70 ab	2.47 e	4.59
1/2 corte	8.31 a	4.88 cd	6.60

Días a la germinación "DG 75" en semillas de Acacia saligna

trat / lote	almacenado	rección cos
testigo	15.00 *	15.00 **
pinchadas	11.30	12.99
descascaradas	12.21	13.04
1/4 corte	11.41	12.12
1/2 corte	10.81	12.67

El * indica que solo germinó una semilla en una repetición y ** indica que solo germinó semillas en 3 repeticiones

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Turkey al 95 % de confianza.

En el cuadro inferior los resultados son promedios de los días a la germinación.

Cuadro 8. Resultados obtenidos de tratamientos en Acacia saligna, del efecto del daño a las semillas sobre la germinación, velocidad y días a la germinación a una temperatura de 30°C.

lote	% DE SEMILLAS GERMINADAS					
	almacenado	pinchadas	desacaradas	1/4 corte	1/2 corte	
almacenado	0,0	0,0	0,24	0,25	1,91	
rección cos	0,0	0,0	0,25	5,01	0,51	
% DE SEMILLAS FIRMES						
almacenado	39,54	0,0	81,34	40,56	70,52	
rección cos	27,14	0,0	94,26	59,21	21,75	
	26,34 _b	0,0	89,43 _a	52,91 _{ab}	46,74 _{ab}	X
% DE SEMILLAS DURAS						
almacenado	61,78	0,0	2,14	0,0	0,0	1,69
rección cos	67,01	0,0	0,00	0,0	0,0	3,25
	57,04	0,0	0,51	0,0	0,0	X
% DE SEMILLAS MUERTAS						
almacenado	7,70	100,0	6,76	52,23	21,69	39,67 _a
rección cos	1,31	100,0	5,72	28,87	74,44	42,21 _a
	3,88 _b	100,0 _a	6,22 _b	40,25 _b	47,71 _b	X

La semilla germinada y dura no se analizó porque la mayoría de datos fueron ceros.

En la semilla firme se excluyó el tratamiento de pinchado en el análisis porque fueron muchos datos ceros.

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de confianza.

Velocidad de germinación "Mugul re" a 15 días y a una temperatura de 30°C en semillas de Acacia saligna.

trat. lote	almacenado	rección cos	media
testigo	0,0	0,0	0,0
pinchadas	0,0	0,0	0,0
desacaradas	0,08	0,07	0,08
1/4 corte	0,06	0,83	0,45
1/2 corte	0,55	0,15	0,35

Días a la germinación "DG 75" en semilla de Acacia saligna.

trat. lote	almacenado	rección cos
testigo	— — —	— — —
pinchadas	— — —	— — —
desacaradas	12,0 *	14,0 *
1/4 corte	17,0 *	5,5 **
1/2 corte	15,0 *	13,0 *

El análisis de la velocidad de germinación "Mugul re" no se realizó porque la mayoría de los datos fueron ceros.

En el cuadro inferior el * indica que solo germinó una semilla en una repetición y ** indica que solo germinaron dos semillas.

En el cuadro inferior los resultados son promedios de los días a la germinación.

6.1.3 Efecto de los tratamientos térmicos sobre la impermeabilidad de la semilla.

Como se observa en la figura 9, en el intervalo de 15 a 120 segundos el efecto de la aplicación de microondas y aire seco a una temperatura de 92°C no eliminó la impermeabilidad, pues se obtuvo de un 74.0 al 95% de semillas duras, en tratamiento de microondas, y de un 70 al 100% para el tratamiento de aire seco, lo anterior no presentó diferencias significativas respecto al testigo.

Se confirma esto al obtener una baja cantidad de semilla firme; - máxima del 17% en microondas y de un 15% para el tratamiento de aire seco. La germinación no rebasó al 10% en microondas y fué de sólo - un 15% para aire seco; la cantidad de semilla muerta no rebasó al - 1% en microondas y fué de un 4.3% para el tratamiento de aire seco.

En contraposición a lo anterior, con el tratamiento de agua caliente a una temperatura de 92.8°C, se obtuvieron mejores resultados con respecto a los tratamientos anteriores ya que fue capaz de reducir significativamente la cantidad de semilla dura a valores por debajo del 10% , por ello también se aplicó a las semillas del lote almacenado, en el que se obtuvieron los mismos resultados ver (fig. 10)

En esos experimentos la cantidad de semilla firme en el lote recién cosechado fué superior a un 85% contra un 73% como promedio del lote almacenado, estas cantidades en todos los intervalos de tiempo no difieren estadísticamente, es decir son iguales todos, excepto el testigo sin tratamiento.

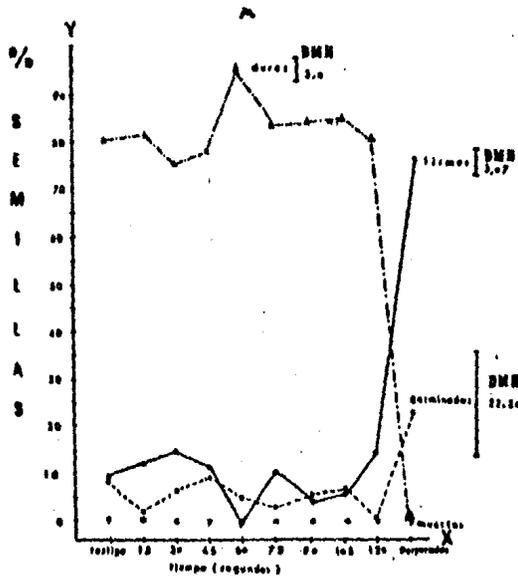
La germinación para el lote de semilla recién cosechada no rebasa al 11% , mientras que para el lote de semilla almacenada es ligeramente superior aunque debajo del 30% .

