

58

2e1



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

"ENSAYO DE TRATAMIENTOS  
TERMICOS PARA ELIMINAR LA  
IMPERMEABILIDAD EN SEMILLAS  
DE Acacia farnesiana"

T E S I S

*Que para obtener el Título de*

*INGENIERO AGRICOLA*

*p r e s e n t a*

*MARIA LUISA TREJO OROZCO*

Director de Tests: Q.B. Lilitan Morfin Loyden



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

	pág.
RESUMEN	I
I. INTRODUCCION Y OBJETIVO	1
II. REVISION DE LITERATURA	
2.1 Características del Género <u>Acacia</u> .	3
2.2 Características de la especie	3
2.3 Distribución	6
2.4 Suelo y Clima	6
2.5 Usos	6
2.6 Germinación	8
2.7 Latencia	10
2.7.1 Clasificación de Latencia	10
2.7.2 Latencia por cubiertas de la semilla impermeable a la humedad	14
2.7.2.1 Factores ambientales que afectan la impermeabilidad	18
2.7.2.2 Tratamientos para eliminar la impermeabilidad	20
2.7.3 Efecto de tratamientos sobre semillas de <u>A. farnesiana</u>	26
III. HIPOTESIS	29
IV. MATERIALES Y METODOS	30
V. RESULTADOS	34
VI. DISCUSION	44
VII. CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFIA	48
ANEXOS	51

## LISTA DE CUADROS

Cuadro No.	pág.
1. Semillas embebidas de algunas leguminosas leñosas a diferentes temperaturas (citado por Nikolaeva, 1969).	20
2. Efectos del calor seco por 15 minutos a diferentes temperaturas sobre la germi- nación de semillas de <u>A. farnesiana</u> .	37
3. Efectos del calor seco a 115 <sup>o</sup> C, con dife- rentes tiempos de exposición sobre la ger- minación de semillas de <u>A. farnesiana</u> .	37
4. Efectos del calor seco a 95 <sup>o</sup> C, a diferentes tiempos de exposición sobre la germinación de semillas de <u>A. farnesiana</u> .	42
5. Efectos de tratamientos con agua hirviendo, calor seco y microondas sobre la germinación de semillas de <u>A. farnesiana</u> .	42

## L I S T A D E F I G U R A S

Figura No.	pág.
1. Contornos de las semillas de seis especies de <u>Acacia</u> (de Doran <u>et al.</u> , 1983).	5
2. a) Estrofiolo de la semilla b) Sección longitudinal de la testa de trebol c) Hilio de una semilla de la Familia Papiloineidae (de Rolston, 1978).	16
3. Resultado de germinación (%), contenido de humedad (C.H.) y peso seco (P.S.) después de 28 días en semillas de <u>Delonix regia</u> (Ref.) (Chaves y Kageyama, 1980).	19
4. Efectos del calor seco por 15 minutos de exposición a diferentes temperaturas sobre la germinación de <u>A. farnesiana</u> .	35
5. Efectos del calor seco a 115 <sup>0</sup> C con diferentes tiempos de exposición en semillas de <u>A. farnesiana</u> .	36
6. Efectos del calor seco a 95 <sup>0</sup> C con diferentes tiempos de exposición en semillas de <u>A. farnesiana</u> .	40
7. Efectos de diferentes tratamientos de agua hirviendo, calor seco y microondas sobre la germinación de <u>Acacia farnesiana</u> .	41

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizaron experimentos con calor seco a temperaturas de 95, 100, 105, 110, 115 y 120°C por 15 minutos de exposición con el fin de encontrar la temperatura que eliminará el mayor número de semillas duras e indujera la germinación en semillas impermeables de Acacia farnesiana. En dichos tratamientos se observó que al incrementar la temperatura se redujó el número de semillas duras, pero a la par aumentó el número de semillas muertas, indicando con ello que el tratamiento era letal para la viabilidad del embrión pero si rompía la impermeabilidad. El mejor tratamiento fue el de 95°C 15', donde se obtuvo 30% de germinación.

En los tratamientos a una temperatura constante de 115°C con tiempos de 3, 6, 9 y 12 minutos no estimularon la germinación. A 95°C con tiempos de 20, 25 y 30 minutos de exposición estimularon la germinación pero no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

Los tratamientos con microondas con tiempos de exposición de 3, 6 y 9 minutos no tuvo efecto para inducir la germinación a pesar de que eliminó gran número de semillas duras.

Al evaluar los tratamientos de calor seco, agua hirviendo, microondas y escarificación manual se encontró que el mejor tratamiento fue este último y le siguió el de agua hirviendo por 15 minutos, con 81 y 45 % de germinación respectivamente.

Debido a la severidad de los tratamientos empleados y que no se logró eliminar por completo las semillas duras se cree que la impermeabilidad de la testa de A. farnesiana se encuentra incluso por debajo de la capa del macroesclerónquima.

## I. INTRODUCCION Y OBJETIVO

El huizache (Acacia farnesiana) es un recurso forestal abundante en las zonas áridas del país, de gran importancia que se utiliza principalmente como alimento para ganado y se explota como madera que tiene diferentes finalidades como son: la construcción rural, combustible, también se utiliza para reforestar zonas erosionadas ya que se adapta a suelos pobres y es resistente a la sequía (ONU, 1968).

En otros países se industrializan los recursos de esta planta y se producen a nivel comercial múltiples sustancias tales como aceites esenciales de alto valor en la perfumería, sustancias medicinales y taninos que nuestro país importa (Abuín, 1970).

La disponibilidad de este recurso y la utilización que se tiene en otros países permite que el huizache en México pueda ser objeto de industrialización para su mejor e integral aprovechamiento y así buscar algunas soluciones para mejorar los niveles de vida del sector rural. Es tal la importancia potencial de esta planta que FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación) financia actualmente la recolección de semillas de esta planta en México y organiza ensayos de procedencias a nivel mundial, con el fin de que en un futuro se obtenga el máximo provecho de la explotación y cultivo del huizache (FAO, 1980).

Uno de los problemas principales para la propagación sexual del huizache es que la semilla posee una cubierta impermeable, por lo que ha sido tratada para eliminar este obstáculo usando diferentes métodos de los cuales el más eficaz ha sido la escarificación manual; sin embargo es necesario

una técnica que requiera menos tiempo y costo. Los resultados de la aplicación de tratamientos de agua caliente y ácido sulfúrico son contradictorios, pues en ocasiones se reporta la obtención de altos porcentajes de germinación, mientras que en otros se reportan resultados que apenas superan la germinación de las semillas sin tratamiento y son claramente inferiores a los logrados con escarificación manual. Puede ser que esta situación sea producto de experimentos realizados con semillas de un sólo origen y por ello en el presente trabajo se analizó por una parte, los antecedentes de la evaluación de tratamientos de agua caliente a semillas de varios lotes de A. farnesiana obtenidos en el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) y por otra se evaluó el uso de calor seco y energía de microondas como alternativa para estimular la germinación de A. farnesiana.

#### O B J E T I V O :

A través de la exposición a calor seco y energía de microondas de las semillas de Acacia farnesiana romper su impermeabilidad e inducir la germinación.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Características del Género Acacia

El género Acacia se encuentra distribuido en casi todo el mundo excepto en el continente Europeo y la Antártida. Se dice que existen de 600 a 900 especies. Pero un 98 % son endémicas de Australia. Donde se encuentran 600 especies descritas y 170 sin descripción botánica (Hopper y Bruce, 1978).

Las características del género Acacia son: árboles o arbustos, rara vez hierbas, espinosas o inermes, con las hojas bipinadas; flores pequeñas, dispuestas en cabezuelas o espigas densas. Cáliz acampanado, dentado o partido, corola con los pétalos más o menos unidos. Estambres numerosos, salientes, libres o levemente unidos en la base. Ovario de dos a muchos óvulos; estilo filiforme; estigma pequeño. El fruto es una legumbre de forma diversa, dehiscente o indehiscente (Sánchez, 1980).

### 2.2 Características de la especie

Posición taxonomica y nombres vulgares (Abuín, 1970; Sánchez, 1980).

Familia ..... Leguminosae  
 Subfamilia ..... Mimosoidaeae  
 Género ..... Acacia  
 Especie ..... farnesiana (L) Willd

Sinonimia:

Acacia smallii  
Acacia cavenia Bert.  
Mimosae farnesiana (L)  
Vachelia farnesiana (L) Wight Am.

**Nombres vulgares:**

" Huizache, huixachin, aroma y espino ".

**Acacia farnesiana (L) Willd**

Se dice que es originaria de América trópic. Generalmente es un arbusto no mayor de 3 metros de altura, muy ramificado con las ramas glabras o casi glabras; hojas de 5 a 10 cm de largo, pinnas de 2 a 6 pares, pecíolo y raquis comúnmente pubescente, folíolos de 10 a 25 pares, lineales y oblongo-lineales; pedunculo delgado, pubescente de 2 a 4 cm de largo; flores con cabezuelas de 1 cm aproximadamente, fragantes, amarillo brillantes; vainas turgentes algo recurvadas glabra de 2 a 7 cm de largo que contiene de 6 a 12 semillas. Número cromosómico diploide  $2n = 26$  (Abuín, 1970; Sánchez, 1980).

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 o elíptica más o menos concentrica siguiendo el contorno de la semilla (Fig. 1), la testa es de color negro o pardo verdoso, lisa, opaca o lustrosa dura, crustácea, resistente de 0.6 a 0.8 mm de grosor aproximadamente. 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).

Hampton (1982) encontró que las semillas de A. farnesiana inhiben el crecimiento de plántulas de pasto, por que reducen el crecimiento del coleoptilo en un 30 % de lo normal.

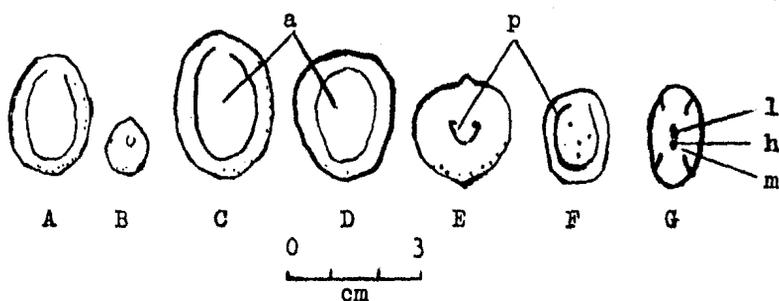


Fig. 1 Contornos de las semillas de seis de Acacia (se indican los tamaños comparativos de las semillas y las formas y tamaños variables de las aréolas, y una vista de frente de una de las especies mostrando sus diferentes partes. La aréola a) está delimitada por una línea delgada que se denomina pleurograma (p).

