

96  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

RUPTURA DE LA LATENCIA DE SEMILLAS DE  
Acacia farnesiana Y Acacia schaffneri  
MEDIANTE AGUA CALIENTE Y ACIDO SULFURICO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
MARIA EUGENIA LOPEZ VIEYRA



ASESOR: ING. AGRONOMO FRANCISCO CAMACHO MORFIN

000 213042

MEXICO, D. F.

JUNIO DE 1994





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

A  
MIS  
PADRES  
POR SU APOYO

A  
MIS  
HERMANAS Y HERMANOS  
POR SU CARIÑO

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesor/~~Ingeniero Agrónomo Francisco Camacho Morfin~~ por su gran paciencia, confianza, guía y apoyo que me brindó y que sin la cual no hubiese sido posible la realización del presente trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y específicamente al Banco de Germoplasma Forestal del Campo Experimental Coyoacan por las facilidades otorgadas.

A los profesores que revisaron el presente trabajo. Dr. Guillermo Laguna Hernandez; M. en C. Juan Manuel Rodriguez Chavez; Biól. María Elena Calderón Segura y Biól. María Luisa Martínez Vázquez.

Y a Marco Antonio Arteaga A. por su valiosa cooperación técnica:

## INDICE

	Página
1.- Resumen	1
2.- Objetivos	2
3.- Introducción	3
4.- Antecedentes	5
a) Aspectos generales de los huizaches	
b) Usos	
5.- Aspectos Particulares de <u>Acacia schaffneri</u>	6
a) Sinonimia	
b) Descripción	
c) Hábitat y Distribución	
6.- Aspectos Particulares de <u>Acacia farnesiana</u>	8
a) Sinonimia	
b) Nombres comunes	
c) Hábitat y Distribución	
7.- Propagación de los Huizaches	14
8.- Conceptos sobre latencia	14
9.- Importancia de la Latencia	17
10.- Aspectos sobre semillas impermeables	18
11.- Mecanismos de Eliminación de la Latencia Física	19
a) Tratamientos con ácido	
b) Escarificación	
c) Agua Caliente	
12.- Material y Método	23
a) Material biológico	
b) Condiciones de incubación	
c) Tratamientos	
13.- Evaluación y variables de respuesta	24
14.- Análisis Estadístico	26
15.- Resultados y Discusión	27
16.- Conclusión	36
17.- Bibliografía	37

## 1. RESUMEN

Los arbustos espinosos conocidos como huizaches entre los cuales destacan las especies Acacia schaffneri y Acacia farnesiana, presentan semillas impermeables, es decir con latencia física, lo cual es frecuente en las leguminosas sobre todo en las que habitan lugares áridos. Para que las semillas puedan germinar es necesario perforarles la testa, lo que se logra mediante tratamientos diversos que permiten la imbibición de las semillas.

Para romper la latencia en las semillas de A. schaffneri se probaron inmersiones en agua caliente con cuatro combinaciones de temperaturas de ( 62 °C ,72 °C ,82 °C y 92 °C ) con cuatro tiempos de exposición (3, 6, 9 y 12 minutos). Este tratamiento no se aplicó en el caso de A. farnesiana ya que se había observado que el agua caliente no elimina la impermeabilidad.

En un segundo experimento con ambas especies se probaron inmersiones en ácido sulfúrico al 98% por períodos de tiempo de 45, 60 y 75 minutos. Para ambos experimentos se tuvieron como testigos: semillas intactas y semillas escarificadas, a las que se les cortó un trozo de la testa. Se tomaron como variables de respuesta los porcentajes de semillas: germinadas, duras, firmes y muertas.

En ambas especies las semillas testigo, intactas, casi no germinaron; por el contrario las semillas escarificadas germinaron en su mayoría. Para A. schaffneri los tratamientos con agua a 62 °C y 72 °C produjeron bajos porcentajes de germinación, menores de un 15%, debido a que más del 75% de las semillas permanecieron impermeables. A temperaturas más elevadas los porcentajes de semillas muertas aumentaron en un poco más del 50% . Estos resultados son similares a los que se obtienen en A. farnesiana.

Para las dos especies trabajadas, la inmersión en ácido sulfúrico por 60 y 75 minutos los resultados fueron similares a los obtenidos en semillas a las que se les cortó la testa; es decir, germinaciones cercanas al 100%.

Se comprobó la eficacia del tratamiento en ácido sulfúrico, midiendo el porcentaje de germinación de las semillas de A. farnesiana y A. schaffneri sembradas en suelo. Después de haberse tratado en ácido sulfúrico durante una hora obteniéndose porcentajes de germinación altos, lo que indica que el tratamiento es tan efectivo en suelo como en cámaras de germinación.

## 2. OBJETIVOS

### General:

- Incrementar la germinación de Acacia farnesiana y A. schaffneri, mediante un tratamiento que elimine la impermeabilidad de la cubierta de las semillas al agua.

### Particulares:

- a) Evaluar el efecto del agua caliente sobre la germinación de semillas de Acacia schaffneri.
- b) Evaluar el efecto de la inmersión en ácido sulfúrico sobre la germinación de semillas de Acacia farnesiana y Acacia schaffneri.
- c) Establecer el efecto de los tratamientos sobre la impermeabilidad y mortandad de las semillas, para determinar las causas de la falta de germinación.
- d) Verificar la germinación que se obtiene en siembras realizadas en suelo al aplicar el tratamiento que produjo los mejores resultados en laboratorio.

### 3. INTRODUCCION

Muchos ganaderos del altiplano mexicano consideran que algunas acacias arbustivas de zonas áridas son indeseables en los pastizales, por reducir sus rendimientos y tender a eliminar a las gramíneas (Gómez et al., 1978) ; en lo anterior se olvidan que dichas leguminosas suministran alimento rico en proteína para el ganado sobre todo en épocas de sequía, además de proporcionar leña y material para postes rústicos entre los usos más evidentes (Abuín et al., 1970; Everitt et al., 1974; Fierro et al., 1977). De hecho su importancia se ha reconocido en el país mediante la realización de un Simposio de Agrosilvicultura. En el que se argumenta la validez de un aprovechamiento múltiple de la vegetación de las zonas áridas (Caballero, 1989; Domínguez y Sánchez, 1989; González y Villarreal, 1989 y Fierros, 1989).

A. schaffneri y A. farnesiana, conocidas vulgarmente como huizaches, se ha visto que son consumidas tanto por el venado de cola blanca y como por el ganado caprino, ovino y bovino; así mismo tienen utilidad en la industria de la perfumería ya que se extraen de ellas esencias, gomas y taninos. Además, su madera es muy resistente y puede ser utilizada para parquet y otros usos (Abuín et al., 1970).

En cuanto a su valor como plantas de reforestación, tienen un buen potencial para la conservación de suelos en zonas áridas y favorecen un uso múltiple de los recursos vegetales (Fierro et al., 1977).

Al revisar los trabajos realizados en las acacias mencionadas, se encontró que al tratar de propagarlas mediante semillas, se han obtenido bajos porcentajes de germinación y que la mejor forma para hacerlas germinar consiste en dañarles manualmente la testa, método impráctico en la reforestación masiva (Romero y Aguirre, 1981; Wilan, 1984).

El agua caliente es un tratamiento efectivo para eliminar la impermeabilidad de las semillas de muchas leguminosas como las acacias; el cual se puede utilizar sin mucho riesgo, es accesible para grandes producciones de semillas y de fácil aplicación en el campo y en viveros (Ramírez y Camacho, 1987). Otro tratamiento que se usa con frecuencia es la inmersión en ácido sulfúrico, la cual requiere de varias precauciones

para evitar daños a las semillas y quemaduras en el personal que lo aplica (Rolston, 1978).

En el presente trabajo se busco la duración óptima del tratamiento para hacer germinar las semillas de los huizaches. Se realizaron experimentos factoriales en el que se probaron combinaciones de temperaturas y duración de la inmersión en agua caliente por una parte, y por otra el tiempo de inmersión en ácido en ambas especies.

El efecto de las técnicas probadas se comparó con dos testigos, el clásico consistente en semillas a las que no se les aplicó tratamiento y otro integrado por semillas escarificadas manualmente, eliminando el mecanismo inhibitorio, con lo que se estimó el potencial de germinación.

Como aspecto novedoso se analizaron los porcentajes de semillas muertas, duras y firmes, además de las germinadas; pues en muchos trabajos se usa al porcentaje de germinación como única variable de respuesta. Esto es erróneo pues aunque un tratamiento no estimule la germinación, si se analiza el estado de las semillas que no germinaron se puede determinar por que no hubo estímulo.

La ausencia de germinación puede ser resultado de que no se hayan eliminado los mecanismos inhibitorios, o bien, de que el embrión de las semillas se haya dañado por efectos de tratamiento.

## 4. ANTECEDENTES

### ASPECTOS GENERALES DE LOS HUIZACHES

El género Acacia que incluye fundamentalmente plantas arbustivas o arbóreas, se distribuye en casi todo el mundo excepto en el continente Europeo y la Antártida. Se dice que existen de 600 a 900 especies, muchas endémicas de Australia (Hooper y Bruce, 1978 y Sánchez, 1980).

En México varias especies espinosas del género Acacia se conocen como huizaches, las más extendidas en las zonas áridas del país son: Acacia farnesiana y Acacia schaffneri, las cuales son interesantes por la gran cantidad de usos que tienen. Aunque también se les ha considerado malezas que deben combatirse mediante el derribo de los árboles y luego evitar el rebrote del tocón mediante un herbicida, como por ejemplo aplicar diesel mezclado con 2,4,5-éster a razón de 1 litro por tocón de huizache (Gómez et al., 1978).

### USOS

La madera de los huizaches se emplea frecuentemente como leña y carbón por su lenta combustión y alto contenido calórico; también se suele emplear en forma rústica para construir cercas, ruedas para carros de tracción animal, mangos de herramientas. Además, por su dureza, color amarillo claro ó rojizo, y susceptibilidad de pulimento, podría aprovecharse en diversas industrias como por ejemplo en la fabricación de parquet, como se hace con la madera de mezquite (Prosopis spp) que es más suave (Abuín et al., 1970; Gómez et al., 1978 y Romahn, 1984).