La cantidad de semilla muerta fué inferior al 0.2% para el lote recién cosechado y fué de un máximo del 5.3% para el lote de semilla almacenada ver figura 10.

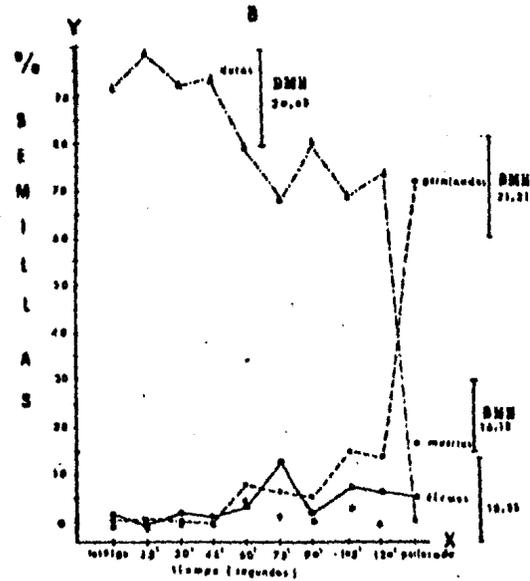
Si se compararan en conjunto los tratamientos térmicos (figuras 9 y 10), se tienen que los tratamientos de microondas y aire seco, no fueron capaces de reducir la dureza de la semilla, cosa que sí -

logró obtenerse con el agua caliente.

Esta notable característica delimitó a emplear el agua caliente - como un tratamiento previo para reducir la dureza de la semilla en - ambos lotes, recién cosechado y almacenado, para el tratamiento adicional que se aplicó a las semilla de Acacia saligna para eliminar - el bajo porcentaje de germinación obtenido en ambos lotes.

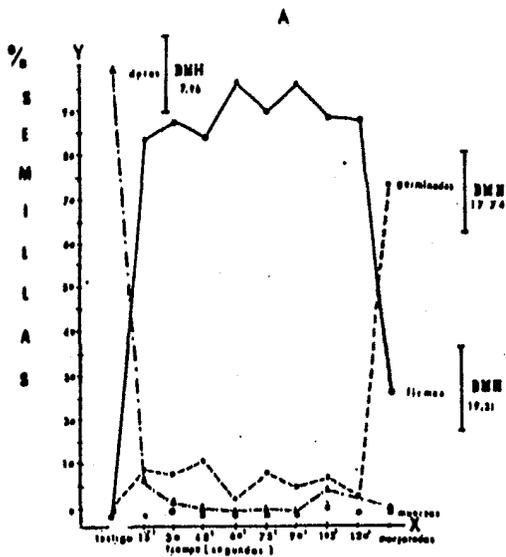


A Se excluyo del analisis las semillas perforadas porque no hubo semillas duras. Las semillas muertas no se analizaron porque la mayor parte de datos fueron ceros.

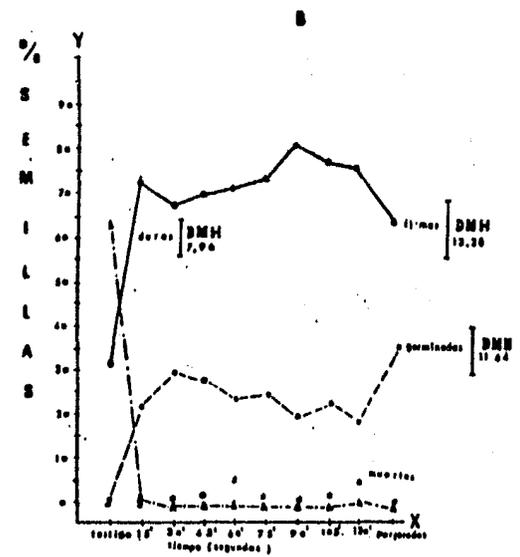


B Se excluyo del analisis las semillas del tratamiento de 15 segundos en la linea de firmes porque no las hubo. Las semillas muertas no se analizaron porque la mayor parte de los datos fueron ceros.

Figura 9. Efecto de la duracion de tratamientos termicos a 92°C, sobre la impermeabilidad y germinacion de *Acacia saligna*. A.- Microondas, B.- Aire seco, (Las barras indican el tamaño - de las diferencias mínimas significativas al 0.05% para cada variable.



o Se excluyo del análisis las semillas del testigo en la línea de semillas firmas porque no hubo tales. Las semillas duras y muertas no se analizaron porque la mayor de los datos fueron ceros.



o La semilla dura no se analizó porque la mayor parte de los datos fueron ceros.

Figura 10. Efecto de la duración de tratamiento con agua a 92.8°C en la impermeabilidad y germinación de *Acacia saligna*. A.- Recién cosechadas, B.- Almacenadas un año. (Las barras indican el tamaño de las diferencias mínimas significativas al 0.05% para cada variable.)

6.2 Segunda parte.

6.2.1 Efecto del pretratamiento con agua caliente y aplicación posterior de reguladores de crecimiento y -estratificación fría en la germinación de Acacia sa ligna.

Las semillas tratadas únicamente con agua caliente, ésto es el -testigo, a temperatura de 23 a 10°C obtuvo un 44 y un 15% de germi -nación en el lote almacenado y recién cosechado respectivamente - (cuadro 9), contra una germinación obtenida a temperatura de 30°C de un 11% y 2% en ambos lotes respectivamente, también en este experi -mento las semillas almacenadas por lo general tuvieron una germi -nación superior a las recién cosechadas, asimismo la germinación fué superior de 23 a 10°C que a 30°C (cuadro 10).

La cantidad de semilla muerta en el testigo fué de un 3.7% y 0.5% para la temperatura de 23 a 10°C en ambos lotes respectivamente, - contra una cantidad del 12.8% y 2.25% a temperatura de 30°C en ambos lotes respectivamente.