- a) A. albida                      b) A. aneura                      c) A. caven  
 d) A. nilotica                      e) A. senegal                      f) A. tortilis  
 g) vista de frente de A. caven indicándose la lente (ojuelo) o estrofiola (l), el hilium (h) y el micrópilo (a).

(Tomado de Doran et al., 1983).

### 2.3 Distribución

Se encuentra distribuido en los siguientes estados: Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato y Queretaro (Abuín, 1970).

En el occidente de México existen bosquecillos y matorrales abiertos de A. farnesiana y pennatula que sucede al bosque trópicado caducifolio. El huizache forma parte del bosque espinoso, en el suroeste del estado de Puebla existe un matorral denso de A. farnesiana que se establece como comunidad secundaria en los suelos profundos, cuyo clima corresponde al bosque de Prosopis y Phithecellobium, también se encuentra A. farnesiana asociado con A. pennatula en medio de encinares (Rsendowsky, 1981).

### 2.4 Suelo y Clima

Es resistente a la sequía, en Chipre crece hasta los 300 a 400 metros de altitud con una precipitación de 503 mm o incluso menos. Se adapta a suelos pobres, no resiste temperaturas de menos de  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $23^{\circ}\text{F}$ ) (ONU, 1968).

### 2.5 Usos

Se usa el huizache (A. farnesiana) como reproductores de clima seco (ONU, 1968) y principalmente para producir madera, leña, de las flores se extraen esencias y la goma se utiliza como adulterante de la goma arábiga. Los árabes extraían de las flores la esencia base para la fabricación de una pomada que conocían con el nombre de "Ben" y hacían con esta planta infusiones que además de su grato aroma se les atribuía propiedades curativas, también los sirios fabricaban pomadas con dichas esencias (Abuín, 1970).

Su vaina contiene aproximadamente 19 % de taninos y su corteza tiene una considerable proporción de ellos, los cuales son útiles en curtiduría (Martinez, 1939). Olivares (1983) encontró que la madera y la corteza del huizache contenía 5.89 % de taninos, mientras que el chaparro prieto 3.92 % y el mezquite 2.92 %. Señala que los curtidos con productos vegetales tienen preferencia sobre los realizados con sustancias artificiales, aunque el proceso es más lento tiene menor costo.

El jugo de su vaina tierna sirve para pegar porcelana y de ella también se extrae aceite esencial (Martinez, 1939). Las ramas y vainas se pueden utilizar como alimento para el ganado caprino y bovino en forma de ramoneo o la recolección de vaina y el corte de ramas. Aunque debido a la altura de la especie es necesario realizar podas para obtener su máximo aprovechamiento (Susano, 1981). En las hojas se encontraron los siguientes cyanogénicos: lotaustrillin, linamirin y un tercero aún no identificado (Conn et al., 1979).

La madera es sumamente dura de color amarillo claro o rojizo, susceptible de pulimento, por lo que podría ser aprovechada en diversas industrias como por ejemplo en la fábrica de parquet, en donde se está haciendo con la madera de mezquite que es un poco menos dura. Sin embargo en nuestro país casi no se utiliza y en el campo sólo se usa en forma rústica para cercas, ruedas para carros de tracción animal, mangos de herramientas y la mayor parte para leña y carbón (Abuín, 1970).

## 2.6 Germinación

La semilla está formada por un embrión y su provisión almacenada de alimento, rodeada por cubiertas protectoras. El embrión es una planta en miniatura, la cual se desarrolla de la unión del gameto masculino con el femenino durante el proceso de fecundación. Su estructura básica consiste de un eje provisto de una, dos o más hojas seminales llamadas cotiledones los cuales presentan doble función: en algunas plantas sirven como órgano de almacenamiento de nutrientes y por lo tanto son gruesos y carnosos mientras en otros, los cotiledones son largos y delgados, sirviendo como órganos de síntesis de nutrientes (Niembro, 1983).

Cuando la semilla se separa de la planta madre, su metabolismo se encuentra en un nivel bajo y no hay señales aparentes de crecimiento. La germinación se puede definir como resultado de la ruptura de la testa y la emergencia de la plántula (Copeland, 1976).

El proceso de la germinación comprende los siguientes estadios de acuerdo a Hartman y Kester (1980) :

- a) La activación o despertar, el cual puede complementarse en un período de minutos hasta horas. En este período la semilla seca absorbe agua primero con rapidez y luego se estabiliza. La absorción del agua ablanda las cubiertas de la semilla y ocasiona la hidratación del protoplasma. Por lo que se hincha la semilla y las cubiertas pueden romperse. La absorción del agua en gran parte es un proceso físico el cual puede efectuarse en semillas no viables. Al hidratarse la semilla se reactiva el sistema de sintetizado de proteínas que controlan las actividades metabólicas de la célula.

- b) El segundo estadio comprende la digestión y traslocación. La absorción del agua y la respiración es constante. A través de la síntesis de proteínas se producen nuevas enzimas, materiales estructurales, compuestos reguladores, ácidos nucleicos, etc., para efectuar las funciones celulares y sintetiza nuevos materiales. Los patrones metabólicos dependen en gran parte de los tipos de reserva química de las semillas.
- c) El tercer estadio comprende la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguida de la expansión de las estructuras de la plántula. Es decir comienza el crecimiento del eje embrionario, aumenta el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso de los tejidos de almacenamiento.

La semilla cuya germinación es impedida por sus propios mecanismos internos se dice que es latente; si la semilla es capaz de germinar inmediatamente cuando se expone a condiciones ambientales adecuadas se dice que es quiescente o no latente. La diferencia entre semillas latentes y quiescentes estriba en que las primeras el control de la germinación se debe a mecanismos internos de la semilla y en la segunda a factores ambientales externos (Jann y Amen, 1977).

La propagación del huizache es por medio sexual, pero posee semillas impermeables (ONU, 1968), que le impiden germinar rápidamente, por lo que se requiere de pretratamientos para acelerar la germinación. A continuación se analizarán los mecanismos que impiden la germinación y la forma de eliminarlos con especial referencia en A. farnesiana.

## 2.7 Latencia

Cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables muchas especies germinan rápidamente. En cambio otras no ya que poseen cierto grado de latencia. Las plantas con una larga historia de domesticación generalmente muestran pocas semillas con latencia en comparación con las de reciente domesticación. Se considera que una semilla es latente cuando no germina a pesar de que se encuentra bajo condiciones favorables para la germinación. Esto es debido a algunos mecanismos físicos y fisiológicos de latencia que ocurren en las semillas (Copeland, 1976).

La latencia es esencialmente una propiedad adaptativa que permite a las semillas sobrevivir en condiciones desfavorables como es un invierno riguroso, época de sequía, etc. Por ejemplo las semillas de algunas especies de zonas áridas solo germinan si se presenta una lluvia abundante que asegure el establecimiento de las plántulas (Patiño et al, 1983). Existen evidencias que una planta produce semillas con diferente grado de latencia, como es el caso de Xanthium penylvanica que en la capsula las semillas que se encuentran abajo muestran poca latencia, mientras las de arriba muestran latencia profunda (Roberts, 1972). Además el grado de latencia difiere de un año a otro en la misma localidad y de un área a otra en el mismo año (Villiers, 1972).

### 2.7.1 Clasificación de Latencia

A través de los años han surgido diversos conceptos, hipótesis y modelos que explican los principios y fundamentos para romper la latencia. Nikolaeva citada por Hartman y Kester (1980) propone la siguiente clasificación de laten

cia:

Grupo I

Semillas en que la regulación ocurre en las cubiertas externas pero el embrión es quiescente.

- A. Cubiertas duras de la semilla impermeables a la humedad (latencia de las cubiertas de la semilla). Las semillas no llegan absorber agua sino hasta que la cubierta es modificada por métodos naturales o artificiales.
- B. Cubiertas duras de la semilla resistente a la expansión del embrión. Las pocas semillas que no germinan sólo por esta causa, puede ser debido a un factor que retarda la germinación de semillas con cubiertas duras (como las nueces), los huesos (de frutales de hueso como durazno y aceitunas), o con pericarpio endurecido (Crataegus).
- C. Cubiertas de semilla que contiene inhibidores químicos. Las semillas producen sustancias químicas específicas que impiden la germinación. Por lo común, se les encuentra en el pericarpio, como en el jugo de los frutos carnosos o en las cubiertas secas que son retenidas por las semillas de algunas plantas. También pueden existir inhibidores en las cubiertas, el endospermo o embrión de las semillas, pudiendo así mismo, intervenir en algunas categorías de latencia. Muchas plantas tropicales y algunas desérticas producen inhibidores específicos. Estos son reducidos o eliminados por lixiviación del agua o son absorbidos por el suelo.

## Grupo II

Semillas con embriones morfológicamente poco desarrollados (rudimentarios).

El tamaño del embrión varía desde muy pequeño hasta los que llenan por completo las cubiertas de la semilla. Su proporción respecto a los tejidos de almacenamiento (endospermo y perispermo) también varía. Los embriones que en la maduración del fruto son muy pequeños deben aumentar de tamaño antes de que se efectue la germinación. Esto es común entre especies de plantas tropicales, por ejemplo en palmas y orquídeas, pero algo menos común en plantas de zonas templadas.

## Grupo III

Semillas con Latencia Interna (endógena).

La germinación esta regulada por los tejidos de la semilla, esto es, el embrión, el endospermo y la capa tegumental interna o ambos. Las cubiertas de la semilla desempeñan un papel en todas las subclases de este grupo, resultando las diferencias entre ellas de variaciones de la profundidad de la latencia dentro del embrión:

- A. Latencia fisiológicamente superficial. Este tipo se encuentra en la mayoría de las semillas recién cosechadas y desaparece en un período de días o meses con el almacenamiento en seco. La regulación parece provenir de la actividad fisiológica de la cubierta interna de la semilla o de las capas del endospermo, permaneciendo el embrión mismo relativamente quiescente. Es común que esas semillas sean livianas y sensibles a la luz y a las temperaturas, respondiendo a las abrasiones mecánicas, así como a diver-

esos tipos de sustancias químicas tales como el nitrato de potasio, el ácido giberélico y la kinetina. Esta latencia es común en las plantas herbáceas, tanto cultivadas como silvestres y es probable que se presenten en la mayoría de las semillas recién cosechadas.

B. Latencia Fisiológicamente Intermedia. El enfriamiento en húmedo estimula la germinación pero puede no ser fundamental para superar la latencia. Este tipo de latencia se encuentra en semillas de diversas coníferas y de plantas leñosas. La regulación por la cubierta de las semillas resulta de mayor significación que las condiciones dentro del embrión.