Tanto la vaina de las acacias como su corteza contienen taninos, útiles en curtiduría (Martínez, 1939 y Olivares, 1983).

Las Acacias se han utilizado también como plantas ornamentales, pues tienen una amplia variedad de formas útiles para la arquitectura del paisaje, algunas de las más llamativas para áreas áridas de Norteamérica son: A. gregii, A. smallii, A. minuta, A. willardiana, A. stenophyla y A. schaffneri; esta última da un carácter exótico en arreglos paisajistas debido al crecimiento retorcido y nudoso de sus ramas y alcanza

una altura de 6 metros (Breunig, 1990). A este respecto Rzedowski (1978) menciona que A. schaffneri da una fisonomía muy peculiar a los pastizales del noreste de Jalisco, la cual recuerda las sábanas africanas. En el Parque de los Prismas basálticos cerca de Sta. María Regla, Hidalgo, se tiene un ilustrativo ejemplo del uso ornamental de A. farnesiana, A. schaffneri y Bucloe dactiloides (Camacho M. F., Comunicación personal).

Los huizaches tienen reconocida utilidad forrajera (Susano, 1981), se ha observado que el follaje es ramoneado por el ganado caprino, especialmente en algunas regiones de México; hay esfuerzos por propagarlas como arbusto forrajero (FAO, 1986; Romero y Aguirre, 1981). Estas plantas también son consumidas por la fauna silvestre, la dieta alimenticia del venado de cola blanca consiste principalmente de arbustos, hierbas, cactus y pastos; entre los arbustos ramoneados se encontraron algunas acacia como: A. schaffneri, A. greggii y A. berlandieri entre otras (Everitt *et al.*, 1974).

De las flores de los huizaches, especialmente A. farnesiana, se obtienen esencias con alto uso en la perfumería. La goma que exudan las heridas realizadas en los troncos puede usarse en sustitución de la goma arábiga (Abuín *et al.*, 1970 y Romahn, 1984). Finalmente el jugo de las vaina tierna sirve para pegar porcelana y de ella también se extraen aceites esenciales (Martínez, 1939).

## 5. ASPECTOS PARTICULARES DE

### Acacia schaffneri

Las diferentes interpretaciones taxonómicas (sinonimia) que se le asignan son:

Pithecellobium schaffneri S. Wats. Pro. Amer. Acad. 17;352.

Samanea schaffneri MacBride, Contr. Gray Herb. 59;2,1919.

Poponax schaffneri Britton et Rose, North Amer. Fl 23;89.

Poponax tortuosa (L) Raf Sylva Tell 118.1938.

Mimosa tortuosa L: Syst. Nat. ed 10;1312. 1759

Acacia subtortuosa (L.)Willd. Sp. Pl. 4;1038. 1806.

A. schaffneri (Wats) Herman, Jour. Sci. 38.236. 1948.

Rzedowski (1963), escribió una nota sobre la tipificación de Phitecellobium schaffneri S. Watson, en la cual concluye que es una especie distinta de A. schaffneri. Basa esta confusión en la literatura botánica en cuanto a la aplicación del nombre a descripciones realizadas sobre material mixto y este hecho explica las diferentes interpretaciones taxonómicas arriba mencionadas.

Este autor menciona que A. schaffneri se ha considerado coespecífico en la descripción de A. tortuosa (L) Willd, siendo el epíteto tortuosa el más antiguo. En cuanto A. tortuosa (L.) concluye que es un taxón restringido a las Antillas y reconoce a esta especie como distinta de aquella que está limitada al altiplano mexicano y a algunas zonas adyacentes (Gentry, 1957). De considerarse la planta extraínsular como especie válida, su nombre correcto es Acacia schaffneri (Wats). Criterio que se siguió en el presente trabajo.

#### NOMBRES COMUNES

Se le conoce vulgarmente como huizache o huizache chino; el término huizache también se aplica a varias especies del género acacia especialmente A. farnesiana, A. constricta, A. vernicola y A. tortuosa (Abuín et al., 1970).

#### DESCRIPCION

De acuerdo a Rzedowski (1963) y Abuín et al., (1970), A. schaffneri (Wats), es un arbusto ó árbol pequeño y corteza profundamente fisurada, de color café negruzco; RAMAS pilosas cuando jóvenes, estipulas en forma de espinas de 1 a 4 cm. de largo; HOJAS con 2 a 8 pares de folíolos oblongos lineales de 2 a 4 mm. de largo por 0.5 mm. de ancho, ápice obtuso margen entero, base obtusa pubescente; FLORES reunidas en cabezuelas de 1 cm. de diámetro, solitarias ó fasciculadas, con pedúnculo piloso de 1.5 a 3.5 cm. de largo; cáliz campanulado amarillento pubescente, corola amarilla con pétalos unidos hasta arriba; LEGUMBRE lineal de 8 a 14 cm. de largo por 5 mm. de ancho. Número cromosómico de  $2n = 26$  (Figura 1).

## HABITAT Y DISTRIBUCION

El arbusto en cuestión se distribuye a través de los estados de Durango, Tamaulipas, Colima, Hidalgo (Matuda, 1981), Zacatecas, Puebla, San Luis Potosí (Gentry, 1957), Jalisco y Guanajuato (Rzedowski, 1963) para la república mexicana. Y en el sur de Texas para los Estados Unidos (Matuda, 1981) (Figura 2).

Acacia schaffneri se encuentra en pastizales del altiplano, en los que su particular forma da al paisaje una apariencia que recuerda las sábanas africanas (Rzedowski, 1978), se asocia también con matorrales crasicales como Opuntia streptacantha, O. cantabrigiencis, O. rastrera, O. robusta, con los cuales forma mosaicos dependientes de la presencia de la leguminosa ( Yeaton y Romero, 1984).

En las áreas en las que habita el huizache chino, la precipitación anual es alrededor de los 500 mm con una temperatura que varía entre los 10 °C y los 23 °C; el clima es semi-árido con lluvias de verano. La altitud en la que se encuentra es variable pues se registra desde los 1500 hasta mas de los 2000 m.s.n.m. (Rzedowski y Rzedowski, 1979). Se encuentra en llanos, bajadas y superficies de leve pendiente, con suelos hasta de 1 a 2 metros de profundidad. El tipo de suelo más común es una arcilla café rojiza de origen volcánico, también puede observarse en suelos arenosos (Gentry, 1957).

## 6. ASPECTOS PARTICULARES DE

### Acacia farnesiana

Se conoce a esta especie con el nombre vulgar de Huizache, huizachin, espino y aroma (Abuín, et al. 1970) y se le asignaron diferentes interpretaciones taxonómicas como las siguientes:

#### Sinonimia

Acacia smallii

Acacia cavernia Bert.

Mimosa farnesiana (L)

Vachelia farnesiana (L) Wight Am.



Fig. 1 Acacia schaffneri

a) rama

b) vainas

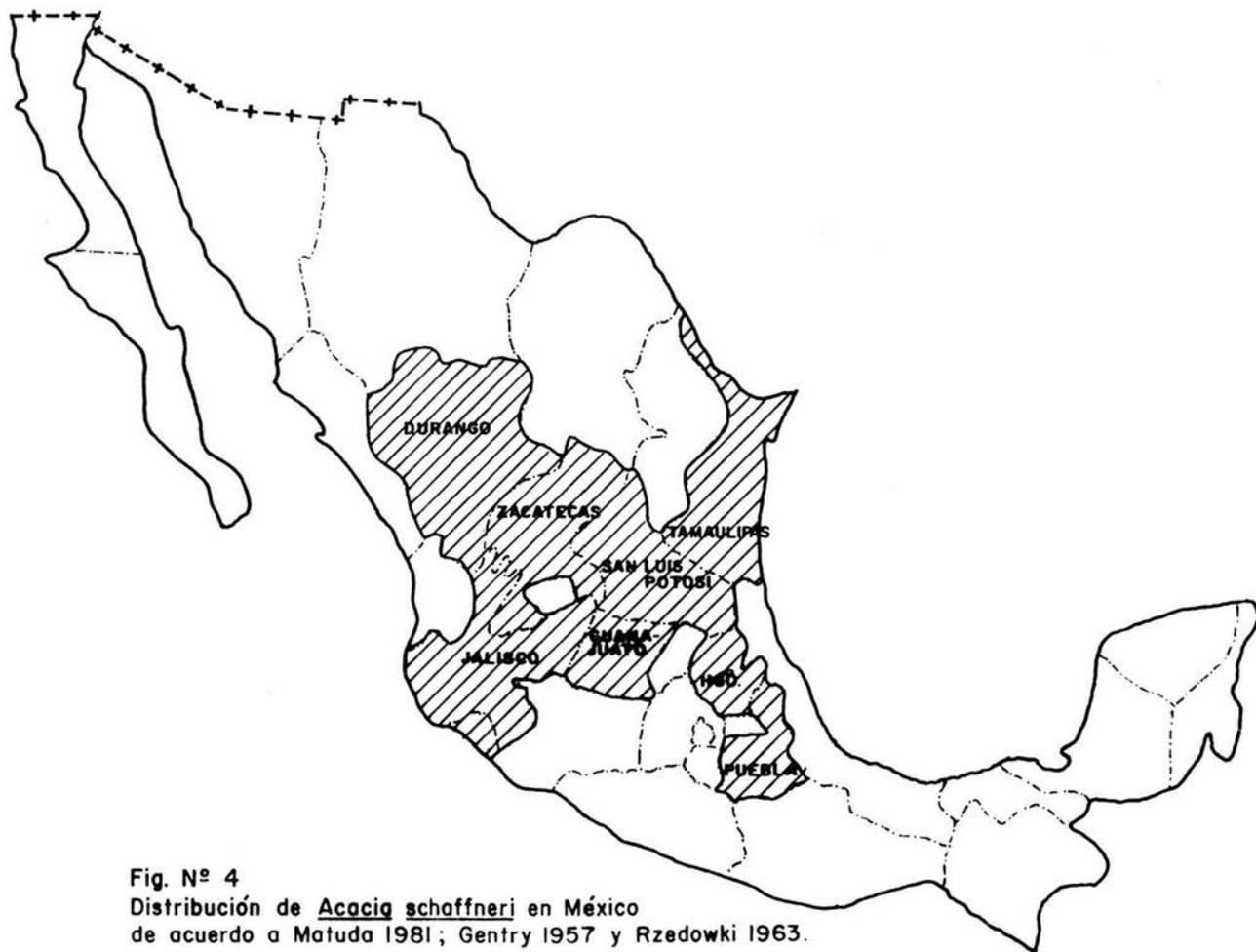


Fig. N° 4  
Distribución de *Acacia schaffneri* en México  
de acuerdo a Matuda 1981; Gentry 1957 y Rzedowki 1963.