El tratamiento previo de agua caliente redujo considerablemente - la cantidad de semilla dura en el lote de almacenado 0.0% contra una cantidad del 7% como máximo para el lote recién cosechado.

El remojo en agua destilada no estimuló la germinación de las se -millas tratadas con agua caliente, ni tuvo efecto, pues en ninguna variable difirió del testigo.

Cabe señalar que en este tratamiento se encontró la mayor canti -dad de semilla muerta, pues, se obtuvo un 35.78% a una temperatura de 30°C de este concepto para el lote almacenado (cuadro 10), con -tra una mínima cantidad del 1.34% como promedio en ambos lotes y una temperatura de 23 a 10°C (cuadro 9).

Ahora bien los resultados de la aplicación de tiourea y ácido gi -berelico sobre las semillas difirieron considerablemente:

El mejor tratamiento fué el de la tiourea en ambas temperaturas, ya que mejoró considerablemente la germinación en ambos lotes y a pe sar de que a 30°C se redujo mucho la germinación los porcentajes ob -

tenidos fueron superiores significativamente comparada con los del ácido giberelico y el resto de los tratamientos.

El mayor efecto de la tiourea se presentó en el lote almacenado y a una temperatura de 23 a 10°C, donde se observan las siguientes cantidades (cuadro 9); la tiourea en las concentraciones del 2.0, 1.0 y 0.5%, presentó un 94.27, 85.33 y un 62.09% de germinación respectivamente, mientras que en lote recién cosechado se obtuvo un 62.3, 52.0 y 42.5% de germinación; a 30°C sólo las concentraciones del 1.0 y 2.0% estimularon la germinación alcanzando un 15.57 y 24.11% respectivamente (cuadro 10).

La germinación en tiourea fué superior al resto de los tratamientos ya que logró promover la germinación en promedio en ambos lotes; en el resto de los tratamientos la baja de germinación se vio compensada por un incremento en el porcentaje de semillas firmes.

Con respecto al ácido giberelico en sus diferentes concentraciones se obtuvo una cantidad similar al testigo remojado, lo cual está dísticamente señala que no provocó estímulo germinativo, pues fué igual o inferior al remojado : no hubo un incremento en el contenido de semillas muertas.

Por otra parte el tratamiento de estratificación fría a 10°C, en sus dos períodos de tiempo, 6 y 12 días, fue inferior a todos los tratamientos. Este tratamiento tampoco ejerció un efecto letal en las semillas.

En cuanto la valor obtenido con la fórmula de " Maguire " , sólo las semillas tratadas con tiourea superaron significativamente, al testigo como se observa en el (cuadro 9), los resultados obtenidos con la mayor concentración fueron además mejores que los logrados por el resto de los tratamientos.

El mejor estímulo se obtuvo en el lote almacenado al el intervalo de 23 a 10°C.

El efecto de la tiourea se manifestó con una reducción de los días a la germinación, sobre todo en el lote almacenado.

Cuadro 9. Comparación del uso de reguladores de crecimiento, estratificación fría a 10°C, en la germinación de Acacia saligna y su relación con la velocidad y días a la germinación a una temperatura de 23 a 10°C.

23-10°C		% DE SEMILLAS GERMINADAS									
		TESTIGO	REMOJ.	GA3 200	GA3 400	GA3 600	T. 0.5	T. 1.0	T. 2.0	E. 6	E. 12
almacenado	43.94 bcd	37.53 cd	37.56 cd	33.19 def	32.83 def	62.09 b	27.33 a	94.27 a	23.0 def	1.46 g	
relación cos	15.34 ef	16.36 bcde	21.89 bcd	16.28 ef	13.76 ef	42.50 bcd	52.00 bc	62.26 b	12.42 fgh	1.01 g	
% DE SEMILLAS FIRMES											
almacenado	50.99 efgh	18.23 cd	55.09 efgh	62.79 bcdefg	61.14 bcdefg	14.97 gh	3.51 i	1.01 i	71.13 bcde	95.70 a	
relación cos	60.31 abcd	40.07 defg	69.73 bcdef	83.33 abc	80.20 abcd	55.43 efg	49.95 fgh	26.8 n	79.35 abc	90.09 ab	
% DE SEMILLAS MUERTAS											
almacenado	3.70	2.94	5.07	2.99	2.94	2.26	7.62	3.01	1.95	2.23	3.32 a
relación cos	0.51	1.01	3.25	0.25	0.30	0.51	5.62	3.70	2.26	4.36	1.18 a
	1.75 b	1.84 b	1.91 b	1.25 b	0.74 c	1.23 b	6.58 a	3.35 ab	2.11 b	3.21 ab	\bar{X}

La semilla muerta con indicación de * fue excluida del análisis porque sus datos fueron ceros. Las semillas duras no se analizaron y colocaron puesto que fueron casuales en todos los tratamientos.

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tuckey al 95 % de confianza.

23-10°C		VELOCIDAD DE GERMINACION G1/G1			" DG 75 % "	
trat	lots	almacenado	relación cos	Medfa	almacenado	relación cos
testigo		3.45 cdef	1.48 fgh	2.46	14.90	16.68
remojado		3.13 def	2.90 defg	3.01	13.21	18.84
GA3 200 ppm		2.90 defg	2.66 fgh	2.77	17.24	16.45
GA3 400 ppm		2.91 defg	1.67 fgh	2.28	18.87	15.25
GA3 600 ppm		2.99 def	1.80 efgh	2.39	16.28	18.15
TU 0.5 %		5.51 bc	3.89 cde	4.69	14.41	16.77
TU 1.0 %		16.26 a	5.02 bcd	7.64	9.47	15.29
TU 2.0 %		11.21 a	6.45 b	8.83	9.02	15.28
E. 6 días		1.42 fgh	0.76 gh	1.08	20.34	19.56
E. 12 días		0.15 h	0.10 h	0.12	21.00 *	20.00 *

E1 = indica que solo germinaron semillas en dos repeticiones
Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tuckey al 95 % de confianza.