C. Latencia Fisiológicamente Profunda. Este tipo de latencia desaparece con el enfriamiento en húmedo prolongado. La regulación se encuentra en el embrión, aunque parece que también intervienen las cubiertas de la semilla. Esta clase es común en semillas de árboles y arbustos, así como en plantas herbáceas de la zona templada y en climas fríos, donde las semillas pasan el invierno en el terreno y germinan en primavera. Dentro de este grupo se presentan variaciones del tamaño del embrión respecto al endospermo que va de tamaño pequeño hasta tamaño completo.

Se conocen otros dos subgrupos: a) semillas que para el crecimiento de la raíz y del hipocotilo requieren de un período cálido previo al período frío y húmedo (algunas especies de lirios (Lilium, Viburnum) peonía) y b) semillas que para el crecimiento de la raíz requieren un período frío seguido por un período cálido y después un segundo período de frío para estimular el brote.

#### Grupo IV

#### Latencia Doble o Combinada.

Presentan latencia tanto en las cubiertas de la semilla (externo) como en el embrión (interno) y los tratamientos requeridos deben darse en secuencias. Esta clase comprende semillas de diversas especies de árboles y arbustos leñosos; siendo uno de los más difíciles de manejar por el propagador debido a lo largo del período previo a la germinación, que a veces llega hasta dos años. Por ejemplo Tilia cordata donde se combina la impermeabilidad física de la testa con la latencia fisiológica profunda (Willan, 1984).

#### 2.7.2 Latencia por cubiertas duras de la semilla impermeable a la humedad.

De acuerdo con Gordon y Rove citado por Willan (1984) las semillas de A. farnesiana presentan latencia física que es impuesta por la impermeabilidad de la testa al agua y por ello son conocidas como semillas impermeables o duras.

Las semillas impermeables son comunes en muchas especies de las familias Leguminosae, Malvaceae, Convulvulaceae, Solanaceae, Cannaceae, Geraniaceae, Chenopodiaceae, Convolvulariaceae, Solanaceae y Anacardiaceae (Quinlivan 1971; Rolston, 1978).

La cubierta de las semillas con latencia física presentan las siguientes características anatómicas de acuerdo con Rolston (1978) como puede observarse en la Fig. 2 :

a) Una o dos capas de cutícula o epidermis.

- b) Integumento externo. Las semillas duras se caracterizan por tener una capa palizada de células macroesclereidas, también llamadas prisma o malpigi. Se cree que la resistencia al agua es debido a depósitos de suberina y cutina el cual se ha encontrado en el tejido de empalizada de Papilionaceae (Quinlivan, 1971). La pared de células de macroesclerenquima orientada al exterior de la semilla es más gruesa y es donde se encuentra la línea de luz la cual está formada por una línea de ~~diferente~~ transparencia resultado de la diferencia de refracción de la luz a causa del cambio en la composición química de células macroesclereidas y que no tienen relación con la impermeabilidad de las semillas. Sin embargo en semillas de Cuscuta campestris la impermeabilidad se encuentra debajo de la línea de luz probablemente cerca de la hipodermis y de la capa de células empalizadas (Hutchinton y Ashton, 1979).
- c) La capa de osteosclerenquima se encuentra debajo de las células del macroesclerenquima. Esta formada por grandes espacios intercelulares y posteriormente hay un parenquima compacto sobre los tejidos nutritivos.
- d) El hilo, el micrópilo y el estriófilo son estructuras que intervienen en la permanencia y pérdida de la impermeabilidad. El hilo en las Papilionoideas consiste de dos capas empalizadas de macroesclerenquima y se presenta como una cavidad en la región subhilar que contiene muchas células colapsadas del parénquima. Su acción valvular durante el proceso de secado de la semilla de algunas Leguminosas es inducir la apertura y el cierre del mismo debido a los cambios de humedad en el medio ambiente. Esta región funciona como valvula higroscópica, se abre bajo condiciones de baja humedad y se cierra cuando la hu---

medad y se cierra cuando la humedad es alta (Gutter, 1971). En la subfamilia Mimosoidea y Caesalpinoideae de las Leguminosas tienen un hilio cerrado por una palizada o con células del macroesclerenquima palizadas. Pero también se ha encontrado que el agua entra en la testa uniformemente y no justamente en la región del hilio (Hutchinton y Ashton, 1979).

- e) El estrofiolo es una estructura modificada de las células del macroesclerenquima que se encuentra en algunas Leguminosas, el cual al debilitarse permite la entrada de agua, ya que consiste en un área de células más largas y estrechas que el resto de la capa de macroesclerenquima las cuales bajo la influencia del calor o de una fuerza pueden separarse formando una erupción o fisura por donde puede entrar el agua. En semillas de Albizia lophanta se logró la erupción del estrofiolo con calor seco, pero parece ser que la capa cuticular es más importante en -- prevenir la entrada de agua que el estrofiolo (Dell, 1980).

Aunque no hay acuerdo entre los autores acerca de cual es la capa de la testa responsable de la impermeabilidad. Por lo general se considera que la línea de luz y el macroesclerenquima son los responsables de la latencia física, pero recientemente Bhalla y Slatlery (1984), encontraron una deposición callosa en la testa de semillas impermeables de Trifolium subterraneum que se encuentra en el tejido de nutrientes, se cree que es responsable de la impermeabilidad. Esta capa se encuentra debajo de la capa de osteosclerenquima, estos autores no mencionan las sustancias que componen la deposición.

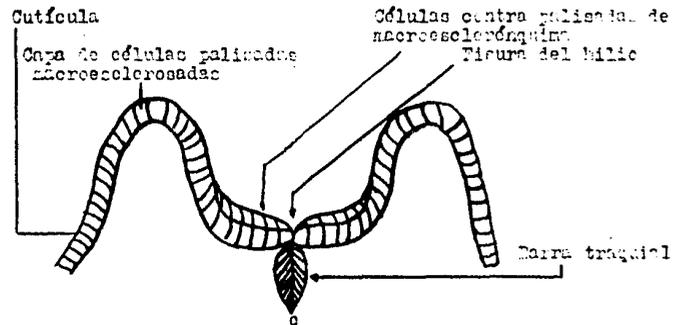
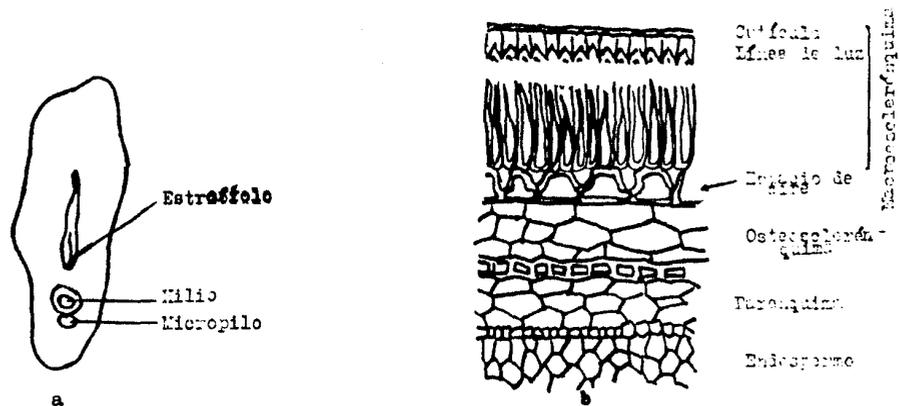


Fig. 2 a) Estrofilo de la semilla b) Sección longitudinal de la testa de trebol c) Hilio de una semilla de la Familia Fabilloneifera (de Rolston, 1978).

### 2.7.2.1 Factores ambientales que afectan la impermeabilidad

Existen diversos factores que afectan la existencia de semillas duras. La humedad relativa es uno de ellos; a baja humedad relativa se incrementa el número de semillas duras (Quinlivan, 1970). En Phaseolus vulgaris al reducir el contenido de humedad se incrementa el porcentaje de semillas duras. Esto tal vez sea debido a la influencia del grado de compactación de las células del macroesclerénquima, la cual podría definir la mayor o menor impermeabilidad. Como en el caso de trebol subterráneo las fisuras abiertas por impacto en el estrofiólo se cierran si las semillas se almacenan con humedad relativa menor del 20 % y permanecen abiertas si la humedad del almacén es mayor que este valor. Esto puede deberse a que en un ambiente seco se mantienen bajos contenidos de humedad, con lo que las células del macroesclerénquima se compactan generando presiones tan fuertes que cierran las fisuras (Camacho, 1986).

También la latitud afecta en el número de semillas duras, en alfalfa a bajas latitudes hay menos semillas duras que en latitudes altas. El tiempo de cosecha es también determinante, en cosechas tardías se encontró un mayor porcentaje de semillas duras que en cosechas tempranas debido a la reducción del contenido de humedad (Rolston, 1978). Ya que la impermeabilidad se adquiere al final de la maduración cuando las semillas se secan (Rolston, 1978; Hartman y Kester, 1980). Chaves y Kageyama (1980) en semillas de De--lonix regia (Raf) observaron que conforme aumentaba el peso seco, la humedad de las semillas disminuía y que esto se acompañaba de una latencia relativa que aumentaba conforme se intensificaban estos factores (Fig. 3).

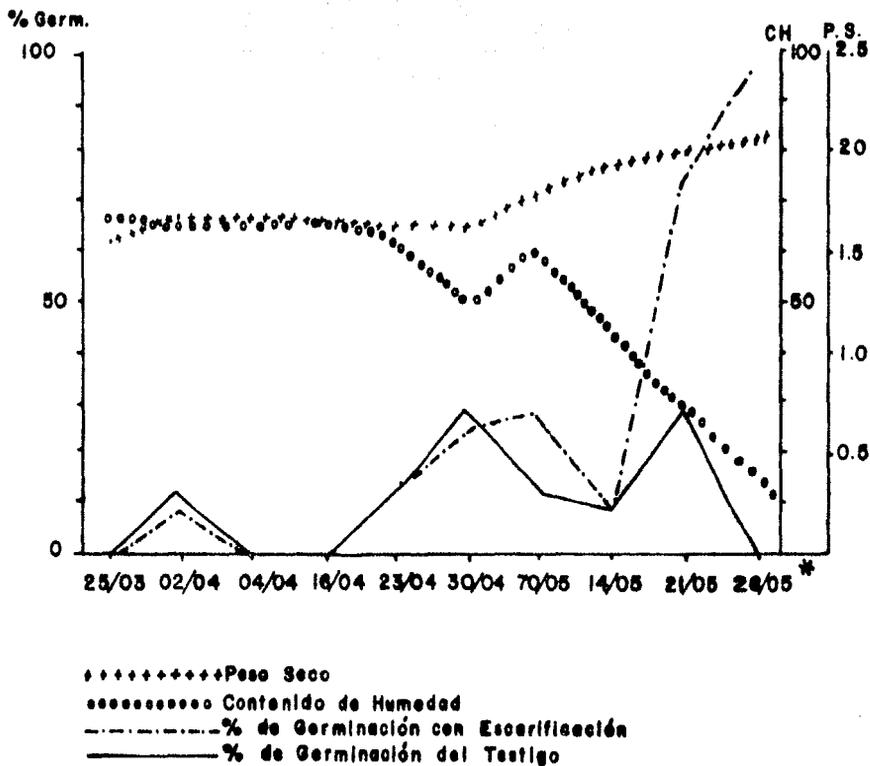


FIG. 3. RESULTADOS DE GERMINACION (%) CONTENIDO DE HUMEDAD CC.H Y PESO SECO DESPUES DE 20 DIAS EN SEMILLAS DE Delonix regia (Ref) (Cheves y Kugayama, 1980)

\* El Numerador indica el día y el denominador la fecha de cosecha.