## DESCRIPCION

Originaria de América Tropical, generalmente es un arbusto no mayor de 3 metros de altura, muy ramificado con las ramas glabras; HOJAS de 5 a 10 cm. de largo, en pinnas de 2 a 6 pares, peciolo y raquis comúnmente pubescentes, folíolos de 10 a 25 pares lineales y oblongos, pedúnculo delgado pubescente de 2 a 4 cm. de largo; FLORES con cabezuelas de 1cm. aproximadamente, fragantes y amarillo brillantes; VAINAS turgentes algo recurvadas glabras de 2 a 7 cm. de largo que contiene de 6 a 12 semillas. Número cromosómico diploide  $2n = 26$  (Abuín *et al.*, 1970; Sánchez, 1980) (Figura 3).

Las semillas son de forma oval u ovoide, ligeramente comprimida, de unos 6 a 8 mm. de largo, marcadas en ambas caras de la testa por una línea o depresión oval ó elíptica mas ó menos concéntrica siguiendo el contorno de la semilla, la testa es de color negro ó pardo verdoso, lisa opaca o lustrosa, dura, crustácea y resistente.

El embrión es recto, de color amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla. Los cotiledones son dos: grandes, gruesos, carnosos y ovales. La radícula es corta inferior, incluida generalmente entre los dos cotiledones y cercana al hilio, carece de endospermo (Niembro, 1983).

## HABITAT Y DISTRIBUCION

En México se le encuentra en: Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato y Querétaro; En el occidente de México existen bosquecillos y matorrales abiertos de A. farnesiana y A. pennatula que sucede al bosque espinoso; En el suroeste del estado de Puebla, existe un matorral denso de A. farnesiana que se establece como comunidad secundaria en suelos profundos cuyo clímax corresponde al bosque de Prosopis y Phitecellobium; también se encuentra A. farnesiana en medio de algunos encinares ( Abuín *et al.*, 1970 y Rzedowski, 1978) (Figura 4).

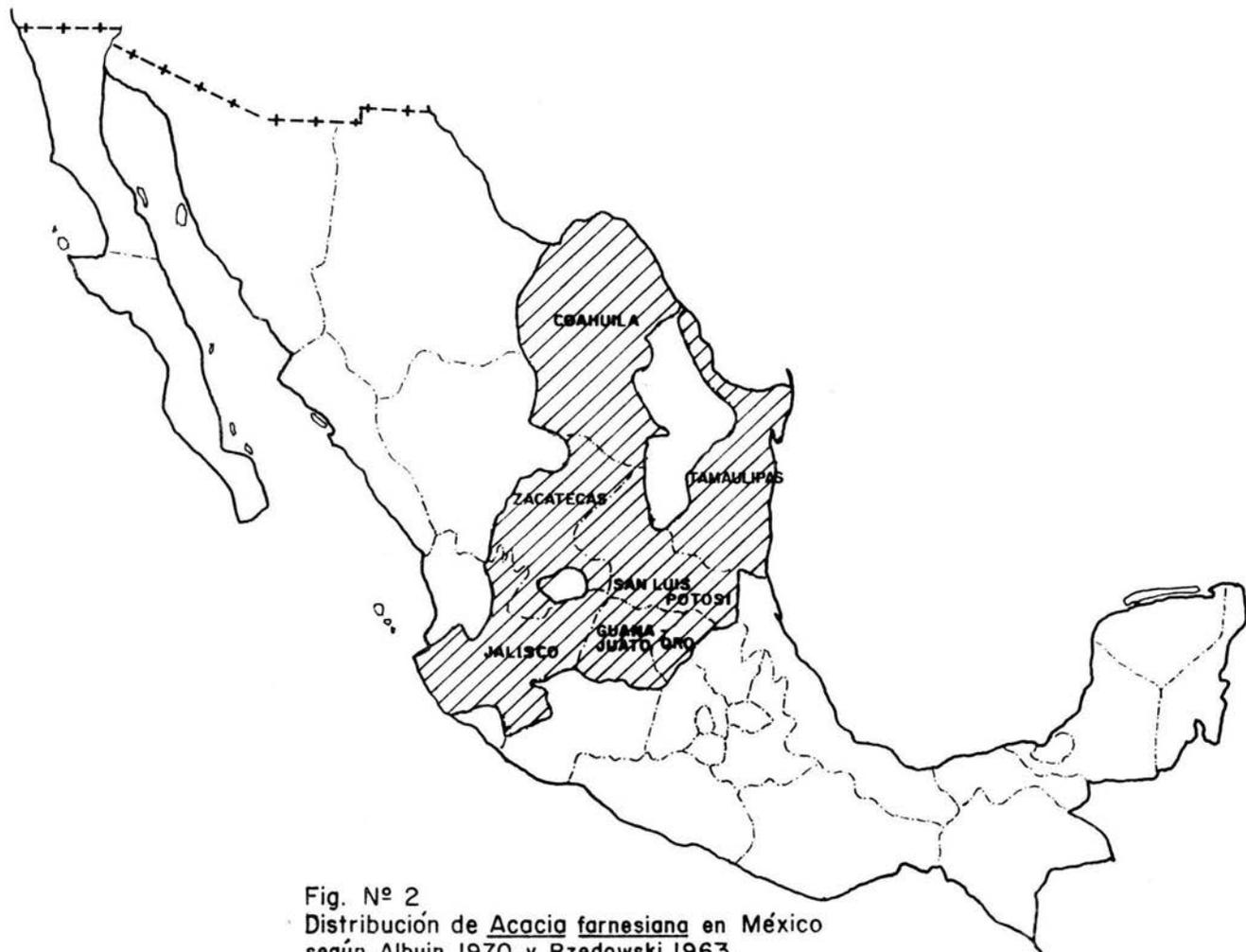
Es resistente a la sequía, en Chipre crece en una altitud de los 300 a 400 m.s.n.m., con una precipitación de 503 mm. ó incluso menos. Se adapta a suelos pobres y no resiste temperaturas de menos de 5 °C (FAO, 1986).



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

Fig. 3 Acacia farnesiana

- a) rama
- b) vaina



## 7. PROPAGACION DE LOS HUIZACHES

Las acacias se propagan básicamente por semillas, las cuales en prácticamente todas las especies son impermeables y se requiere un tratamiento para hacerlas germinar (Doran et al., 1983 y Whitesell, 1984). Esta situación se presenta también en A. farnesiana y A. schaffneri, de manera que hasta la fecha la mejor forma de hacerlas germinar consiste en cortarles manualmente un trozo de la testa (Brito, 1980; Everitt, 1983; Liu et al., 1981; Kumar y Parkayasatha, 1973; Romero y Aguirre, 1981; Trejo, 1986 y Wilan, 1984).

En A. farnesiana se ha evaluado el efecto del agua caliente y de tratamientos térmicos con aire y microondas, se ha encontrado un bajo estímulo de la germinación, y en muchos casos un notorio incremento en la cantidad de semillas muertas (Trejo, 1986). Para el caso de A. schaffneri no se encontraron referencias acerca del uso del agua caliente para estimular la germinación, únicamente se encontró que la inmersión en ácido sulfúrico de 15 a 45 minutos produce una germinación ligeramente superior al 50% (Everitt, 1983).

## 8. CONCEPTOS SOBRE LATENCIA

Según Camacho (1987), Ramírez y Camacho (1987) en el idioma castellano se han usado las palabras: dormancia, dormición, latencia, letargo, reposo y vida latente para referirse a la ausencia ó inhibición del crecimiento vegetal y de la germinación en particular.

Como latencia se entiende al estado en que se encuentra una semilla que no germina a pesar de que disponga de suficiente humedad para embeberse, una ventilación similar a la de las primeras capas de un suelo bien aireado y una temperatura entre 10 y 30 °C que permita el crecimiento vegetal (Salisbury y Ross, 1978).

El termino quiescencia se emplea para referirse a la falta de germinación debida a un medio ambiente desfavorable para ella. Hay autores que llaman semillas no latentes a las que están en quiescencia. En este trabajo se llamará a dichas semillas quiescentes para indicar que en un ambiente desfavorable es la causa de la falta de germinación.

Se puede afirmar que en las poblaciones de semillas hay latencia cuando su germinación tiene una ó más de las siguientes características (Camacho, 1987):

- 1) Es incompleta pues una parte de las semillas que las componen permanecen mucho tiempo firmes, o sea que se embeben pero no germinan ni se pudren; o bien permanecen duras, esto es que ni siquiera se embeben.
- 2) Es lenta debido a que las semillas individualmente o en conjunto tardan en completar su germinación .
- 3) Es extremadamente sensible al medio ambiente, ya que para realizarse requiere de condiciones determinadas de atmósfera entre otros factores.

De acuerdo con Nikolaeva (1969 y 1977) los mecanismos causantes de la latencia pueden estar tanto en las cubiertas mas externas al medio ambiente como en los tejidos internos, esta autora, propuso una clasificación de tipos de latencia fundamentada tanto en el mecanismo inhibitorio presente como en las exigencias para eliminarlo (Cuadro 1).

Se considera que esta clasificación es la más completa y coherente (Camacho, 1987 y Hartmann y Kester, 1971), ya que otras confunden en un grupo las semillas impermeables con las que tienen cubierta leñosa, además de que no consideran frecuentemente a las semillas con embriones rudimentarios; entre los aspectos más notorios.