Los resultados en los días a la germinación " DG 75 % " son promedios.

Cuadro 10. Comparación del uso de reguladores de crecimiento, estratificación fría a 10°C, en la germinación de Acacia saligna y su relación con la velocidad y días a la germinación a una temperatura de 30°C.

30°C											
	TESTIGO	REMOJ.	GAJ 200	GAJ 400	GAJ 600	T.U. 0.5	T.U. 1.0	T.U. 2.0	E. 6	E. 12	
almacenado	10.92	0.25	1.01	8.35	1.46	7.54	16.95	26.45	1.48	0.0	5.05 _a
recien cos	2.33	0.25	0.25	0.51	0.25	14.31	14.25	21.32	0.00	0.97	2.98 _a
	5.83 _{cd}	0.25 _d	0.56 _d	4.29 _{ed}	0.74 _d	10.65 _{bc}	15.57 _b	24.11 _a	0.17 _a	0.24 _a	— X
% DE SEMILLAS FIRMES											
almacenado	75.57	62.60	83.45	75.74	83.59	85.46	68.60	37.04	93.50	96.90	75.19 _a
recien cos	91.24	98.94	93.04	94.27	96.46	77.81	67.75	50.10	98.97	98.56	90.11 _b
	84.32 _{cd}	86.21 _{cd}	88.68 _{abc}	86.35 _{bcd}	91.09 _{abc}	81.80 _{cd}	66.18 _d	43.61 _c	96.83 _{ab}	97.84 _a	— X
% DE SEMILLAS MUERTAS											
almacenado	12.79	35.75	14.68	8.93	13.43	6.34	5.10	27.24	4.36	3.01	11.73
recien cos	2.26	0.78	2.94	1.48	0.51	1.01	10.65	15.22	1.03	0.00	2.01
	6.52 _{ab}	12.72 _{ab}	7.83 _{ac}	4.46 _b	6.91 _b	3.12 _b	7.64 _{ab}	20.34 _a	2.41 _a	0.75 _a	— X

Las semillas con un * índice que fueron excluidas del análisis porque sus datos fueron ceros. Las semillas duras no se colocaron puesto que fueron casi nulas en todos los tratamientos.

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba tuckey al 95 % de confianza.

30°C		VELOCIDAD DE GERMINACION GI/DIA			" DG 75 % "	
trat	lote	almacenado	recien cos	Media	almacenado	recien cos
testigo		0.57 _c	0.24 _c	0.41	21.00	20.96
remojado		0.11 _c	0.35 _c	0.0d	9.00	20.00
GAJ 200 ppm		0.11 _c	0.05 _c	0.0d	18.00	20.30
GAJ 400 ppm		0.74 _c	0.09 _c	0.41	20.20	20.30
GAJ 600 ppm		0.14 _c	0.05 _c	0.09	21.00	20.03
TU 0.5 %		0.72 _c	0.96 _{abc}	0.54	19.16	17.57
TU 1.0 %		1.96 _{ab}	0.91 _{bc}	1.43	15.38	13.20
TU 2.0 %		2.65 _a	2.20 _a	2.42	17.19	16.06
E. 6 días		0.16 _c	0.05 _c	1.32	21.30	22.60
E. 12 días		0.00 _*	0.00 _*	3.30*	---	---

El * índice que se excluyó del análisis de varianza porque sus datos fueron ceros.

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de tuckey al 95 % de confianza.

Los días a la germinación los resultados son promedios y en donde se tiene --- índice que no hubo germinación.

La impermeabilidad de la testa de semillas de plantas del género Acacia es un hecho conocido (Doran 1983), que se manifiesta por la existencia de semillas duras (Rolston 1978); la presencia de este mecanismo inhibitorio de la germinación en la Acacia saligna - se evidenció, en el presente trabajo, por la gran proporción de semillas duras que se tuvo en la siembra no sometidas a tratamiento.

Aunque la inmersión en agua caliente a 92.8°C de un minuto a dos fué capaz de eliminar la impermeabilidad de la semilla, no promovió una alta germinación, ya que los resultados obtenidos (un 30% como máximo en el lote almacenado y de un 20% para el lote recién cosechado) no superaron lo reportado por algunos autores, entre los que se encuentra Shaybany y Rouhani (60), que obtuvieron un 98.5% de germinación con el uso de agua caliente en la Acacia cyanophylla.

Aunque concuerda con los resultados de Ramírez (52), que obtuvo únicamente semilla firme con este tratamiento a temperaturas de 76 a 92°C por períodos de 3 a 12 minutos a pesar de eliminarse por completo la impermeabilidad.

Lo anterior manifiesta la presencia de otro mecanismo que inhibe la germinación, a parte de la impermeabilidad de la testa al agua.

Los datos de Shaybany y Rouhani (60), indican que las semillas de Acacia cyanophylla germinan bien únicamente a una temperatura de 15°C; los obtenidos en el presente trabajo muestran que la germinación es deficiente a una temperatura oscilante de 23 a 10°C, a pesar de que dicho interválo incluye la temperatura de 15°C. A una temperatura de 30°C se obtuvo una nula germinación.

Estos hechos refuerzan la hipótesis de que las semillas de Acacia saligna tienen lo que Nikolaeva (48, 49), denomina latencia fisiológica leve pues evidencian una notable termosensibilidad germinativa, además, en concordancia con lo descrito por esta autora la latencia tiende a perderse con el almacenamiento; en Acacia saligna la germinación del lote almacenado superó generalmente la del recién cosechado.