La temperatura de germinación también afecta la impermeabilidad, a temperaturas más altas se aumenta la germinación (Cuadro 1), se sabe que los choques térmicos abren fisuras en la capa del macroesclerénquima (Nikolaeva, 1969).

Cuadro 1. Semillas embebidas de algunas leguminosas leñosas a diferentes temperaturas (citado por Nikolaeva, 1969).

Especies	Porcentajes de semillas embebidas en 260 días a temperatura ( $^{\circ}$ C).					
	6	12	20	20-30	30	20-40
<u>Acacia melanoxylon</u>	0	0	0	12	24	84
<u>Halimodendrum argenteum</u>	24	24	52	64	100	--
<u>Robinia pseudoacacia</u>	0	4	10	12	8	30
<u>Albizia julibrissin</u>	12	4	0	84	48	94
<u>Cytosus ratisbonensis</u>	76	84	96	88	80	--
<u>C. elongatus</u>	16	16	20	20	16	--
<u>Laburnum anagyroides</u>	32	64	52	68	64	--

Nota: En las variantes con variable temperatura, las semillas fueron conservadas a altas temperaturas por 6-8 hrs.

La fertilidad del suelo parece no influir en la permeabilidad de las semillas. En general la impermeabilidad de las semillas se le atribuye a factores genéticos y medioambientales (Rolston, 1978).

#### 2.7.2.2 Tratamientos para eliminar la impermeabilidad

En condiciones naturales las cubiertas de las semillas se ablandan por medio de diversos agentes del ambiente, tales como abrasión mecánica, congelación, deshielos alternados, ataques de microorganismos del suelo, paso por el tracto digestivo de aves o mamíferos o por el fuego (Hartman y

Kester, 1980). Estos procesos pueden inducir la germinación. Sin embargo son eventos aleatorios que toman mucho tiempo en realizarse por lo cual para obtener una rápida y uniforme imbibición de las semillas deben sujetarse a a diversos entre los que Portes (1949) y Rolston (1978) señalan:

### 1. Escarificación.

La escarificación mecánica por medio de abrasivos o superficies asperas es el tratamiento más común para eliminar las semillas impermeables. Pero se puede destruir la impermeabilidad con un sólo punto en la testa lo cual es suficiente para permitir la imbibición y el intercambio gaseoso.

### 2. Sustancias químicas.

Por muchos años experimentalmente se ha usado el ácido sulfurico concentrado en muchas especies como en Lupinus cosentini. También han reducido el número de semillas duras el alcohol y otros solventes.

### 3. Enzimas.

Se ha utilizado la hemicelulosa y la pectinasa para reducir la impermeabilidad de las semillas.

### 4. Presiones.

Las altas presiones (500 a 2000 atm) reducen las semillas duras de un gran número de especies.

### 5. Percusión.

La impactación resultado de vigorosos sacudimientos elimina las semillas duras.

### 6. Congelación.

La congelación reduce la cantidad de semillas imper---

meables de alfalfa. El uso de aire líquido ( $-190^{\circ}\text{C}$ ), nitrógeno líquido ( $-195^{\circ}\text{C}$ ) y oxígeno líquido ( $-185^{\circ}\text{C}$ ) reducen el número de semillas impermeables de especies de Leguminosas.

#### 7. Calentamiento.

Tanto el agua caliente como el calor seco reducen el contenido de semillas impermeables.

#### 8. Radiaciones.

Como una alternativa a la escarificación ultimamente se ha usado las radiaciones, luz infra-roja y energía de microondas para reducir el contenido de semillas duras.

Sin embargo se ha encontrado que estos tratamientos a pesar de que incrementan la permeabilidad al agua, pueden inducir otros cambios como aumento a la sensibilidad a la luz y la temperatura, permeabilidad a los gases, remoción de inhibidores y promotores, daño a los tejidos y tienen influencia significativa en el metabolismo de la semilla (Khan, 1979).

Aveyard citado por Brito (1980) trató semillas de seis especies de Acacia (A. cyanophylla, A. sophore, A. baileyana, A. decurrens, A. salina y A. pendiculata) las cuales fueron primero almacenadas por 12 y 14 meses siendo después tratadas con agua a punto de ebullición, ácido sulfurico, escarificación mecánica, calor seco y agua oxigenada puestas a germinar después de ser tratadas. Encontró que en las semillas almacenadas por 12 meses el tratamiento más efectivo en orden decreciente fue: el de escarificación mecánica y el agua caliente que el ácido; el agua oxigenada no tuvo efecto. Para las semillas almacenadas por 14 meses el ácido y el agua caliente fueron más efectivos. Los resultados va-

riaron de acuerdo con las especies. En A. sophore y A. cyanophylla solamente el tratamiento con calor seco fue el más efectivo.

Clemens (1974) estudió cinco especies de Acacia (A. falcata, A. mycifolia, A. longifolia var. longifolia, A. terminalis y A. suaveolens), las cuales se trataron con escarificación manual, agua caliente a diversas temperaturas (60, 80 y 100°C) y a diferentes tiempos de inmersión. Encontrando diferentes respuestas de las especies al agua caliente la cual fue significativa. Al incrementar la severidad del tratamiento mejoró la velocidad y porcentaje de germinación hasta un punto donde la mortalidad de la semilla llegó a ser aparente como en el caso de A. suaveolens a temperatura de 100°C. El escarificado manual mejoró la velocidad de germinación. Sin embargo en unas especies el porcentaje de germinación bajo más en semillas escarificadas que en los tratamientos con agua caliente. Se obtuvo mayor porcentaje de germinación con el escarificado en semillas de A. falcata, A. longifolia y A. suaveolens. El tratamiento con agua caliente fue más eficiente que el escarificado en A. mycifolia y A. terminalis. La variación de los resultados tal vez sea debido a la sensibilidad de algunas especies a las altas temperaturas.

En A. melanoxylon se incrementó la germinación con agua caliente a 70 %, con ácido sulfurico a 43 %; en A. koa tratada con agua caliente se obtuvo el 18 % de germinación (Whitesell, 1974).

Martín et al., (1975) trabajo con 18 especies del género Casia, Desmodium y Lespedeza las cuales se trataron con calor seco y húmedo en un rango de temperatura de 80-

110°C por 4 minutos. En ocho especies se aumentó significativamente la germinación cuando fueron tratadas con calor seco o húmedo en comparación con el testigo. El calor húmedo aumentó la germinación en 8 especies y el tratamiento con calor seco en siete especies. Lespedeza daurica y L. hirta respondieron significativamente al calor seco y húmedo obteniéndose porcentajes de germinación de 56, 65, 33 y 51 % respectivamente. La máxima germinación de las especies ocurrió a 70°C con calor húmedo y a 90°C con calor seco.

Mott y Mckeon (1979) estudió semillas de 4 especies de Stylosanthes las cuales fueron tratadas con calor seco a 4 temperaturas (75, 85, 95 y 105°C) con el fin de romper su impermeabilidad con un tiempo de exposición de 1 a 48 horas. El rápido calentamiento o enfriamiento fue esencial para reducir el contenido de semillas duras. El mejor tratamiento para romper la impermeabilidad fue el de calor seco a 85°C por una a dos horas, enfriándose a temperatura ambiente, alcanzó 84 % de germinación.

Warcup (1980) trató suelos forestales con aire caliente a temperaturas de 55°C (5 min) y a 71°C (30 min) con lo cual se incrementó la germinación. A bajas temperaturas germinaron las especies de Juncaceas y Cyperaceas. A altas temperaturas germinaron las leguminosas y especies del género Imaderris, Spyridium, Dichondra, Geranium, Opercularis y Poranthera.

La germinación de retama y A. schaffneri fue estudiada en relación con regímenes de temperatura, salinidad del sustrato, edad de la semilla y emergencia de la plántula por Everitt (1983) quien encontró que la germinación de las especies aumentó al ser remojada en ácido sulfurico concen---

trado por 45 minutos. La germinación de retama fue de 85 % a temperatura continua de 15-35°C y alternando temperaturas de 10-20, 15-25 y 20-30°C. La semilla de Acacia fue de 58 % a temperatura constante de 15-30°C, alternando la temperatura de 10-20, 15-25 y 20-20°C. La viabilidad de ambas especies no disminuyó después de dos años de almacenada. El porcentaje de germinación y la longitud de la plántula de ambas especies fue relativamente tolerante a pH extremos.

La energía de microondas ha sido utilizada como posible solución de diversos problemas en la agricultura como son la prevención de daños de heladas, control de insectos y enfermedades, en la reducción de semillas duras (Diprose y Benson, 1984). La energía de microondas es capaz de alterar el volumen de cualquier objeto bajo su exposición (Litton, 1981).

Tran (1979) aumentó la germinación de A. longifolia y A. sophore por medio de energía de microondas a 2450 MHz, la cual causó fracturas en el estriófilo y grietas en la testa lo cual permitió la entrada de agua.

Diprose y Benson (1984) cita a Nelson que redujó la proporción de semillas duras de Medicago sativa a niveles de 5 al 15 % de 40 a 60 % con exposiciones de 39 a 2450 MHz de energía de microondas. La gran reducción de semillas duras está relacionado con el bajo contenido de humedad de las semillas.

En cuanto al efecto de los tratamientos hormonales en semillas impermeables, la primera dificultad es cuando la cubierta está intacta y no se puede absorber estas sustancias si están diluidas en agua por tanto no se tiene estímulo de la germinación. Cuando la testa se hace permeable

con tratamientos y luego se aplican dichas sustancias, tampoco se tiene estímulo adicional pues el problema no es hormonal. Un ejemplo de lo anterior se tiene en semillas impermeables de Enterolobium cyclocarpum (Vazquez y Perez, 1977), las cuales no obtuvieron diferencia significativa cuando fueron tratadas con ácido sulfurico concentrado unicamente o con inmersión posterior en soluciones de ácido indolacético, giberelinas y kinetina.