Cuadro 1. CLASIFICACION DE TIPOS DE LATENCIA DE Nikolaeva (1977)

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR	EJEMPLO
A	Tipo de latencia exógena en que la inhibición reside en las cubiertas expuestas al medio ambiente.			
Af	Física	Impermeabilidad de la testa al agua	Perforación de la testa	<u>Gledichia spp</u>
Aq	Química	Presencia de inhibidores en la cubierta	Eliminación de la cubierta o lixiviación de inhibidores	<u>Fraxinus rynchophylla</u>
Am	Mecánica	Resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión	Debilitamiento de las cubiertas	<u>Eleagnus angustifolia</u>
B y C	Tipos de latencia endógena, en que la inhibición reside en el embrión y en ocasiones las cubiertas que están en contacto directo con este.			
B	Morfológica	Presencia de embriones rudimentarios	Temperaturas y humedad que permitan crecer al embrión	<u>Elaeis quineensis</u>
C	Fisiológica	Bloqueos metabólicos en el embrión y baja permeabilidad de la cubierta a los gases	Como hay grandes diferencias en la profundidad, se tienen subtipos con distintas exigencias para germinar	
C1	Fisiológica leve	Idem. Débil	Luz, ciertas temperaturas, almacenamiento en seco, daño a cubiertas, período corto de enfriamiento en húmedo	<u>Triticum spp</u> <u>Impatiens balsamina</u>
C2	Fisiológica Intermedia	Idem. Intermedia	Período más largo de enfriamiento en húmedo que puede acortarse al dañarse las cubiertas, o con estimulantes químicos	<u>Acer negundo</u>
C3	Fisiológica Profunda	Idem. Profunda	Únicamente en período prolongado de enfriamiento en húmedo	<u>Acer tataricum</u> <u>Malus sylvestris</u>
B-C	Morfo-Fisiológica	Combinación de embriones rudimentarios con latencia fisiológica	Combinación de períodos con temperaturas altas con períodos de enfriamiento en húmedo	Hay subtipos
B-C2	Intermedia Simple	Idem.	Un período cálido y luego uno frío	<u>Aralia mandshurica</u>
B-C3	Profunda Simple	Idem.	Idem.	<u>Panax ginseng</u>
B-C	Profunda Simple Epicotilar	Inhibición del crecimiento del tallo	Idem.	<u>Viburnum opulus</u>
B-C	Profunda Simple Doble	Idem. con inhibición del crecimiento del tallo y la raíz	Idem. más un período cálido para el desarrollo de la raíz y otro de frío para liberar el crecimiento del tallo	<u>Trillium spp</u>
BC-C	Intermedia Compleja	Idem. pero el embrión requiere baja temperatura para crecer	Un período prolongado de enfriamiento en húmedo	<u>Aralia continentalis</u>
BC-C3	Profunda Compleja	Idem.	Idem.	<u>Tulipa tarda</u>

## 9. IMPORTANCIA DE LA LATENCIA

En las semillas latentes, para que se realice la germinación es necesario que los mecanismos que la inhiben sean eliminados. Esto ocurre bajo la influencia de ciertos eventos ambientales que no siempre corresponden a los requerimientos que las semillas quiescentes tienen para germinar. Este requisito previo para la germinación tiene, de acuerdo con la revisión de Camacho (1987), el siguiente significado adaptativo:

- 1) Los eventos mencionados son frecuentemente señales de que el lugar y el momento son adecuados para la germinación y desarrollo de las plántulas por un período lo suficientemente largo como para que se realice el establecimiento o la reproducción.
- 2) Permite que las plantas dispongan de un banco permanente de semillas viables en el suelo dispuestas a germinar tan pronto como el ambiente sea propicio lo cual es necesario para aprovechar las oportunidades de colonizar áreas en que la vegetación ha sido alterada.
- 3) La germinación de estos bancos por lo general se reparte en varios años o estaciones de crecimiento, lo cual es necesario pues se pueden presentar las señales mencionadas sin que lo hagan en condiciones que favorezcan el crecimiento.
- 4) Incrementa las posibilidades de que las semillas se dispersen alejadas de la planta que las produjo.

La latencia tiene un papel importante en la adaptación de las plantas al medio ambiente, su presencia obedece a mecanismos fisiológicos que varían con la especie y tienen la función de repartir en el tiempo y el espacio la germinación de la población de semillas. La anulación de estos mecanismos inhibitorios requiere que ocurra un evento ambiental que indique que las condiciones del medio son adecuadas para que las plantas producidas tengan una probabilidad alta de alcanzar a reproducirse (Khan, 1977).

No obstante, las semillas latentes no permiten, al hombre, aprovechar al máximo la capacidad germinativa de los lotes y dificultan las labores de siembra por lo lento e incompleto de su germinación. Además, frecuentemente se requiere de tratamientos caros, largos, peligrosos o complejos para que puedan germinar (Ramírez y Camacho, 1987).

#### 10. ASPECTOS SOBRE SEMILLAS IMPERMEABLES

Muchas plantas de las familias: Anacardiaceae, Cannaceae, Chenopodiaceae, Convallariaceae, Convulvulaceae, Geraneaceae, Liliaceae, Leguminosaceae, Malvaceae, Rhamnaceae y Solanaceae, producen semillas con una cubierta impermeable al agua que les impide embeberse, debido a ello no germinan aunque dispongan de humedad (Hartman y Kester, 1971; Nikolaeva, 1969 y 1977; y Rolston, 1978).

La latencia física se manifiesta cuando cierta cantidad de semillas queda sin embeberse al final de una prueba de germinación, por consiguiente no cambia de volumen ni se ablandan, lo cual es evidente cuando se les presiona con los dedos. De acuerdo a estas características las semillas son registradas como duras o impermeables, nombres que también se usa para referirse a las semillas con latencia física (Hartmann y Kester, 1971; ISTA, 1976; y Rolston, 1978).

En semillas que presentan exclusivamente latencia física, la cubierta impermeable es el único bloqueo a la germinación. El embrión extraído de estas semillas es capaz de germinar y dar origen a una planta normal (Nikolaeva, 1969; Rolston, 1978). En la revisión hecha por Rolston (1978) acerca de este tipo de latencia, se afirma que resulta de la presencia de una testa impermeable al agua. Este tejido tiene una anatomía característica en todas las especies, la cual consta de:

- a) Una cutícula externa que puede ser sencilla o doble.
- b) Bajo la capa externa de todas las semillas con latencia física, se encuentra una capa de células de macroesclerénquima en empalizada, estas células tienen sus paredes engrosadas especialmente en la parte orientada al exterior.
- c) Por debajo de la capa de las células del macroesclerénquima se encuentra una capa de osteoesclerénquima con grandes espacios intercelulares.

d) Posteriormente un parénquima compacto sobre los tejidos nutritivos.

Todas estas capas contribuyen a impedir el paso del agua hacia el embrión y los tejidos nutritivos (Figura 5).

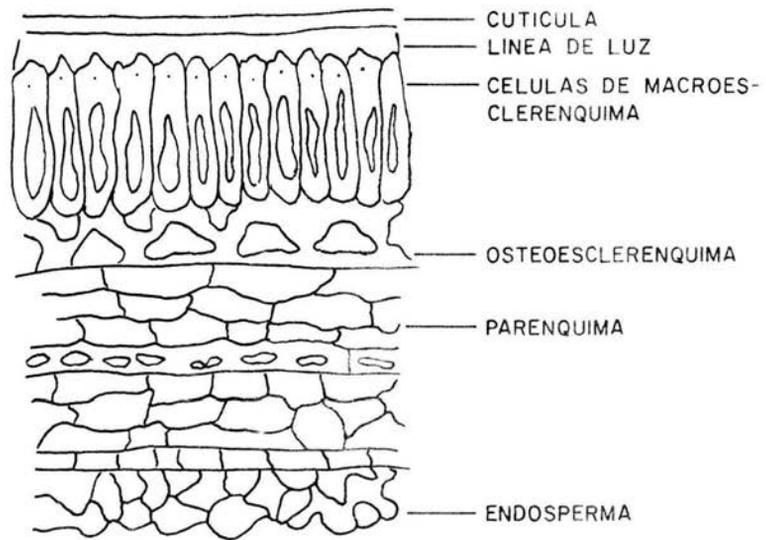
Muchas de las plantas cuyas semillas presentan latencia física no producen exclusivamente semillas impermeables, solo una parte de su producción lo es, el resto son semillas quiescentes cuya testa es anatómicamente similar a la de las semillas impermeables. La producción de semillas impermeables de un lote varía en función de la especie incluso de la variedad y domesticación realizada por el hombre. Así como la humedad atmosférica durante el período en que las semillas maduran (Nikolaeva, 1986; Rolston, 1978; Bhalla y Slattery, 1984; Vázquez y Pérez, 1977; McDonough, 1977; Taylorson y Hendricks, 1977 y Hartman y Kester, 1971)

## 11. MECANISMOS DE ELIMINACION DE LA LATENCIA FISICA

La latencia física se elimina cuando el agua puede penetrar a la semilla, para ello es necesario que la impermeabilidad desaparezca en un sitio de la testa. Esto puede ocurrir por separación del macroesclerénquima por choque térmico; o por penetración del micelio de hongos; o bien por la ruptura de las puntas de las células de este por abrasión o por sustancias cáusticas. El hilio y el micropilo también se puede convertir en vías de entrada de agua cuando se les somete a impactos, a calentamiento y a agentes cáusticos (McDonough, 1977; Nikolaeva, 1969; y Rolston 1978; Brant *et al.*, 1971; Jordan y Jordan, 1982; Liu *et al.*, 1981; y Rolston, 1978; Gougue y Eminio, 1979). La impermeabilidad de la testa de este tipo de semillas puede eliminarse artificialmente mediante varios tratamientos:

### ACIDOS

Es el método más riesgoso para los operarios, ya que se usan sustancias altamente corrosivas como el ácido sulfúrico concentrado de tipo industrial. Se puede aplicar en dos variantes (Hartman y Kester, 1971; Heydecker y Coolbear, 1977; y Bonner *et al.*, 1974):



CORTE TRANSVERSAL DE LA TESTA DE TREBOL DULCE

FIGURA 5. ESTRUCTURA DE LA TESTA DE SEMILLAS IMPERMEABLES  
(Tomado de Rolston, 1978).