El tipo y magnitud del daño a la cubierta, que es importante para la pérdida de la latencia fisiológica leve en Acacia saligna, pueden dar idea de los mecanismos implicados; las semillas que se les cortó inclusive cotiledón fueron las que alcanzaron mayor eficiencia germinativa con respecto al corte que no tocó cotiledón, los resultados fueron diametralmente opuestos : Se obtuvo hasta más de un 80% de germinación para el primer caso y sólo un 30% como máximo para el segundo.

Esto indica que puede existir un inhibidor presente en los cotiledones de esta especie; en apoyo a lo anterior, Janerette (30), encontró que en semillas de Acer sacharum, al cortar los cotiledones eliminó la presencia de inhibidores que impedían la germinación y obtuvo un estímulo germinativo con esta práctica.

Reforzando lo anterior se encontró que las semillas remanentes del tratamiento de descascarado en Acacia saligna, después de concluir su lapso de tipo experimental, al cortarlas por la mitad germinaron en su totalidad en un lapso de tiempo menor a los 9 días de haber iniciado el tratamiento posterior. Cardwell (7), al hacer el mismo procedimiento encontró que en semillas de Zizania acuática el mecanismo de la latencia pudo eliminarse al raspar el pericarpio sobre el embrión y por supuesto, también era remanente de un testigo que no tuvo germinación.

La teoría acerca de los roles hormonales de Khan (32), brinda otro apoyo a la presencia de inhibidores.

Se ha reportado que las semillas con latencia fisiológica leve de especies tales como : Liquidambar styracifolia, Platanus occidentalis, Fraxinus pennsylvanica, Liriodendron tulifera, Carya illinoensis y Quercus falcata, obtuvieron una alta germinación con la aplicación de giberelina a concentraciones de 100 a 1000 partes por millón (ppm) en remojos de 12 a 96 horas y a una temperatura de 23°C (4), la acción de esta sustancia es, según Khan (32), primordial, sin ella no puede haber germinación, pero es incapaz de contrarestar los inhibidores. Por tanto la aplicación de giberelina debe estimular la germinación si hay carencia de esta sustancia y si

no hay estímulo es que la latencia resulta de la presencia de inhibidores.

El ácido gibberélico no fué capaz de promover la germinación de Acacia saligna, quizá por no contrarrestar los posibles inhibidores presentes en las semillas de esta especie. Alternativamente, se puede decir que la tiourea posiblemente produjo la inactivación de dichas sustancias, en apoyo Aldasoro, Matilla y Nicolás (1), presentan evidencias de que la tiourea contrarrestó la acción del ácido abscísico en semillas de Cicer arietinum.

Un hecho que no concuerda con la hipótesis anterior es que los tratamientos de pinchar en el centro las semillas y cortadas a la mitad fueron igualmente efectivos para obtener una alta germinación, a temperatura de 23 a 10°C; pues si cortar los cotiledones implica la remoción de una fuente de inhibidores, pinchar las semillas no.

Como explicación de estos resultados se puede decir que en la latencia de Acacia saligna está involucrada la inhibición del transporte de compuestos que para su formación requieren de oxígeno, esto permitiría explicar porque el efecto de descascarado fué menor que el de cortar y pinchar la semilla a la mitad; pues aunque se incrementó el exceso de oxígeno a todos los casos, la translocación de los compuestos formados es más rápida del centro de los cotiledones al eje embrionario, que al extremo de éste esto está en función de la distancia.

En apoyo a esto Robert y Smith (54) y Nikolaeva (48), encontraron que la latencia de semillas relacionada con problemas de termosensibilidad existe un mecanismo que bloquee la respiración a nivel del eje embrionario.

La participación de procesos oxidativos en la latencia de Acacia saligna puede fundamentarse en que se ha creído que la latencia fisiológica leve es debida a la oxidación de fenoles presentes en el tejido de la cubierta, lo que previene el acceso de oxígeno al embrión por la competencia del sustrato. Se sabe que sustancias como : mercaptoetanol, dithiotheirol y la tiourea que presenta grupos -

sulfídricos inhiben la acción de las fenol-oxidasas, y estimula la germinación (54).

En el presente trabajo dicha sustancia estimuló notablemente la germinación. Las diferentes concentraciones de tiourea promovieron la germinación a una temperatura de 23 a 10°C en el lote almacenado superior al 94% y de un 85.33% a concentraciones del 2.0 y 1.0% respectivamente, ambos fueron similares estadísticamente.

Mientras que en lote recién cosechado únicamente la concentración del 2% de tiourea promovió la germinación en un 62.26% y fué superior al resto del tratamiento en el mismo lote. A temperatura de 30°C fué mejor la concentración del 2.0%, pero la germinación fué inferior del 30% .

Con base en lo anterior puede decirse que a pesar de los buenos resultados obtenidos con la tiourea, esta sustancia no fué capaz de eliminar por completo los requerimientos de almacenamiento y la termosensibilidad de las semillas de Acacia saligna, quizá con dosis mayores de 2.0% pudieran obtenerse mejores resultados.

Un hecho en contra de esta afirmación es que en el experimento de Ramírez (52), se aplicó a las semillas de Acacia cyanophylla en forma de riego a concentraciones hasta del 2% y aunque se observó un estímulo de la germinación no logró superar el 30% de este concepto.

Una exposición prolongada a la tiourea puede equivaler a un incremento de la concentración de ésta.

No obstante, la tiourea tuvo mejor efecto sobre la germinación que pinchar o cortar en el centro a las semillas a una temperatura de 30°C, y su efecto fué similar al de estos tratamientos en semillas recién cosechadas.

Algunas semillas con latencia fisiológica leve requieren únicamente de un corto período de estratificación fría para poder romper la latencia presente en las semillas (48, 49).