### 2.7.3 Efecto de tratamientos sobre semilla de A. farnesiana

Algunas citas indican que la impermeabilidad de las semillas del huizache (A. farnesiana) es difícil de eliminar mediante los tratamientos aplicados a grandes cantidades de semilla; Willan (1984) menciona que los resultados de aplicación de ácido sulfurico, alcohol, agua caliente y escarificación con vidrio molido son muy inferiores a los que se tienen lijando manualmente las semillas de dicha especie. Además Tran y Cavanagh (1980) menciona que aún perforando la testa del huizache hasta casi alcanzar la base de las células del macroesclerénquima no se obtiene la imbibición después de 5 semanas. En otras especies como Coronilla varia basta la perforación de las puntas de estas células para que las semillas absorban el agua (Brant y colaboradores citados por Hartman y Kester, 1980).

Lo anterior resulta contradictorio con los datos de Brito (1980) y de Kumar y Furkay. El primer autor encontró que los mejores tratamientos para romper la latencia fueron 6 minutos en agua caliente, 20 minutos en ácido sulfurico y 10 minutos en agua oxigenada con 73.23, 90.5 y 14.5 % de germinación respectivamente. Observándose que el agua oxigenada no tenía efecto significativo para el rom--

pimiento de la latencia.

Kumar y Purkay (1972) trataron semillas de A. farnesiana, Albizia richardiana, Moghan chappur, M. macrophylla y Samania sama con ácido sulfúrico concentrado, agua caliente lo que aumentaron la capacidad germinativa de 79-93 y de 54-85 % respectivamente de acuerdo a las especies. En Suecia se encontró que el tratamiento más efectivo para A. farnesiana es el lijado seguido por tres horas de remojo en agua fría produce un 88 % de germinación en 7 días y 100 % en 21 días comparado con 63,23 y 3 % en 21 días respectivamente de remojo en ácido sulfúrico concentrado, alcohol absoluto y agua caliente (Willan, 1984).

Entre la información sin publicar generada en el INIFAP se encontraron dos informes de Servicio Social en los que se probó el efecto del agua caliente. En uno de ellos (Franco, 1984) se evaluaron las inmersiones a 85 y 92.8°C por 6, 9 y 12 minutos, en cinco procedencias de semillas de huizache del estado de Coahuila. Los resultados indican que los tratamientos a 85°C no tuvieron efecto y con temperaturas de 92.8°C por 12 minutos fue el mejor de ellos, ya que fue significativamente mayor que el testigo intacto en cuanto al aumento de semillas germinadas, los demás tratamientos (Anexo No. 1, 2, 3, 4 y 5). Cabe notar que con ningún tratamiento se alcanzó la germinación obtenida por las semillas perforadas.

En el otro informe de Rodríguez (1984) se evaluó el efecto de choques térmicos sobre semillas de A. farnesiana procedente de un sólo lote. Encontrando que entre los tratamientos aplicados no hay diferencia significativa con respecto al testigo, pero se observó una reducción de semi-

llas duras significativamente con respecto al testigo intacto. En lo que se refiere a semillas firmes y podridas todos los tratamientos son estadísticamente iguales. El mejor tratamiento para estimular la germinación fue el de escarificado manual (Anexo No. 6).

Estos datos indican que la impermeabilidad de la testa de A. farnesiana ofrece gran resistencia a los tratamientos con agua caliente pues no se alcanzó la germinación lograda al perforar las semillas cuando se evaluaron las distintas temperaturas y tiempos de exposición.

El problema que tiene con la inmersión en agua caliente es que la temperatura del tratamiento no puede ser superior al punto de ebullición, el cual en la ciudad de México es de  $92.8^{\circ}\text{C}$  (observación personal) y de  $100^{\circ}\text{C}$  al nivel del mar. Con base a lo anterior se plantea la siguiente hipótesis.

### III. HIPOTESIS

Sí las semillas de Acacia farnesiana pierden su impermeabilidad con temperaturas menores de  $93^{\circ}\text{C}$ , entonces los tratamientos con agua caliente son la alternativa más barata para hacer germinar las semillas de esta especie. Pues el agua a la altura de México no alcanza temperaturas mayores en la ebullición.

Sí las semillas de A. farnesiana requieren temperaturas superiores a  $100^{\circ}\text{C}$  para poder perder su impermeabilidad entonces los resultados obtenidos con calor seco y microondas superaran a los resultados obtenidos con agua caliente, por que en ellos se pueden lograr temperaturas superiores al punto de ebullición.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

En los experimentos llegados a cabo se empleó semilla de dos lotes de A. farnesiana; una colectada en la Saucedá Ramos Arizpe, Coahuila en 1983 y otra de Mariscalá de Juárez obtenida en abril de 1985.

El trabajo se dividió en dos partes: la primera en que se evaluó el efecto del calor seco sobre la impermeabilidad y germinación del huizache (A. farnesiana) en la cual se empleó el lote colectado en Coahuila. En la segunda parte se compararon los mejores tratamientos en la aplicación de calor seco, agua caliente y la exposición a energía de microondas, usándose para ello el lote colectado en Oaxaca, debido a que el lote de Coahuila fue tratado con insecticida y no era conveniente contaminar el horno doméstico de microondas empleado.

Las pruebas de germinación se realizaron en el Laboratorio de Semillas del INIFAP. El diseño experimental para todos los tratamientos fue el de Bloques al azar con cuatro repeticiones, tomando como unidad experimental la caja de petri con 25 semillas. Se consideraron como testigos: semillas sin tratamiento y semillas perforadas en el extremo opuesto al micropilo. Ya que el primero representa la mínima germinación y el segundo la máxima germinación que se puede obtener en las semillas de huizache (Willan, 1984).

Las semillas se pusieron a germinar en cajas de petri, con sustrato de arena, previamente esterilizadas y humedecidas. Se colocaron para germinar en una germinadora calibrada a 25°C, en condiciones de obscuridad. Las semillas se consideraron germinadas cuando la radícula midió el tamaño

de la semilla. Los conteos se realizaron diariamente hasta los catorce días.

Al final de la prueba de germinación se tomaron en cuenta las semillas: germinadas, duras, firmes y podridas. Brant et al., citado por Ramírez (1985) las describe en la forma siguiente:

- a) Semillas germinadas. Son aquellas en las que emerge la radícula.
- b) Semillas duras. Son las que no se embeben y al tocarlas están duras como el día en que fueron sembradas.
- c) Semillas Firmes. Son aquellas que se embeben pero no germinan. Tienen síntomas de podrición.
- d) Semillas Podridas. Son las evidentemente muertas, con descomposición de tejidos.

Los resultados obtenidos se expresaron en porcentajes y se transformaron al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  para realizar el análisis de varianza con el fin de cumplir con el supuesto de homocedasidad, así mismo se eliminaron del análisis todos los tratamientos que no tuvieron varianza, o sea cuando todas las repeticiones tuvieron un valor igual. También se efectuó la prueba de Tukey al 95 % de confianza para detectar las diferencias entre tratamientos (Reyes, 1978).

### Primera Parte.

En la primera parte se efectuaron tres experimentos exploratorios con calor seco para evaluar el efecto de éste sobre la impermeabilidad y germinación de semillas de A. farnesiana, tomando en cuenta los resultados obtenidos del primer experimento se plantearon los siguientes.

### Experimento 1.

Con el fin de establecer la temperatura óptima para eliminar las semillas duras con calor seco. Se probó el efecto de la temperatura de 95, 100, 105, 110, 115 y 120°C, con un tiempo de exposición de 15 minutos, un testigo intacto y semillas perforadas. Dando un total de ocho tratamientos.

El tratamiento con aire caliente se realizó introduciendo las semillas en una rejilla metálica con 25 semillas que fue colocada en una corriente de aire caliente generado por un horno eléctrico con ventilación forzada, previamente calibrado a la temperatura deseada. Las semillas se enfriaron a temperatura del medio ambiente y posteriormente se sembraron.

### Experimento 2.

Con el fin de establecer el tiempo óptimo de exposición para eliminar las semillas impermeables y estimular la germinación. Se tomó en cuenta la temperatura que eliminó el mayor número de semillas duras (115°C) y el tratamiento se redujo a intervalos menores de 3, 6, 9 y 12 minutos. Con un testigo intacto y semillas perforadas.

### Experimento 3.

Para establecer el tiempo óptimo de exposición para eliminar las semillas impermeables y estimular la germinación. Se tomó en cuenta la temperatura constante de 95°C y largos tiempos de exposición de 15, 20, 25 y 30 minutos. Un testigo intacto y semillas perforadas.

## Segunda Parte.

Se analizaron los resultados obtenidos de los experimentos anteriores y se eligieron los mejores tratamientos que fueron los siguientes: agua hirviendo a 15 minutos, calor seco a  $95^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$ , además el tratamiento con energía de microondas con tiempos de exposición de 3, 6, 9 y 12 minutos.

Para el tratamiento de energía de microondas la semilla fue colocada en un horno de microondas doméstico con una irradiación de frecuencia de 2450 MHz, a una temperatura de  $93^{\circ}\text{C}$ . Las semillas se enfriaron a temperatura ambiente.

En el tratamiento con agua hirviendo cada unidad experimental de 25 semillas se colocó en una bolsita de malla nylon y se sumergió en un recipiente con agua en ebullición a una temperatura constante de  $92.8^{\circ}\text{C}$  por espacio de 15 minutos.

## V. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cuatro experimentos llevados a cabo. El tratamiento más efectivo fue el de escarificado manual, en el que se obtuvo el más alto porcentaje de germinación y se eliminaron las semillas duras por completo.

En el experimento con calor seco a un tiempo constante de exposición por 15 minutos con diferentes temperaturas (Cuadro No. 2), los tratamientos si rompieron la impermeabilidad de las semillas en comparación con el testigo, ya que se aumentó el porcentaje de germinación pero este fue menor en comparación con el testigo perforado el cual difiere significativamente del logrado por el testigo. El mejor tratamiento con calor seco fue el de 95°C donde se obtuvo arriba del 30 % de germinación el cual fue significativo en comparación con el testigo, a 100°C se obtuvo el 30 % de germinación (Fig. 4); ambos tratamientos dejaron un alto porcentaje de semillas duras de un 40 % aproximadamente y con más del 10 % de semillas podridas. En los tratamientos se observó que conforme se fue incrementando la temperatura hasta 120°C, se redujó el número de semillas duras a menos del 10 %, indicando con ello que las altas temperaturas si rompían la impermeabilidad, pero fueron letales para la viabilidad de las semillas ya que se aumentó considerablemente el número de semillas muertas hasta un 82 %.