- 1) Inmersión: consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de malla resistente y luego sumergirlas de 30 minutos a 2 horas dentro de un recipiente que contenga el ácido, y transcurrido el período de inmersión se extraen las semillas y se les lava con abundante agua.
- 2) Hacer una mezcla de semillas con un poco de ácido y mezclarlas por los tiempos mencionados. En todo caso al terminar el tratamiento las semillas se lavan con abundante agua corriente

#### ESCARIFICACION MECANICA

Este tratamiento consiste en dañar por quebraduras ó perforaciones las cubiertas de las semillas frotándolas con papel lija ó lima, presionándolas con unas tenazas o un tornillo de banco, golpeándolas con un martillo, cortándolas con un bisturí ó pinchándolas con una aguja (Bonner *et al.*, 1974).

En lotes grandes la escarificación mecánica puede emplearse de tres maneras:

- a) Abrasión con un material suelto. Se mezclan las semillas con arena ó piedras en tambores giratorios e incluso en una mezcladora de concreto (Hartmann y Kester, 1971).
- b) Abrasión contra superficies rasposas. Esta se lleva a cabo con aparatos que pueden ser tambores forrados con papel lija ó tener discos giratorios (Calderón, 1977; Doran *et al.*, 1983; Brant *et al.*, 1971; Hartman y Kester, 1971; y USDA, 1952).
- c) Percusión. Consiste en sacudir violentamente las semillas dentro de un recipiente de tal forma que las semillas se golpean entre ellas y contra las paredes del recipiente; aunque este tratamiento no es útil para todas las especies con semillas impermeables (Crocker y Barton, 1957; y Rolston, 1978).

#### AGUA CALIENTE

Este tratamiento es útil principalmente para hacer permeables las semillas latentes, además, tiene la cualidad de esterilizar la superficie de las semillas (Hartmann y Kester, 1971).

El tratamiento puede aplicarse de tres maneras:

- a) Las semillas a tratar se siembran en almacigos o camas, las cuales se cubren con sacos de yute o un material similar. Realizada la siembra se vierte una gran cantidad de agua a punto de ebullición (Forbs y Reyes, 1976).
- b) El agua se calienta hasta cierta temperatura, generalmente la de ebullición, se retira del fuego y a continuación se sumergen las semillas a tratar, mismas que permanecen de 12 a 24 horas en el agua, la cual se enfría paulatinamente, se recomienda que la cantidad de agua sea de 4 a 5 veces el volumen de las semillas a tratar (Bonner et al., 1974; Doran et al., 1983; Hartmann y Kester 1971).
- c) Las semillas a tratar se les colocan dentro de una canastilla de tela de alambre y se sumergen unos cuantos minutos o segundos en agua caliente a una temperatura constante (Doran et al., 1983). A diferencia de los métodos anteriores, éste permite un buen control de la temperatura y del tiempo al que se realice el tratamiento (Bonner et al., 1974; Hartmann y Kester 1971), además esta manera de tratar a las semillas esta menos influenciada por el volumen de las semillas, la cantidad de agua y el tipo de recipiente.

La temperatura del agua es un punto crítico en la aplicación de este tratamiento, por ejemplo, Ramírez y Camacho (1987) evaluaron el tratamiento de inmersión en agua caliente y encontraron que a 75 °C por un lapso de 6 minutos es suficiente para obtener germinaciones mayores a 80% en: Enterolobium cyclocarpum , Leucacena leucocephala, Prosopis juliflora. Mientras que en Delonix regia la temperatura anterior no es efectiva aún con inmersiones de 12 minutos. Sin embargo, hervir las semillas tan solo por tres minutos incrementó significativamente la cantidad de semillas muertas en casi todas las especies, con la excepción de Delonix regia que produjo germinaciones cercanas a 100%.

## 12. MATERIAL Y METODO

### MATERIAL BIOLOGICO

Las semillas utilizadas para realizar el presente trabajo se solicitaron al Banco de Germoplasma Forestal del Campo Experimental Coyoacan, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, el cual proporcionó material con más del 75% de germinación potencial; La cual se determinó mediante siembras rutinarias de laboratorio sobre papel filtro (Moreno, 1984), en los que se sembraron semillas con la testa perforada mediante un corte con bisturi. En cuanto a las semillas de Acacia schaffneri, se colectaron en 1989 en los Alamos (ejido Elorza) municipio Charcas en San Luis Potosí. Las de Acacia farnesiana se colectaron en 1983 en Palo Blanco, Coahuila. Una característica de las semillas con latencia en todas las especies, es que conservan la viabilidad por períodos largos, superiores a los 20 años (Nikolaeva, 1969 y Rolston, 1978).

### CONDICIONES DE INCUBACION

Las siembras se realizaron en cajas de Petri de nueve centímetros de diámetro con un disco de papel filtro como sustrato.

Todo este material ya preparado se esterilizó a 100 °C durante 3 horas. Para realizar las siembras el papel filtro se humedeció con agua destilada, para evitar la desecación, se hicieron riegos posteriores durante los 15 días que duró la incubación a 22 °C.

Considerando la cantidad de semillas que se podían acomodar dentro de cada caja de petri sin que se tocaran, la unidad experimental se compuso de 20 semillas, se hicieron cuatro repeticiones o siembras para cada uno de los tratamientos evaluados, los cuales se exponen a continuación.

### TRATAMIENTOS APLICADOS

Se hicieron 4 repeticiones o replicas de cada uno de los tratamientos y testigos considerados en los experimentos, las cuales se distribuyeron de acuerdo con un diseño de bloques al azar en las charolas de una germinadora a 22 °C del Laboratorio

de Semillas Forestales del Campo Experimental Coyoacan. Se consideró que cada charola conformó un bloque.

**Primer experimento:** Como en trabajos previos ya se había evaluado el efecto del agua caliente sobre la germinación de A. farnesiana (Trejo, 1986 y Brito, 1980), esta técnica únicamente se aplicó a las semillas de A. schaffneri, los tratamientos evaluados conformaron un factorial en el que se evaluaron 16 combinaciones de temperaturas (62 °C, 72 °C, 82 °C y 92 °C) y tiempos (3, 6, 9 y 12 minutos).

Para aplicar los tratamientos las semillas se colocaron dentro de bolsas de malla de mosquitero de plástico, el agua se calentó dentro de un recipiente metálico con un mechero Bunsen y se controló la temperatura mediante un termómetro instalado de manera que no tocara las paredes ni el fondo del recipiente utilizado (Ramírez, 1985).

Como testigos se tuvieron semillas a las que no se les aplicó ningún tratamiento, así como semillas a las que se les cortó la testa en el extremo opuesto a la ubicación del micrópilo.

Dentro de este experimento, también se evaluó el tratamiento recomendado por Everitt (1983), que consiste en la inmersión de las semillas de A. schaffneri en ácido sulfúrico por 45 minutos.

**Segundo Experimento:** en un experimento factorial se evaluó el efecto de sumergir por 45, 60 y 75 minutos las semillas de A. schaffneri y A. farnesiana en ácido sulfúrico concentrado (98%). Se incluyeron como testigos semillas sin tratamiento y semillas a las que se les cortó la testa.

El tratamiento con ácido consistió en colocar las semillas dentro de bolsas de malla y luego sumergirlas por períodos de 45, 60, y 75 minutos; terminados los períodos de inmersión de cada lote se enjuagaron dentro de las bolsas con agua corriente durante 10 minutos.

### 13. EVALUACION Y VARIABLES DE RESPUESTA

Durante 15 días, el número de semillas germinadas en cada tratamiento se contó diariamente. Se consideró que la semilla había germinado cuando su radícula tenía 2 mm. de longitud (Everitt, 1983).

Al término del período de observación de ambos experimentos se procedió a

clasificar a las semillas en diferentes categorías (Ramírez y Camacho, 1987; Camacho y Morales, 1992):

- a) Germinadas: aquellas en las que emergió la radícula.
- b) Duras o impermeables: las que no se embebieron, es decir que no incrementaron su volumen y al tocarlas estaban tan duras como en el momento de haber sido sembradas.
- c) Firmes. Las que se embebieron, pero no germinaron ni se pudrieron, es decir que no germinaron y permanecieron vivas.
- d) Podridas o muertas: Las que tenían signos evidentes de descomposición.

Según Ramírez (1990) y Mott & Mc Keon (1979) las semillas que permanecen duras después de aplicado un tratamiento indican que no tienen efecto alguno sobre una fracción de la muestra. Las semillas que permanecen firmes permiten predecir que existe un segundo mecanismo inhibitorio de la germinación (Ramírez y Camacho, 1987) y si las semillas se pudren el tratamiento aplicado es nocivo para la semilla.

Como en ocasiones fue difícil discriminar entre las semillas firmes y las muertas se procedió a aplicar la prueba de Tetrazolium (Moreno, 1984), que consistió en partir longitudinalmente las semillas y después sumergirlas en una solución al 1.5% de Tetrazolium a 40 °C por una hora. Se consideró vivas y consecuentemente firmes las que se tiñeron de rojo. Las semillas no teñidas se consideraron muertas y formaron parte de las podridas.

Esta prueba de viabilidad es la más empleada por los laboratorios de semillas (Moreno, 1984) y es la que está más sistematizada, existen otras pruebas, unas basadas en tinciones como la inigo - carmín que son poco conocidas y sistematizadas; otras fundamentadas en la conductividad eléctrica y el contraste con rayos X, las cuales aunque efectivas requieren de aparatos especiales, que no se tenían.