Se menciona lo anterior porque los resultados obtenidos con semillas de Acacia saligna fueron insignificantes y se demostró su ineffectividad lo cual hace el tratamiento impráctico pues se le puede -

sustituír por uno a corto plazo aunque se pudiera obtener una magnífica germinación como la que obtuvo Ramírez (52), con un período - de 55 días de estratificación fría a 10°C.

Finalmente cabe discutir, acerca del efecto de los tratamientos térmicos sobre la impermeabilidad de semillas de Acacia saligna.

Según varios autores, las microondas y el aire seco son tratamien - tos que eliminan las semillas impermeables con exposiciones de 45 - segundos y de 4 minutos respectivamente (6, 3, 12, 15, 62 y 63).

Sin embargo en los interválos de tiempo aprobados, estos trata - mientos no fueron exitosos en la Acacia saligna, considerando que no lograron obtener una cantidad considerable de semilla firme y sí una cantidad muy superior de semilla dura.

Quizá esto sea debido a que la semilla no recibió la influencia térmica de los tratamientos aplicados y a la vez estas semillas no - fueron capaces de asimilar ésta, por ser malos conductores de calor como lo mencionan Mott Y Mc Keon (43).

Tran (62) y otros autores (63, 12, 16,36), señalan que las - microondas son capaces de alterar el volúmen de cualquier objeto ba - jo la exposición de microondas, pero puede ser, que la exposición - fuera menor al requerido por la semilla para que su contenido de hú - medad pudiera elevar la presión interna de la misma y por consiquien - te pudiera romper la estructura del estrófiolo por la acción de es - ta presión.

La falta de efecto de las microondas y el calor seco se debió po - siblemente a la corta duración del tratamiento; Mott Mc Keon (43), evaluaron la aplicación del último tratamiento por tiempos superio - res a las 12 horas.

Con esto podemos concluir que los tratamientos de microondas y - aire seco no son tan efectivos como lo reportan para algunas semi - llas de acacias (9, 62, 63), ya que puede ser fatal elevar su tem - peratura y la que se utilizó en este trabajo experimental fué cerca - na a la reportada como letal, 95°C (43).

A igualdad de duración de tratamiento el agua caliente fué más -

efectiva para eliminar la impermeabilidad, quizá esto se debe a un mejor calentamiento que el aire seco por ser el agua un fluido más denso.

Finalmente el tratamiento de agua caliente a 92.8°C presenta dos ventajas para volver permeable las semillas de Acacia saligna :

- a) En pocos segundos puede eliminar la impermeabilidad, debido a ésto no conviene explorar lapsos de tiempo mayores en microondas y aire seco pues resultan tratamientos imprácticos por su alto costo y riesgos a las semillas.
- b) Puede usarse para el tratamiento de agua caliente únicamente un recipiente sin necesidad de usar instrumentos sofisticados, es decir es de muy bajo costo.

En conclusión se recomienda combinar el tratamiento con agua hirviendo a 92.8°C por un minuto con inmersión posterior en una solución al 2.0% de tiourea para estimular la germinación de Acacia saligna. Una dificultad que se tuvo con la aplicación de tiourea en el presente trabajo fué la lentitud con la que las semillas absorvieron las soluciones, ésto es un punto crítico para el efecto de los reguladores del crecimiento sobre la germinación, Bonner (4).

Por ello se recomienda que en trabajos posteriores se evalúe el efecto que tiene sobre la absorción : la temperatura de remojo, el uso de solventes orgánicos y la duración del tratamiento con agua caliente.

VIII CONCLUSIONES

1. El mejor tratamiento que eliminó la impermeabilidad de las semillas de Acacia saligna, fué su inmersión en agua caliente en su punto de ebullición a 92.8°C en un período de tiempo de un minuto como promedio de exposición de este medio. Aunque no estimuló la germinación.
2. La latencia fisiológica leve de la semilla de Acacia saligna pudo eliminarse en gran medida utilizando tiourea a concentraciones de 2.0% y 1.0% remojándola por lo menos durante 36 horas, una vez que se haya perdido la impermeabilidad de la testa.
3. Aunque con la aplicación de tiourea al 2.0% se obtuvo una germinación muy completa y veloz, lo mismo que el cortar o pinchar la semilla en su mitad el problema de termosensibilidad aún quedó presente pues se obtuvieron porcentajes de germinación menores de 30% a una temperatura de 30°C.
4. Se sugiere el uso de los siguientes tratamientos en viveros forestales, agua caliente a 92.8°C por un minuto y tiourea al 2.0 y 1.0% por remojo de 36 horas, para lograr una alta cantidad de plantas con el uso de estas técnicas en las semillas de Acacia saligna.
5. Se recomienda mantener a la semilla almacenada durante un año por lo menos, después de su colecta para obtener aún mejores resultados germinativos.
6. Se sugiere el uso de esta especie forestal, y su propagación, por las ventajas que ofrece para recuperar zonas desforestadas y suelos del Valle de México que presentan condiciones adversas para el desarrollo de otras especies de importancia económica.