En el experimento donde se evaluaron los efectos de calor seco a una temperatura constante de 115°C y por tiempo de exposición de 3, 6, 9 y 12 minutos. Se observó (Fig. 5) que conforme se fue aumentando el tiempo de exposición se redujó el número de semillas duras hasta valo

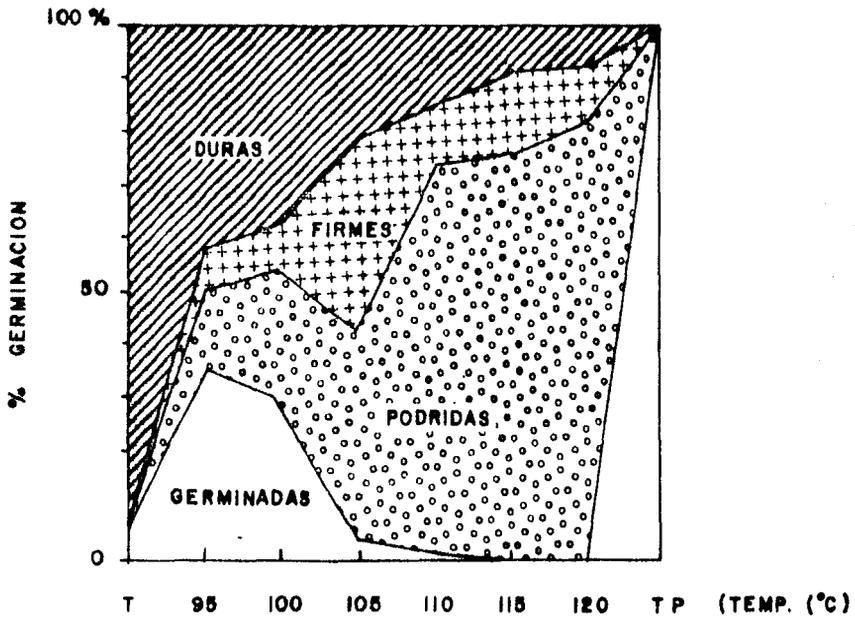


FIG. 4. EFECTOS DEL CALOR SECO POR 15 MINUTOS DE EXPOSICION A DIFERENTES TEMPERATURAS, SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE A. Farnesiana

T= TESTIGO  
 TP= SEMILLAS PERFORADAS

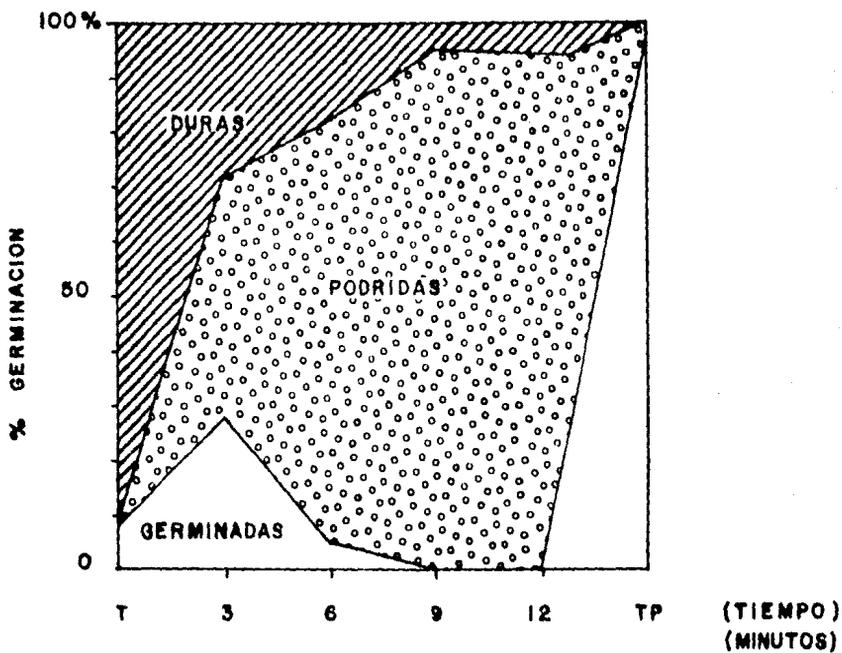


FIG. 5. EFECTOS DEL CALOR SECO A 115°C, CON DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICION EN SEMILLAS DE *A. Farnesiana*  
 T=TESTIGO  
 TP=SEMILLAS PERFORADAS

Cuadro No. 2 Efectos del calor seco por 15 minutos a diferentes temperaturas sobre la germinación de semillas de A. farnesiana.

Tratamientos	V A R I A B L E S			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
95°C	35.80 b	40.25 b	13.63 ab	22.46 c
100°C	33.12 b	37.30 b	16.50 ab	27.65 c
105°C	8.21 c	25.76 bc	36.04 a	40.28 b
110°C	2.83 c	22.75 bc	17.87 ab	59.38 a
115°C	0.00 c	14.24 c	18.02 ab	64.66 a
120°C	0.00 c	15.07 c	17.74 ab	65.37 a
Testigo	10.13 c	79.87 a	0.00 b	0.00 d
Perforadas	90.00 a	0.00 a	0.00 b	0.00 d
DMS	20.79	20.29	24.38	20.29

Cuadro No. 3 Efectos del calor seco a 115°C, con diferentes tiempos de exposición sobre la germinación de semillas de A. farnesiana.

Tratamiento	V A R I A B L E S		
	Germinadas	Duras	Podridas
3 min	31.49 b*	31.89 b	40.68 b
6 min	16.17 c	31.96 bc	64.84 a
9 min	0.00 d	11.09 c	78.90 a
12 min	16.17 c	71.78 c	5.76 c
Testigo	81.35 a	0.00 c	8.65 c
DMS	12.25	18.63	22.85

\* Los datos expuestos son los promedios de los porcentajes transformados al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  y el límite de significancia fue el 95%.

DMS= Diferencia mínima significativa.

+ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente con  $\alpha = 0.05$ .

res menores del 10 %, pero también se incrementó el número de semillas muertas hasta arriba del 90 %, indicando con ello que las altas temperaturas son letales para la semilla, aunque si rompen la impermeabilidad. El mejor tratamiento fue el de 3 minutos de exposición, donde se alcanzó el 28 % de germinación, porcentaje más alto que el testigo. Dicho tiempo de exposición no eliminó por completo las semillas duras, y si tuvo un porcentaje significativo de semillas muertas en comparación con el testigo (Cuadro No. 3). Los demás tratamientos no tuvieron efecto significativo, observándose nula germinación (Fig. 5).

En el experimento con calor seco a una temperatura seca a una temperatura constante de 95°C, con tiempos de exposición prolongados de 20, 25 y 30 minutos. De acuerdo a los resultados (Cuadro No. 3, Fig. 6) se observa que conforme aumenta el tiempo de exposición de las semillas al calor seco, aumentó la germinación, reduciéndose el número de semillas duras hasta menos del 30 % que es significativo con respecto al testigo, pero no entre tratamientos, los cuales presentaron porcentajes de germinación inferiores al de las semillas perforadas. El mejor tratamiento fue el de 25 minutos, donde se obtuvo 47 % de germinación el cual fue significativo con respecto al testigo y menor en comparación con el testigo perforado. Aunque con los tratamientos con calor seco se redujo a menos de la mitad el contenido de semillas duras, pero no se incremento más la germinación por el aumento en el número de semillas podridas.

En el último experimento con los mejores tratamientos (Cuadro No. 5), el mejor tratamiento fue el de escarificado manual con arriba del 80 % de germinación y le siguió el de agua hirviendo por 15 minutos con más del 40 % de germinación el cual fue significativamente más alto que el

testigo intacto. Con los tratamientos de calor seco no fue significativo el aumento de la germinación en comparación con el testigo.

El comportamiento de este lote de Oaxaca con respecto al calor seco fue similar al lote de Coahuila en cuanto a la incapacidad de el tratamiento para estimular la germinación, manifestando porcentajes de germinación menores debido a una mayor cantidad de semillas muertas y firmes.

En los tratamientos con microondas (Fig. 6) se observó que al aumentar el tiempo de exposición se reducía el número de semillas duras hasta menos de un 15 %, pero también se incrementó el número de semillas muertas arriba del 80 %. Indicando que el tratamiento fue letal para las semillas aunque si rompía la impermeabilidad. El número de semillas germinadas con respecto al testigo no hubo diferencia significativa. Observándose que con el tratamiento por 9 minutos de exposición, se anuló la germinación debido al incremento en el número de semillas muertas. Como puede observarse en la Fig. 7, la tendencia de este tratamiento es conforme aumenta el tiempo de exposición a energía de microondas, se incrementa el número de semillas muertas, reduciéndose también las semillas duras.

La muestra utilizadas de 25 semillas con cuatro repeticiones fue un tamaño confiable por que los resultados obtenidos fueron numéricamente cercanos para los tratamientos: testigo, semillas perforadas y en el tratamiento a 95°C 15'.

En cuanto a la representatividad de los resultados se puede considerar buena, pues se empleó una de las procedencias de Coahuila evaluadas por Franco (1984) y aunque en el lote de Oaxaca se obtuvieron porcentajes de germinación in-

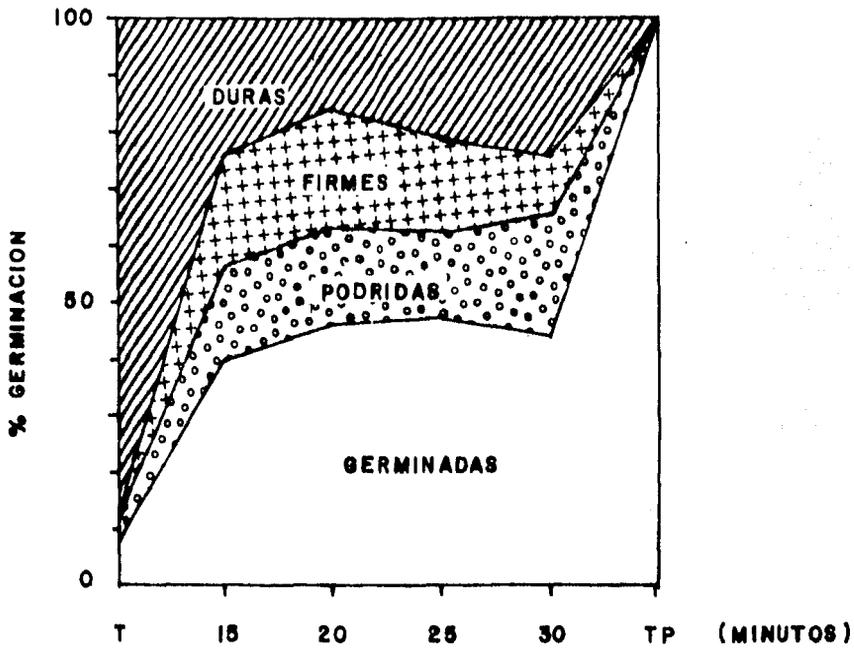


FIG. 6. EFECTOS DEL CALOR SECO A 95°C, CON DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICION EN SEMILLAS DE A. Farnesiana.  
 T= TESTIGO  
 TP= SEMILLAS PERFORADAS