#### 14. ANALISIS ESTADISTICO

A cada una de las variables de respuesta evaluadas se le aplicó un análisis de varianza (ANOVA o A de V) de dos vías para el experimento factorial (Sokal y Rohlf, 1969). Y para establecer las diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey 0.05 (Reyes, 1987). Se cuidó el cumplimiento de homogeneidad de varianzas, para lo que fue necesario transformar la variable semillas muertas a raíz cuadrada del dato más uno (Sokal y Rohlf, 1969 y Reyes, 1987). En ambos experimentos la prueba de medias se aplicó de acuerdo con la significancia de la interacción y los factores, que para el primer experimento fueron: temperatura y tiempo, mientras que para el segundo fueron: especie y tratamiento.

El estado de las semillas al fin del experimento se graficó de acuerdo con Mott y McKeon (1979) con el fin de facilitar la interpretación de resultados.

#### VERIFICACION DE LA UTILIDAD DE LOS TRATAMIENTOS EN VIVERO

Se realizaron siembras en suelo previo tratamiento de 1000 semillas de A. schaffneri y 1000 A. farnesiana en ácido sulfúrico durante 60 minutos. Se colocaron las semillas en mallas de plástico y se les introdujo en vasos de precipitado con ácido sulfúrico durante una hora, después de la cual se lavaron con agua corriente durante 10 minutos eliminando los residuos de ácido. Se secaron y guardaron en bolsas de papel una semana antes de la siembra, que se realizó en envases de plástico oscuro (8cm. de diámetro por 10 cm. de largo) con tierra negra de monte. Depositando una semilla por envase a 2 cm. de profundidad y se etiquetaron los lotes.

Se tomó el porcentaje de germinación cuando las plántulas midieron 2 cm., así como el tamaño de las plantas a los dos meses.

## 15. RESULTADOS Y DISCUSION

De los resultados (Cuadro 2), se encontró que las semillas del lote testigo de Acacia schaffneri no germinaron. Mientras que las semillas escarificadas manualmente alcanzaron más del 90 % de germinación. Esto concuerda con los resultados de Romero y Aguirre (1981) en cuanto a la presencia de latencia en las semillas de estas leguminosas.

Es evidente que la inhibición del proceso germinativo resulta de la presencia de una cubierta impermeable, ya que prácticamente todas las semillas sin tratamiento no se embebieron, es decir permanecieron duras; sin embargo cuando se les escarificó, esta germinaron.

El Cuadro 2 muestra la influencia de los diversos tratamientos sobre las variables de respuesta de las semillas de A. schaffneri.

Las semillas en los tratamientos en agua caliente a 62, 72 y 82 °C, alcanzaron bajos porcentajes de germinación, menores al 11 % y una gran mayoría, entre el 86 y el 95 % permanecieron duras. Las semillas firmes y muertas, resultaron con los porcentajes restantes, entre el 1 y el 8 %.

En cuanto a la germinación alcanzada, la media del testigo y las medias obtenidas con los tratamientos en agua caliente son estadísticamente semejantes.

Analizando el resto de las variables, se observó que en la mayoría de los casos el agua caliente no redujo la cantidad de semillas impermeables ó duras.

La única excepción fue el tratamiento a 92 °C ya que disminuyó el porcentaje de semillas duras, pero aumento el de semillas muertas hasta alcanzar el 62 %.

La gráfica 1 muestra el estado de las semillas al finalizar el experimento.

Trejo (1986) menciona que el agua caliente no es un tratamiento adecuado para hacer germinar las semillas de A. farnesiana, pues a costa de que murieran más de la tercera parte de las semillas tratadas, se obtuvo menos del 50 % de germinación, en una colección que tenía un potencial superior al 80%; esta autora presento resultados de evaluaciones en varias colecciones de A. farnesiana, en las que con tratamientos en agua caliente a 82 y 92° C por períodos de 6 a 9 minutos no consiguen eliminar más del 40% de la latencia en las semillas.

Ramírez y Camacho (1987) evaluaron el tratamiento en agua caliente en las semillas de algunas especies con latencia física, encontraron que resultó efectivo para estimular la germinación en las semillas de Delonix regia, Enterolobium cyclocarpum, Leucacena leucocephala, y Prosopis juliflora. En cambio en las semillas de Acacia cyanophylla y Eritrina americana, obtuvieron porcentajes bajos de germinación; en la primera especie, esto se debía a la presencia de un segundo mecanismo inhibitorio que se podía eliminar mediante enfriamiento en húmedo ó aplicación de tiourea al 2%. En Erythrina inmersiones a temperaturas de 65 y de 75 °C por períodos de 3 a 12 minutos, no eliminaron la latencia de las semillas impermeables, lo cual si ocurrió con el tratamiento a 82 y 92 °C, pero estuvo acompañado por un fuerte incremento en la cantidad de semillas muertas.

En el trabajo de Ramírez y Camacho (1987), se menciona que en todas las especies tratadas el mayor porcentaje de semillas muertas lo encuentran a temperaturas mayores de 82 y 92 °C.

También se ha observado en semillas de Tamarindus indica, que períodos mayores de 5 minutos de inmersión a 92 °C resultan letales para las semillas, y no así períodos menores que permeabilizan los tegumentos y propician su ruptura obteniéndose porcentajes de germinación altos (Sosa, 1987).

El comportamiento de estas especies es similar al de las semillas de Acacia schaffneri en este tipo de tratamiento, el cual no elimina eficazmente la latencia de las semillas y resulta letal a temperaturas altas.

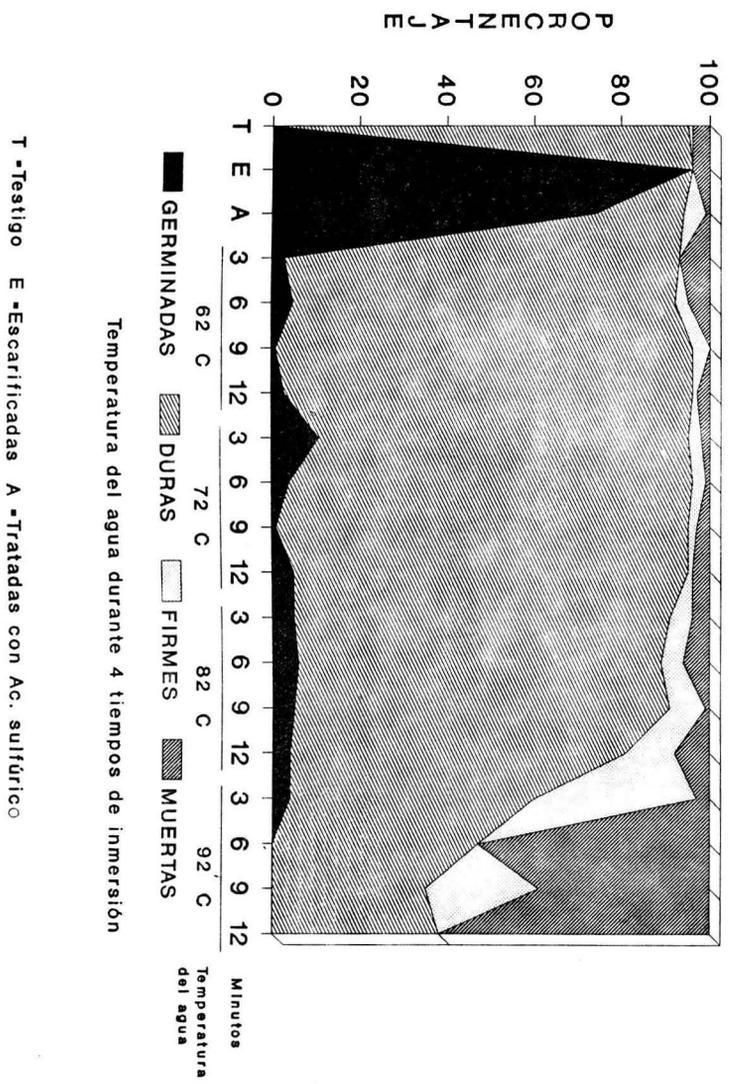
Cuadro 2. Efecto del tratamiento con agua caliente sobre la germinación y el estado de las semillas de Acacia schaffneri después de dos semanas de incubación.

TRATAMIENTO	GERMINADAS	DURAS	FIRMES	MUERTAS
TESTIGO	0 c	95 a	1 d	4 bc
ESCARIFICADAS	96 a	0 e	0 d	4 bc
ACIDO SULFURICO POR 45 MINUTOS	74 b	20 de	5 bcd	1 bc
AGUA CALIENTE:				
a 62 °C durante:				
3 minutos	3 c	90 a	0 d	7 bc
6 "	5 c	87 a	3 cd	5 bc
9 "	1 c	95 a	4 cd	0 bc
12 "	3 c	93 a	1 cd	3 bc
a 72 °C durante				
3 minutos	11 c	84 a	3 cd	2 bc
6 "	4 c	92 a	3 cd	1 bc
9 "	1 c	94 a	2 cd	3 bc
12 "	5 c	90 a	1 cd	4 bc
a 82 °C durante				
3 minutos	5 c	86 a	5 bcd	4 bc
6 "	6 c	83 a	5 bcd	6 b
9 "	5 c	86 a	8 bcd	1 bc
12 "	4 c	77 a	11 ab	8 b
a 92 °C durante				
3 minutos	4 c	56 b	37 a	3 bc
6 "	0 c	47 bc	0 d	53 a
9 "	0 c	35 cd	26 ab	39 a
12 "	0 c	38 bcd	0 d	62 a

En Las columnas , las medias seguidas por una misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa = 0.05.



GRAFICA 1. EFECTO DE ALGUNOS TRATAMIENTOS SOBRE LA GERMINACION, IMPERMEABILIDAD Y VIABILIDAD DE SEMILLAS DE *Acacia schaffneri* AL FINALIZAR EL EXPERIMENTO



T - Testigo E - Escarificadas A - Tratadas con Ac. sulfúrico

En el experimento realizado se encontró que con la inmersión en ácido sulfúrico durante 45 minutos, se obtuvo un porcentaje de germinación superior al 50%, el que sin embargo es significativamente menor al obtenido escarificando manualmente las semillas (Cuadro 2). La inclusión del tratamiento con ácido en el primer experimento obedeció a que Everitt (1983) lo recomendó para estimular la germinación de A. schaffneri; se decidió realizar una evaluación más amplia de tratamiento, con base en que se obtuvo un porcentaje mayor que el obtenido por dicho autor y que este no presento datos acerca del estado de las semillas que no germinaron. Por lo anterior se decidió evaluar mayores tiempos de inmersión en el ácido y en él incluir a A. farnesiana, especie en la cual el agua caliente tampoco resulto efectiva para eliminar la latencia física.