IX B I B L I O G R A F I A

- (1) Aldasoro, J; Matilla, A. and Nicolas, G. 1981. Effect of ABA, fusicoccin and thiourea con germinación and K and glucoce up - take in chick pea seeds at differents temperatures. Plant - Physiol. 53: 139-145.
- (2) Anderson, D.M.; Gill, M.C; Jeffrey, A.M.; and Mc Dongall, F.G. 1985 the gum exudates from some closely related Acacia species of the subseries Univerves Racemoseae (Section phyllodineae) - Phytochemistry 24 (1) : 71-75.
- (3) Ballard, L.A.T., Nelson, S.O., Buchawald, T. and Steton, L.E. 1976. Effects of radiofrequency electric fields on permeability to water of some legume seeds, with special reference to - astro phiolar conduction. Seed Sci. and technol. 4 (2) : 257-274.
- (4) Bonner, T.F. 1976. Effects on giberellin on germination of - forest tree seeds with shallow dormancy. Akasawa, S (Ed.) seeds problems. Proceedings of the second international symposium on physiology of seed germination IUFRO. Fuji Japan - : 21-32.
- (5) Bougton, V.H. 1981. Extrafloral nectaries of some Australian - Phyllodineus Acacias. Aust. J. Bot. 29 (6) : 653-664.
- (6) Brito, N.R. 1980. Tratamiento a la semilla de tres especies - forestales de zonas áridas y su influencia de germinación. Tesis UACH. México. pag: 72
- (7) Cardwell, V.B. 1978. Seed dormancy mechanims in wild rice - (Zizania aquática). Agronomy Journal 70: 481-484.
- (8) Cavanagh, A.K. 1980. A Review of some aspects of the germina - tion of Acacia. Biol. Abstracts. 1982.71 (6) : ref. 36131.
- (9) Clemens, J., Jones, P.G. and Gilbert, N.H. 1977. Effects of - seed treatments on germination in Acacia. Aust. Bot. 23 (3) : 269-276.
- (10) Coetzee, J. and Robertse, P.J. 1980. Structure of the maturing testa of Acacia galpinii. Biol. Abstracts 1982.73 (9) : ref. 58959.
- (11) Copeland, L.O. 1976. Principles of seed science and technology. U.S.A. Burger Publishing Company pp: 369.
- (12) Crawford, A.E. 1977. Phytotoxicity Thershold Levels of micro - wave radiation for Trifolium and medicago seeds. Seed Sci and Techonol 5 (4) : 671-676.
- (13) Crocker, W. and Barton, L. 1957. Physiology of seeds Chronica Botanica. Massachusetts. U.S.A. pp: 117. .

- (14) Davidson, D.W. and Morton, S.R. 1984. Dispersal adaptations of some Acacia species in the Australian Arid Zone. Ecology 65 (4) : 1038-1051.
- (15) Diprose, M.F., Benson, F.A. 1984. The effect of externally applied electrostatic fields, microwave radiation and electric currents on plants and other organisms, with special reference to weed control. Bot. Review. 50 (2) : 171-223.
- (16) Doran, J.C.; Turnbull, J.W.; Gunn, B.N. 1983. Manual sobre las semillas de Acacias en zonas secas F.A.O. Roma Italia pag. 79.
- (17) Drayfus, B.L. and Dommergues, Y.R. 1981. Nodulation of Acacia species by fast and slow-growing tropical strain of rhizobium. Applied Environmental Microbiol. 41 (1) : 97-99.
- (18) Evans, C.S., Qureshi, M.Y. and Bell, E.A. 1977. Free amino acids in seeds of Acacia species. Phytochemistry. 16: 565-570.
- (19) Everitt, J.H. 1983. Seed germination characteristics of two woody legumes (Retama and twisted Acacia) from south Texas Range J. Management. 36 (4) : 411-415.
- (20) F.A.O. 1956. Notas sobre semillas forestales. Roma Italia. pag: 32-33.
- (21) F.A.O. 1956. Métodos de plantación en zonas áridas. Roma Italia pag: 116-127.
- (22) F.A.O. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma Italia. pag: 183-219.
- (23) García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM. México. pag. 132.
- (24) Gelmond, H. 1978. Physiological aspects of germination. Seed science and technology 6 (3) : 625-639.
- (25) Goor, A.Y. and Barney, C.W. 1976. forest tree planting in arid zones. Second Edition New York. pp: 86-93, 204-312, 318-319, 356-360.
- (26) Hampton, C.O. Singh, S.P. 1979. The presence of growth and germination inhibitors in the seeds of certain desert plant. Transactions of the Kansas Academy of Science. 82 (2) : 87.
- (27) Hopper, S.D. and Maslin, B.R. 1978. Phytogeography of Acacia in western Australia. Aust. J. Bot. 26 (1) : 63-78.
- (28) Hugué, L. . 1954. La Reforestación en México. Aprovechamiento de los recursos naturales. Banco de México. Tomo II pag. 142-152.

- (29) Hutchinson, M.J. and Ashton, M.F. 1979. Effect of desecation - and scarification on the permeability and structure of the - seed coat of Cuscuta campestris. Amer. j. Bot. 66 (1) : - 40-46.
- (30) Janerette, A.C. 1978. An in vitro of seed dormancy in Sugar - Maple. Forest Science. 24 (1) : 43-49.
- (31) Jones, R.L. and Stoddart, J.L. 1977. Gibberellins and seed germination. Khan A. (ED). The physiology and biochemistry of - seed dormancy and germination. Elsevier New Holland Press - Amsterdam Holanda. pp: 385-406.
- (32) Khan, A.A. 1975. Primary preventive and permissive roles of - hormones in plant systems. Bot Rev. 41: 391-420.
- (33) Kenrick, J. and Knox, R.B. 1982. Function of the polyad in re- production of Acacia. Ann. Bot. 50 (5) : 721-727.
- (34) Kortt, A. And Jeremyn, M.A. 1981. Acacia proteinase inhibitors: purification and properties of the tripsine inhibitors from - Acacia elata Seed. Eur. J. Biochem 115 (3) : 551-557.
- (35) Lawrie, A.C. 1981. Nitrogen fixation by native Australian - legumes Aust. J. Bot. 29 (2) : 143-158.
- (36) Litton, microwave cooking (Manual de uso). 1981. Litton - Systems. U.S.A. pp: 4,128.
- (37) Mc Donough, W.T. 1977. Seed Physiology. Range Sci. - 4 : 155-184.
- (38) Martín, R.E. Miller R.L., Cushwa, T.C. 1975. Germination res - ponce of legume seeds subjected to moist and dry heat. Ecology. 56 (6) : 1441-1445.
- (39) Maslin, B.R. 1974. a. Studies in the genus Acacia-3: The - Taxonomy of Acacia saligna (Labill) H. Wendl. Nuytsia 1: - 332-340.
- (40) Milton, S.J. 1981. Literfall of the exotic Acacias in the S.W. Cape. South Africa. Biol. Abstracts 1982. 73(7): Ref: 45498.
- (41) Milton S.J. 1982. Effect on Shading on nursery grown Acacia - Seedlings. Biol. Abstracts 1982. 74 (12) : ref. 82892.
- (42) Milton, S.J., and Moll E.J. 1982. Phenology of Australian Aca- cia in the S.W. Cape. South africa, and its implications for managment. Bot. J. Linn. 84 (4) : 295-327.
- (43) Moot, J.J., and Mckeon, G.M. 1979. Effect of heat treatments - is breaking hardseedness in four species of Stylosanthes. Seed Sci. and Technol. 77 (1) : 15-25.