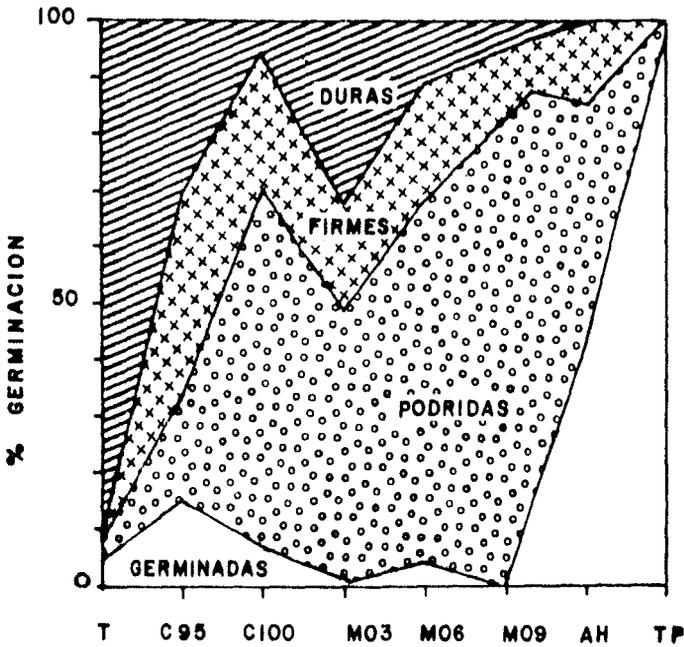


FIG. 7. EFECTOS DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DEL AGUA HIRVIENDO CALOR SECO Y MICRONDAS, SOBRE LA GERMINACION DE Agave Farnesiana

CLAVE: Agua hirviendo por 15 Min. AH  
 Calor seco a 95°C 15 ' CS 95  
 Calor seco a 100°C 15 ' CS 100  
 Microndas 3 Min. M 03  
 Microndas 6 Min. M 06  
 Microndas 9 Min. M 09  
 Semillas Perforadas TP  
 Testigo T

Cuadro No. 4 Efectos del calor seco a 95°C, a diferentes tiempos de exposición sobre la germinación de semillas de A. farnesiana.

Tratamiento	V A R I A B L E S			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
15 min	39.15 b <sup>+</sup>	28.99 b	25.59 a	23.88 a
20 min	42.65 b	29.30 b	14.32 a	27.89 a
25 min	43.22 b	29.76 b	23.27 a	22.23 a
30 min	36.59 bc	36.59 b	21.30 a	23.97 a
Testigo	16.16 c	70.82 a	0.00 b	5.07 b
Perforadas	84.93 a	0.00 a	0.00 b	2.88 b
DMS	20.25	20.20	17.08	15.79

Cuadro No. 5 Efectos de tratamientos con agua hirviendo, calor seco y microondas sobre la germinación de semillas de A. farnesiana.

Tratamiento	V A R I A B L E S			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
Agua Hirviendo				
15 min	40.96 b <sup>+</sup>	00.00 c	22.58 ab	39.77 ad
95°C 15 min	21.50 c	32.32 b	33.96 a	24.24 d
100°C 15 min	12.89 cd	12.06 bc	28.18 ab	53.22 ab
Microondas				
3 min	2.88 cd	32.71 b	22.29 ab	43.06 bo
6 min	9.87 cd	18.91 bc	25.24 ab	54.03 ab
9 min	0.00 d	6.99 bc	15.42 ab	69.25 a
Testigo	11.09 cd	73.83 a	0.00 b	6.99 d
Perforadas	81.35 a	0.00 c	0.00 b	8.65 d
DMS	16.50	29.24	29.77	26.93

\* Los datos expuestos son los promedios de los porcentajes transformados al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$ , el limite de significancia fue al 95 %.

+ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente con  $\alpha = 0.05$ .

feriores al lote de Coahuila, las tendencias son las mismas en cuanto al efecto del calor seco, a pesar que el lote de Oaxaca es de una zona menos árida que el de Coahuila.

## VI. D I S C U S I O N

No se lograron altos porcentajes de germinación en las semillas de A. farnesiana con la aplicación de aire caliente a diferencia de las semillas de Stiloschanthes que aún con exposiciones a temperaturas altas por tiempos prolongados de 1 a 48 horas se alcanzó una germinación hasta del 84 % con tratamientos a 85°C por dos horas (Mott y McKeon, 1979). Aunque es posible que al exponer las semillas de A. farnesiana a altas temperaturas si se afecta la estructura de la cubierta por debajo de la línea de luz, ya que disminuyó el número de semillas duras en los tratamientos incluso valores cercanos al 0 %. Pero las altas temperaturas mayores de 100°C fueron letales para el embrión.

Con el tratamiento de agua hirviendo fue donde se obtuvo porcentajes de germinación arriba del 40 % que fue significativamente mayor que el testigo intacto, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Clemens (1974) quien trató con agua caliente semillas de A. terminalis y A. mytilifolia logró incrementar el porcentaje de germinación, pero este aumentó fue menor en comparación con el testigo perforado. El mejor tratamiento con calor seco fue el de 95°C 15' donde se logró incrementar la germinación hasta el 30 %, pero hubo un remanente de semillas duras y muertas por lo que se infiere que las semillas muestran diferente grado de latencia (Roberts, 1972).

Litton (1981) señala que la energía de microondas es capaz de alterar el volumen de cualquier objeto bajo su exposición. Y existen trabajos con tratamientos de microondas sobre semillas impermeables en los cuales se eliminaban las semillas duras (Tran, 1979; Dirprose y Benson, 1984). En las

semillas de huizache se encontró que los tratamientos con microondas si se reducía el porcentaje de semillas duras pero no estimulaban la germinación, ya que se incrementó considerablemente el número de semillas muertas arriba del 80% que fue altamente significativo en comparación con el testigo. Pero los tratamientos todavía dejaron remanentes de semillas duras menor del 30 %. Por lo que se cree que el tratamiento fue suficiente para romper la impermeabilidad de las semillas pero el largo tiempo de exposición fue letal para la viabilidad de estas. Por que con exposiciones de 12 minutos las semillas de A. farnesiana cambiaron de color y algunas estallaron no quedando semillas vivas.

Hasta ahora el mejor tratamiento es la escarificación manual (Willan, 1984) lo cual resulta impráctico para lotes grandes de semillas. Los tratamientos térmicos probados no fueron efectivos pues incrementaron la cantidad de semillas muertas. Los resultados obtenidos son avalados ya que se obtuvo la misma tendencia de los tratamientos con calor seco en los lotes de Coahuila y de Oaxaca a pesar de que este último es de una región menos árida.

A primera vista pudiera recomendarse ensayar otros tratamientos como la inmersión en cáustico o la escarificación con máquina para eliminar la impermeabilidad en lotes grandes de semilla de huizache. Sin embargo está solución puede no ser factible, si la impermeabilidad rebasa la capa de macroesclerénquima, por lo que es difícil aplicar una exposición a la abración o al ácido tal que afecte los tejidos abajo de la capa de macroesclerénquima sin dañar el embrión. En Suecia con el tratamiento de ácido sulfúrico se obtuvo el 63 % (Willan, 1984).

En semillas de A. farnesiana a diferencia de otras especies existe la probabilidad de que abajo de la capa de células empalizadas exista una deposición callosa en la capa de nutrientes la cual sea responsable de la impermeabilidad de las semillas como en el caso de Trifolium subterraneum (Bhalla, 1980) ya que a pesar de que se ha perforado la testa del huizache hasta casi alcanzar la base de células del macrosclerénquima no se obtiene la imbibición después de cinco semanas (Tran y Cavanagh, 1980).

Quizá una solución sea evaluar el efecto de la combinación de tratamientos con temperaturas de siembra "altas" (35-40°C). Nikolaeva (1969) menciona que el porcentaje de semillas embebidas en varias especies de leguminosas se incrementa con la temperatura a la cual se sembraron entre los 20 y 40°C. También otra posible solución sea que se cosecharan las semillas antes de la maduración, pues se sabe que la impermeabilidad de las semillas se adquiere durante el secado de las semillas y si estas se siembran inmaduras pueden germinar con facilidad (Hartman y Kester, 1980) esto se ejemplifica en la Fig. 3 para las semillas de famboyan. Aunque Hampton (1982) encontró que las semillas de A. farnesiana inhiben el crecimiento del coleoptilo por un 30 % en comparación con el testigo, la presencia de inhibidores no es el principal mecanismo que inhibe la germinación de Acacia farnesiana, pues la presencia de impermeabilidad en las semillas de A. farnesiana está fuera de duda pues la mayoría de las semillas sin tratamiento no se embebieron, y este es en todo caso el mecanismo de inhibición más poderoso, pues bloquea la germinación desde el primer estadio.

## VII. CONCLUSIONES

- 1) Con el escarificado manual se obtuvo el más alto porcentaje de germinación. Y le siguió en significancia el tratamiento con agua hirviendo para inducir la germinación.
- 2) El tratamiento con calor seco si indujo la germinación pero fue menor que el tratamiento con agua hirviendo.
- 3) El tratamiento con microondas no tuvo efecto significativo para inducir la germinación.
- 4) Debido a la severidad de los tratamientos empleados se cree posible que la impermeabilidad de la testa de esta especie (A. farnesiana) se mantenga incluso debajo de la capa de macroesclerénquima.
- 5) Por lo anteriormente escrito se podría recomendar para eliminar la impermeabilidad de las semillas de huizache: la combinación de tratamientos con temperaturas de siembra "altas" (Nikolaeva, 1969) por que también la temperatura de germinación afecta la impermeabilidad, o que las semillas se cosecharan antes de su madurez.