La importancia de haber analizado el estado de las semillas al terminar el experimento, resulta de que en primer lugar se encontró que el estímulo de la germinación se debía a una reducción en la cantidad de semillas duras ó impermeables y que no se tenía un incremento significativo en la cantidad de semillas muertas, con lo cual de acuerdo con Ramírez (1985), es válido explorar un tratamiento más intenso, es decir incrementar la duración del tratamiento con ácido sulfúrico.

En el segundo experimento, el tratamiento en ácido sulfúrico para las semillas de A. schaffneri y A. farnesiana por períodos de tiempo más prolongados; aumentó la germinación y disminuyó el porcentaje de semillas duras.

En ambas especies las semillas sin tratamiento no germinaron, mientras que con la escarificación mecánica la germinación superó el 90%. El porcentaje de germinación para las semillas tratadas con ácido sulfúrico varió y superó al 80% en A. schaffneri y osciló entre 50 y 95% en A. farnesiana (Cuadro 3); en general los porcentajes de germinación obtenidos con este tratamiento fueron significativamente superiores a los de los testigo intacto y estadísticamente iguales a los de las semillas escarificadas. Ambas especies superaron el 90% de germinación, en ningún caso hubo un incremento significativo en la cantidad de semillas muertas (Gráfica 2).

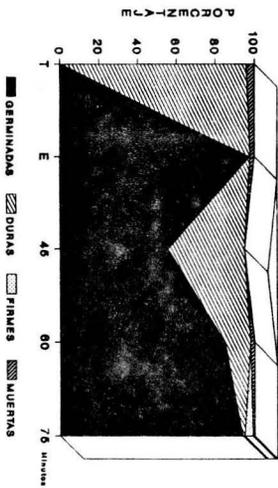
Cuadro 3. Efecto de la inmersión en ácido sulfúrico sobre la Germinación, Permeabilidad y Mortalidad en semillas de dos huizaches.

TRATAMIENTO	GERMINADAS	DURAS	FIRMES	MUERTAS
<u>A. schaffneri</u>				
TESTIGO	1 c	95 a	0 a	4 a
ESCARIFICADAS	98 a	0 b	0 a	2 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 45 minutos	86 ab	5 b	3 a	6 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 60 minutos	93 a	0 b	3 a	4 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 75 minutos	94 a	0 b	2 a	4 a
<u>A. farnesiana</u>				
TESTIGO	4 c	91 a	1 a	4 a
ESCARIFICADAS	100 a	0 b	0 a	0 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 45 minutos	56 ab	39 b	0 a	0 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 60 minutos	85 ab	13 b	0 a	3 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 75 minutos	94 a	1 b	4 a	1 a

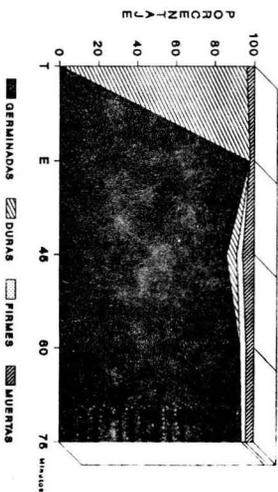
En las columnas las medias seguidas por una misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa = 0.05.

GRAFICA 2. RESPUESTA AL TRATAMIENTO CON ACIDO SULFURICO

*Acacia farnesiana*



*Acacia schaffneri*



T = Testigo E = Escarificada  
 60 y 75 = Tiempo de tratamiento en Ac. sulfurico

Con este experimento se descarta la posibilidad de la presencia de un mecanismo inhibitorio adicional a la latencia en ambas plantas, pues este se asocia a un fuerte incremento en la cantidad de semillas firmes cuando se elimina la latencia, tal como el que encontraron Ramírez y Camacho (1987) en A. cyanophylla; en los huizaches trabajados, la disminución del porcentaje de semillas impermeables se relacionó con incrementos en la germinación, cuando se empleó la inmersión en ácido.

En cuanto a una explicación del porque el agua caliente no elimina la latencia en las especies trabajadas y el ácido sí, harían falta estudios a nivel de microscopio electrónico.

En la revisión se encontró que de acuerdo a las micrografías electrónicas de Brant y col. (1971) realizadas en Coronilla varia, una leguminosa con semillas con latencia, el agua caliente permite la imbibición al agrietar la capa de macroesclerénquima, mientras que el ácido sulfúrico lo hace por perforar las puntas de las células de dicha capa y penetrar por los lúmenes.

Por lo tanto es posible que la diferencia de la efectividad de ambos tratamientos para eliminar la latencia, resulte de qué tan adentro de la testa se mantenga la impermeabilidad; en Trifolium subterraneum se encontró que la testa continuaba siendo impermeable aún por debajo de la capa de macroesclerénquima (Bhalla y Slattery 1984).

En una situación similar es posible que el simple agrietamiento de la testa causado por el agua caliente no permita la imbibición y el ácido al penetrar por los lúmenes de las células si pueda atacar la capa impermeable más profunda. Respecto a la profundidad a la que continua siendo impermeable la testa, únicamente se disponen de datos obtenidos en A. farnesiana, en los que de acuerdo con Tran y Cavanaugh (1980) aún perforando la testa hasta alcanzar la base de las células del macroesclerénquima no se obtuvo la imbibición después de 5 semanas en contacto con el agua. Como se dijo posiblemente con esto el tratamiento con agua caliente no alcanza el nivel requerido para eliminar la impermeabilidad y el ácido sí actúe mas allá de la base del macroesclerénquima.

En cuanto al valor práctico de los resultados obtenidos, es decir la utilidad de la inmersión en ácido sulfúrico por una hora para estimular la germinación, cuando las semillas de los huizaches se siembran en suelo y en condiciones similares a las que se emplean en los viveros para su propagación masiva; se encontraron resultados razonablemente buenos en las dos especies trabajadas (Cuadro 4), ya que la germinación obtenida en la siembra realizada en tierra, que representa aproximadamente un 90% de la que se obtiene en laboratorio.

Cuadro 4. Porcentajes de germinación obtenidos en suelo y laboratorio para A. schaffneri y A. farnesiana tratadas con ácido sulfúrico.

ESPECIE	GERMINACION EN:		RELACION DE GERMINACION	DIFERENCIAS
	SUELO	LABORATORIO		
<u>A. schaffneri</u>	85	93	91.4	8
<u>A. farnesiana</u>	79	85	93.0	6

La relación entre la germinación obtenida en suelo respecto a la obtenida en laboratorio, se utiliza como un factor de corrección para determinar la cantidad de semillas necesarias para obtener una población dada en vivero (Boyd, 1969). La estimación del valor numérico de estos factores es fruto de la experiencia en la comparación de resultados de laboratorio y campo, Bleasdale (1977) menciona que en términos generales, es decir que para la mayoría de las especies cultivadas, dicha corrección consiste en multiplicar por 0.4 la germinación obtenida en laboratorio cuando las condiciones de siembra son malas, y por 0.8 cuando son buenas. Es decir en este último caso la germinación en suelo es parecida a la obtenida en laboratorio.

Considerando lo anterior se tiene que al tratar las semillas de las especies trabajadas con ácido sulfúrico por una hora y sembrarlas directamente en los envases, se obtiene una germinación bastante cercana a la lograda en laboratorio; por lo tanto el factor de corrección en este caso es cercano a 0.8.

## 16. CONCLUSIONES

- 1.- La germinación de las semillas sin tratamiento de A. farnesiana y A. schaffneri fue muy baja.
- 2.- Al eliminar un trozo de testa de las semillas se eliminó la impermeabilidad y permitió germinaciones cercanas al 100%.
- 3.- El tratamiento anterior produjo los mejores resultados; sin embargo, no es un tratamiento práctico en la producción de grandes cantidades de plantas en vivero.
- 4.- Las semillas de A. schaffneri y A. farnesiana no se presentan mecanismos inhibitorios secundarios ya que no se presentaron porcentajes importantes de semillas firmes.
- 5.- El tratamiento en agua caliente no eliminó la latencia física de las semillas de A. schaffneri, los porcentajes de germinación fueron bajos y quedaron cantidades importantes de semillas impermeables. A temperaturas de 92 °C semillas mueren por la acción drástica del tratamiento.
- 6.- El mejor tratamiento para hacer germinar las semillas de A. schaffneri y A. farnesiana es la inmersión en ácido sulfúrico concentrado de 60 a 75 minutos con el cual se obtuvo más del 75 % de germinación en el laboratorio y más del 80 % en suelo.