- (44) Morales, V.G., y Camacho, M.F. en Prensa. Formato y Recomendaciones para evaluar germinación. Memorias de la 3a. Reunión - Nacional de Plantaciones. I.N.I.F. México 1984.
- (45) Nakos, G. 1977. Acetylene reduction (N₂-Fixation) by nodules - of Acacia cyanophylla. Soil Biol. Bioquem. 9 (2) : 131-133.
- (46) National Academy Of Sciences. 1980. Firewood Crops; Scrub and tree species for energy production. Vol. I. Washington, D.C. pp: 200.
- (47) New, T.R. 1979. Biology of labdia sp. (lepidoptera: cosmop - terygidae), a miner in phyllodes of Acacia. Aust. J. Zool. - 27 (4) : 529-536.
- (48) Nikolaeva, M.G. 1969. Physiology of seed dormancy in seeds - Trad. Z. Shapiro. I.P.S.T. Press. Jerusalem. Israel. pp: - 65-109.
- (49) Nikolaeva, M.G. 1977. The factors controlling the seed dorman - cy pattern, Khan. A. (Ed). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier New Holland Press - Amsterdam Holanda. pp: 51-74.
- (50) Pettigrew, C.J.; and Watson, L. 1975. On the clasificación of Austalian Acacias. Aust. J. Bot. 23 (5) : 833-847.
- (51) Radwan, A.M. 1976. Germination of cascara seed. Tree Planters Notes. 27 (2) : 20-23.
- (52) Ramírez, O.G. 1985. Ruptura de la latencia de diferentes semi - llas de leguminosas mediante tratamientos con agua caliente. - Tesis Profesional U.N.A.M. México. Pag:103
- (53) Reyes, C.P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas México. pag. 61-79, 130-138, 218,296-309.
- (54) Roberts, EH. and Smith, R.D. 1977. Dormancy and the pentose - phosphate pathway. Khan A. (Ed). The Physiology and biochemes - try of seed dormancy and germination. Elsevier New Holland - Press Amsterdam Holanda. pp: 385-411.
- (55) Rolston, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. Bot. - Review. 44 (3) : 365-369.
- (56) S.A.G. 1977. Reglas Internacionales para ensayos de semillas - Servicio Nacional de Semillas, República de Argentina. pag. - 14-15, 40-41.
- (57) Sánchez, S.O. 1979. La flora del Valle de México. Ed. Herrero. Quinta Edición. México. pag. 202.
- (58) Schoijet, M. 1982. La larga marcha de la ecología. Revista de

- Geograffa Universal 13 (1) : 91-111.
- (59) Sharir, A. 1978. Some aspects affecting dormancy breaking in -
peanuts seed. Seed science and technology 6 (3) : 655-660.
- (60) Shaybany, B. and Rouhani, I. 1976. Effect of pre-sowing treat-
ments and temperatures on seed germination of Acacia cyanophylla
Lindl. Hortscience. 11 (4) : 381-383.
- (61) Thomas, M.L. and Jackson, H.F. 1983. Métodos estadísticos para
la investigación en la agricultura Ed. Trillas. México pag. -
139-141.
- (62) Tran, V.N. 1979. Effects of microwave energy on the strobilo,
seed coat and germination of Acacia seeds. Aust. J. Plant -
Physiol 6 (3) : 277-287.
- (63) Tran, V.N. and Cavanagh, A.K. 1980. Taxonomic implications -
fracture load and deformation histograms and the effects of -
treatments on the impermeable seed coat of Acacia species. -
Aust. J. Bot. 28 (1) : 39-51.
- (64) Tropical legumes resources for the future. 1979. National Aca-
demy of sciences. Washington. D.C. pp: 141-153,240, 283-284.
- (65) Van der Berg, M.A. 1980. Natural enemies of Acacia cyclops and
Acacia saligna in the western Australian: Tree hemipteras -
(Heteróptera; coleóptera; lepidóptera). Biol Abstracts 1981.
72 (11, 12, 1) : ref. 71019, 7208, 96.
- (66) Warcup, J.H. 1980. Effect of heat treatment of forest soil on
germination of buried seed. Aust. J. Bot. 28 (5) : 567-571.
- (67) Weder, J.K.P. and Murray D.R. 1981. Distribution of proteinase
inhibitors in seed of Australian Acacias. Biol. Abstracts 1982.
73 (12) : ref. 86091.
- (68) Whitesell, C.D. 1974. Acacia sp. en Shopmeyer (Ed). Seeds of -
woody plants in the United States. Forest Service, U.S.D.A., -
Agriculture Hand book # 450, Washington: pp. 186.187.