## 17. BIBLIOGRAFIA



BIBLIOTECA

- Abuín, M.C.; Gómez, L. F. y Signoret, P. J. 1970 Mezquites y Huizaches. Los aspectos de la Economía, Ecología y Taxonomía de los géneros Prosopis y Acacia en México. I. M. de R. R. México. pp 160-182.
- Bhalla, P. L. and Slattery, H. D. 1984. Callose deposits make clove seed impermeable to water. *Annals of Botany* 53(1):12-28.
- Bonner, F.T.; McLemore, B. F. and Barnett, J. P. 1974. Presowing Treatment of Seed to Seed Germination . Shopmeyer, C. S. (Ed). USDA. Forest Service, Agricultural Hand Book No. 450, USA. pp 126-135.
- Bleasdale, J. K. D. 1977. Plant Physiology in relation to horticulture. Avi. Pub. Comp. U.S.A. pp 1 - 22.
- Boyd, C.W. 1969. A better estimation of nursery survival used in the sowing formula. *Tree Plans Notes* vol. 20(3):21-24.
- Brant, R. E.; McKee, G. W. and Cleveland, R.W. 1971 Effect of Chemical and Physical Treatment on Hard Seed of Pennigift Crownvetch. *Crop Science*. 11: 1-6.
- Breunig, R.G. 1990 Acacia a true desert dweller. *A.G.A.V.E. Magazine of the Desert Botanical Garden, Phoenix Arizona*. 3(4):7.
- Brito, N. R. 1980 Tratamiento a las semillas de tres especies forestales de zonas áridas y semi-áridas y su influencia en la germinación. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo. de México. 66 pp.
- Caballero D.M. 1989. Los sistemas agroforestales en México; situación actual y sus oportunidades. Simposio Agroforestal en México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. México. pp 2-21.
- Calderón, A.E. 1977 *Fruticultura General (Primera Parte)* ECA, México. 759 pp.
- Camacho, M. F. 1987. Dormición de semilla; Aspectos generales y tratamientos para eliminarla. Tesis profesional Ingeniero Agrónomo especialidad en fitotécnia. Universidad Autónoma de Chapingo, México P.P. 62-102

- Camacho, M. F. y V.G. Morales. 1992. Métodos para el análisis del efecto de tratamientos sobre la germinación. Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Campo Experimental Coyoacan. Publicación Especial No. 1 SARH, Inst. Nac. de Invest. Forest. y Agropec., CECOY. México p.p. 282-290
- Crocker, W. and Barton, L. V. 1957. Physiology of Seed and Germination to the experimental Study of Seed and Germination Problems. Chronica Botanical Company. Waltham, Massachusetts, 267 pp.
- Domínguez, A.F. A. y Sánchez, V. A. 1989. Los sistemas agroforestales en México; un ensayo de integración de cuatro técnicas empleadas. Simposio Agroforestal en México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. México. pp 22-36.
- Doran, J. C.; Boland, D. J.; Turhbuki, J. W. y Gum, B. V. 1983. Manual sobre semillas de Acacia de zonas secas. FAO. Roma Italia. 114 pp.
- Everitt, J. H. and Lynn, D. D. 1974. Spring Food Habits of White-Tailed Deer in the South Texas Palins. Journal of Range management, 27 (1).
- Everitt, J. J. 1983. Seed Germination Characteristic of two woody legumes (Retama and Twisted Acacia) from South Texas. Journal of Range Management 36(4): 411-414.
- FAO. 1986. Recursos genéticos de especies arboreas en zonas áridas y semiáridas. Italia p.p. 35-39
- Fierro, L. C.; Gómez F. y González M. H. 1977. Utilización de Arbustivas indeseables por medio del pastoreo. Pastizales VII (6) pp 2-9.
- Fierros, G.A. M. 1989. Arboles y ganado combinados; ventajas y desventajas. Simposio Agroforestal en México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. pp 304-322.
- Forbs y Reyes A. J. 1976. Manual de Silvicultura. Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. 4ª edición. La Habana, Cuba 251 pp.
- Gentry, H. S. 1957. Los Pastizales de Durango. Edit. I.M. de R.R. México 351 pp. 278 (Trad. Hernández X. E.).

- Gómez, R.F.; Fierro, G. L. C. y González, M. H. 1978. Evaluación del diesel aplicado a tocones para el control del huizache (Acacia spp.) Pastizales rancho exp. La Campana. México (3):67.
- González V.C.F. y C. R. Villareal. 1989. Agrosilvicultura: perspectivas en el tiempo y en el espacio. Simposio Agroforestal en México: Sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. México. p.p. 52-96.
- Gougue, G. L. and Emino, E. R. 1979. Seed Coat Scarification on Albizia julibrissin durazz by Natural Mechanisms. Journal of the American Society for Horticultural Science. 10(3):421-423.
- Hartmanm, H.T. y Kester, D. E. 1971. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. C.E.C.S.A. México 809 pp.
- Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed Treatment for Improved Performance-suvrey and at a Attempeted Prognosis. Seed Science and Thechnology. 5(3):353-421.
- Hooper, D. D. and Bruce, R. M. 1978. Phytogeography of Acacia in Wester Australia. Australia. Aus. Bot. 1:63-78.
- ISTA. 1976. Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas. Trad. Luis Martínez y colaboradores.I.N.S.P. Madrid España 84 pp.
- Jordan, L. S. and Jordan. J. S. 1982. Effects of Prechilling on Convolvus arvensis. Seed Coat and Germination. Annals of Botany. 49 (3):421-423.
- Khan. 1977. Seed dormancy changing concepts and teories In: Khan, A. A. physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/ North Holland Biomedical Press. Holanda. pp 29-49.
- Kumar, P. and Parkayasatha, B. K. 1973. Note on germination of Lachossts Forestry Abstracts. 34; 2181.
- Liu, N. Y.; Khataminan, H. and Frestz, T. A. 1981. Seed Coat Structure of Three Woody Legumes Species After Chemical and Physical Treatment to Increase Seed Germination. Journal of the American Society for Horticultural. Science pp 106-694.
- Martínez, M. 1939. Plantas útiles de la Flora Mexicana. Edit. Botas México.

- Matuda, M. E. 1981. Las Leguminosas del Estado de México. Dir. Rec. Nat. Gobierno del Estado de México.
- Moreno, M. E. 1984. Analisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Instituto de Biología UNAM. México pp 169-221.
- Mott, J. J. and Mc Keon, G. M. 1979. The Effects of Heat Treatment in Breakin Hardseednes in four species of *Stilosanthes* seed. *Sci. and Technol.* 7(1): 15-25.
- Mc. Donough 1977. Seed Physiology. *Range Science.* 4. 155-184.
- Niembro, R. A. 1983. Características Morfológicas y Anatómicas de Semillas Forestales UACH. 63 pp.
- Nikolaeva, M. G. 1969. Physiology of Deep Dormancy in Seed. Trad. Z. Shapiro. I.P.S.T. press Jerusalem, Israel. 220 pp.
- Nikolaeva, M. G. 1977. Any Result of the Study of the Dormancy Seed, *Botanicheskii Zhurnal.* 62(9): 1350-1358.
- Olivares, S. C. 1983. Determinación del contenido de taninos vegetales en Acacia, Prosopis y Quercus y la comparación entre curtidos vegetales y minerales. Tesis Profesional. Monterrey, N.L. 59 pp.
- Ramírez, O. G. 1985. Ruptura de la latencia de diferentes semillas de leguminosas mediante tratamientos con agua caliente. Tesis Profesional de Biologo. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 103 pp.
- Ramírez, O. G. y Camacho, M. F. 1987. Tratamiento de Semillas latentes de plantas de importancia económica. *Revista Biología* 16 (1-4): 365-396.
- Ramírez, P.J. 1990. Respuesta de la emergencia del Schinus molle L. y al número de semillas por envase en siembra directa. Tesis profesional Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM
- Reyes, C.P. 1987. Diseño de experimentos Aplicados. Ed. Trillas, México. p.p. 5-50
- Rolston, M. P. 1978. Water Impermeable Seed Dormancy. *The Botanical review.* 44(3):365-396.

- Romahn, V. F. 1984. Principales Productos Forestales no Maderables de México. División de Ciencias Forestales 6 U.A.C.
- Romero, M. A. y Aguirre, R. J. R. 1981. Fenología y Establecimiento de plantas de tres leguminosas Forrajeras de los Agostaderos del Altiplano Potosino-Zacatecano. VIII Congreso Mexicano de Botánica. Centro de Convenciones de Morelia 17-23 octubre. pp 125-126.
- Rzedowski, J. 1963. Nota sobre la Tipificación del Pithecolobium schaffneri. S. Wats. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 28
- Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. México. Editorial Limusa. 432 pp.
- Rzedowski, J. y Rzedowski 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. Ed. C.E.C.S.A. vol. 1
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. 1978. Plant physiology. Wadsworth. U.S.A. 422 pp.
- Sánchez, S. O. 1980. La Flora del Valle de México. Herrero México 202 pp.
- Sokal, R. and Rohlf, F. 1969. Biometría; principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Td. Lahoz, M. Blume. España. pp 400-500.
- Sosa, C. A. 1987. Efecto del Tratamiento con agua caliente a temperaturas constantes y oscilantes sobre la germinación de semillas de Tamarindo (Tamarindus indica) Tesis Profesional UNAM Fac. Ciencias 53 pp.
- Susano, H. R. 1981. Especies Forestales Susceptibles de Aprovechamiento como forraje. Ciencia Forestal vol. 6(29): 31-39.
- Taylorson, R. B. and Hendricks, S. S. 1977. Dormancy in Seed. Ann. Rev. Plant Physiology. 28: 331-354.
- Tran, V. N. and Cavanagh, A. K. 1980. Taxonomic implication of fracture load and deformation histograms and effects of treatment on the impermeable seed coat of Acacia seed. Aust. J. Bot. 28:331-354.
- Trejo, O. M. L. 1986. Ensayo de Tratamientos Térmicos para eliminar la impermeabilidad en semillas de Acacia farnesiana. Tesis Profesional. Ing. Agrícola. Fac. Est. Sup. Cuatitlan. UNAM México. 55 pp.

- USDA 1952      Testing agricultural and vegetable seed Agric. Hand Book. No. 30. 440 pp.
- Vázquez, Y.      C. y Pérez, G. 1977. Notas sobre la Morfología la Anatomía de la Testa y la Fisiología de las semillas de Enterolobium cyclocarpum Turrialba 27(24):427-430.
- Wilan, R. L.      1984. A guide to Forest Seed Handling with especial reference to the tropics. Danida Forest Seed. Dinamarca pp 195-200.
- Whitesell, C.      D. 1984. Acacia Mill. In: Shopmeyer, C. S. (Ed). USDA. Forest Service, Agricultural Hand Book No. 450, USA. pp 184-186.
- Yeaton, R.      and Romero, M, A. 1984. Organización de los mosaicos de vegetación de la asociación Acacia schaffneri - Opuntias treptacantha de Santa Ana, Pinos, Zac. Resúmenes del IX Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Mex. Bot México. 99 pp.