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

- Abuñ, M.G. et al., 1970. Mezquites y huizaches: algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía de los géneros Prosopis y Acacia en México. I.M. de R.R. México. pp. 160-182.
- Ballard, L.A.T. et al. 1976. Effects radiofrequency electric field on permeability of some legume seeds, with special reference to strophliolar conduction. *Seed Sci. Technol.* 4:257-74.
- Bhalla, P.L. and Slatlery, H.D. 1984. Callose deposits make clover seeds impermeable to water. *Annals of Botany* 53 (1): 12-28.
- Brito, N.R. 1980. Tratamiento a la semilla de tres especies forestales de zonas áridas y su influencia en la germinación. Tesis Profesional de la Universidad Autónoma de Chapingo. México. 66 págs.
- Camacho, M.F. 1986. Dormición de semillas, aspectos generales y tratamientos para eliminarlas. Tesis Profesional de la Universidad Autónoma de Chapingo, México. 218 págs.
- Copeland, L.O. 1976. Principles of seed. Science and technology Burger Publish Company. USA. 369 pp.
- Clemens, J., Jones, P.G. and Gilbert, N.H. 1977. Effect of seed treatments on germination in Acacia. *Aust. J. Bot.* 25: 269-76.
- Chaves, R. y Kageyama, Y.P. 1981. Determinacao do inicio da dormencia no desenvolvimento da semente de Delonix regia (Raf.)-"flawboyant" in Reunión sobre problemas en semillas forestales trópicas. Páb. Especial No. 35. San Felipe Bacalar, Quintana Roo. pp. 273-75.
- Dell, B. 1980. Structure and function of the strophliolar in seed of Albizia lophantha. *Amer. J. Bot.* 67(4):556-63.
- Diprose, M.F. and Benson, F.A. 1984. The effect of externally applied electrostatic fields, microwave radiation and electric currents on plants and others organisms, with special to weed control. *Botanical Review* 50:171-223.
- Coran, J.C., Boland, D.J., Turn, J.W. y Gum, B.V. 1983. Manual sobre semillas de acacias de zonas secas. FAO. Italia. 114 pp.
- Everitt, J.H. 1983. Seed germination characteristics of two woody legumes (Retama and twisted Acacia) from South Texas. *J. of Range Management* 36(4):411-14.
- FAO. 1980 Recursos genéticos de especies arbóreas en las zonas áridas y semiáridas. Italia. pp. 35-39
- Franco, G.M.L. 1984. Informe de Servicio Social del mes de octubre de 1984. Sin Publicar. INIFAP.

- Gutter, E. 1971. Plant Anatomy: experiment and interprete. Great Britanic. Edward Arnold. pp. 270.
- Hartman, T.H. y Kester, E.D. 1980. Propagación de plantas; principios y prácticas. Tr. Antonio Marino. CECSA. México. pp. 145-89.
- Hopper, D.S. and Bruce, R.M. 1978. Phytogeography of Acacia in Western Australia. Aust. J. Bot. 1:63-78.
- Hutchinson, J.M. and Ashton, F.M. 1979. Effect of disiccation and scarification on the permeability and structure of seed coat of Cuscuta campestris. J. Bot. 6(1):40-46.
- Jann, R.C. and Amen, R.D. 1977. What is germination? in Khan ed. 1977. Physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination. pp. 7-28.
- Khan, A.A. 1977. Seed dormancy: changing concepts and theories in Khan ed. 1977. Physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination. pp. 29-50.
- Kumar, P. and Parkayasatha, B.K. 1973. Note on germination of Lac hosts. Forestry Abstracts 34:2181.
- Litton, microwave cooking (manual de uso). 1981. Litton Systems. USDA. pp. 4, 128.
- Martín, R.E., Millaer, R.L. and Cushaw, C.T. 1975. Germination respons of legume seed subject to moist and dry heat. Ecology 56:1441-5.
- Martínez, M. 1939. Plantas utiles de la flora mexicana. Ediciones Brito. México.
- Montero, N.C. y Estevez, M.J.E. 1983. Respuesta de las semillas de 16 especies forestales a diferentes tratamientos pregerminativos. Ministerio de Agricultura. Investigaciones Forestales No. 14. Colombia. pp. 1-25.
- Mott, J.J. and Mckeon, G.M. 1979. Effect of heat treatments in breaking hardseedeness in four species Stylosanthes. Seed. Sci. Technol. 7:15-25.
- Niembro, R.A. 1983. Características morfológicas y anatómicas de semillas forestales. UACH. pp. 63
- Nikolaeva, M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seed. Tr. Z. Shapiro. Jerusalem Israel Program for Scientific Translationst. pp. 14-16.
- 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.
- ONU. 1968. Notas sobre semillas forestales. Colección FAO. Yugoslavia. Cuaderno de Fomento Cultural No. 5 pp. 21-2.
- Patiño, V.F. et ál. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas forestales. Boletín Div. No. 63. INIF/SARH. México.
- Porter, R.H. 1949. Recent development in seed technology. Bot. Review. 15:221-82.

- Quinlivan, B.J. 1971. Seed coat impermeability in legumes. *J. Aust. Agric. Sci.* 37:283-95.
- Rámirez, O.M.G. 1985. Ruptura de la latencia de diferentes semillas de leguminosas mediante tratamientos con agua caliente. Tesis Profesional. UNAM. 103 pp.
- Reyes, C.P. 1978. Diseño de experimentos aplicados. Trillas. México. 344 pp.
- Rodríguez, G.E. 1984. Informe de Servicio Social de Octubre a Noviembre de 1984. Sin Publicar. INIFAP.
- Rzendowski, J. 1981. Vegetación de México. Limusa. México. pp. 214, 281.
- Sánchez, S.O. 1980. La Flora del Valle de México. Herrero. México. pp. 202.
- Susano, H.R. 1981. Especies forestales susceptibles de aprovechamiento como forraje. *Ciencia forestal* Vol. 6 (29): 31-39.
- Seigler, D.S., et al. 1979. Cyanogenesis in Acacia farnesiana. *Phytochemistry* 18:1389-90.
- Tran, V.N. 1979. Effect of microwave energy on the strophiole, seed coat and germination of Acacia seeds. *Aust. J. Plant Physiol* 6:277-87.
- Tran, V.N. and Cavanagh, A.K. 1980. Taxonomic implications of fracture load and deformation histograms and the effects of treatments on the impermeable seed coat of Acacia seeds. *Aust. J. Bot.* 28:39-51.
- Vazquez, Y.C. y Perez, G.B. 1977. Notas sobre la morfología, la anatomía de la testa y fisiología de las semillas de Enterolobium cyclocarpum. *Turrialba* 27(4):427-30.
- Warcup, J.H. 1980. Effect of treatment of forest soil on germination of buried seed. *Aust. J. Bot.* 28:567-71.
- Whitesell, C.D. 1974. Acacia Mill en Schopmeyer, C.S. ed. 1974. *Seeds of Woody plants in the United States*. Forest Service. USDA. Agricultural Handbook No. 450 pp. 184-86.
- Willan, R.L. 1984. A guide to forest seed handling with special reference to the tropics. *Danida Forest seed*. Dinamarca. pp. 195-200.

A N E X O S

Anexo No. 1 Efecto del agua caliente a 85 y 92°C, con diferentes tiempos de inmersión en la germinación de semillas de *A. farnesiana* (Gral. Cepeda, Coahuila).<sup>ⓧ</sup>

Tratamiento	V A R I A B L E S			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
85°C 12 min	30.51 c	56.20 bc	2.89 a	4.11 a
85°C 9 min	34.37 bc	40.49 d	9.88 a	9.88 a
85°C 6 min	29.27 c	59.54 b	0.00 a	4.11 a
92°C 12 min	53.15 b	35.66 d	7.21 a	2.89 a
92°C 9 min	47.31 bc	40.33 d	2.89 a	9.88 a
92°C 6 min	46.83 bc	42.03 d	0.06 a	2.89 a
Lijadas	78.34 a	9.88 e	0.00 a	2.89 a
Testigo	2.89 d	77.94 a	2.89 a	7.95 a

Anexo No. 2 Efecto del agua caliente a 85 y 92°C, con diferente tiempo de inmersión en la germinación de semillas de *A. farnesiana* (La Paila, Coahuila).<sup>ⓧ</sup>

Tratamiento	V A R I A B L E S			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
85°C 12 min	37.45 b	51.40 bc	4.11 a	4.11 a
85°C 9 min	34.37 b	53.13 b	0.00 a	4.11 a
85°C 6 min	33.09 b	56.26 b	0.00 a	2.89 a
92°C 12 min	37.91 b	50.94 bc	0.00 a	4.11 a
92°C 9 min	42.03 b	46.31 bc	2.89 a	12.06 a
92°C 6 min	42.03 b	47.40 bc	0.00 a	2.89 a
Lijadas	75.06 a	5.70 d	5.70 a	6.99 a
Testigo	2.89 c	78.90 a	0.00 a	8.22 a

ⓧ Los datos fueron transformados al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  y el limite usado fue el del 95 %.  
Las medias unidas en la misma letra no difieren significativamente entre si a una  $\alpha = 0.05$

Anexo No. 3 Efecto del agua caliente a 85 y 92°C, con diferente tiempo de inmersión en la germinación de semillas de A. farnesiana (Saltillo, Coahuila).<sup>X</sup>

Tratamiento	Germinadas	V A R I A B L E S		
		Duras	Firmes	Podridas
85°C 12 min	21.20 bcd	74.8 de	0.25 a	0.78 a
85°C 9 min	21.06 cd	77.1 de	5.77 a	0.25 a
85°C 6 min	20.70 bed	75.5 de	0.25 a	1.00 a
92°C 12 min	49.00 b	46.9 f	1.4 a	0.25 a
92°C 9 min	47.10 b	47.8 ef	1.0 a	2.3 a
92°C 6 min	29.50 bc	65.5 ef	1.0 a	1.4 a
Lijadas	93.9 a	2.2 g	0.25 a	2.3 a
Testigo	1.0 e	98.6 a	0.00 a	0.25 a

Anexo No. 4 Efecto del agua caliente a 85 y 92°C, con diferente tiempo de inmersión en la germinación de semillas de A. farnesiana (La Sauceda, Coahuila).<sup>X</sup>

Tratamiento	Germinadas	V A R I A B L E S		
		Duras	Firmes	Podridas
85°C 12 min	25.9 bcde	71.3 cdcf	1.0 a	0.25 a
85°C 9 min	18.0 bcde	80.05bcde	0.25 a	0.25 a
85°C 6 min	34.8 bcd	62.3 efg	0.00 a	1.4 a
92°C 12 min	33.9 bcd	64.1 efg	0.25 a	0.25 a
92°C 9 min	36.3 bc	60.8 efg	1.00 a	0.25 a
92°C 6 min	34.9 bcd	58.1 fg	0.25 a	3.70 a
Lijadas	95.1 a	0.25 b	0.25 a	2.30 a
Testigo	7.4 def	92.6 ab	0.00 a	0.0 a

<sup>X</sup> Los datos fueron transformados al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  y el limite usado fue el del 95 %.

Las medias unidas en la misma letra no difieren significativamente entre si a una  $\alpha = 0.05$

Anexo No. 5 Efecto del agua caliente a 85 y 92°C, con diferente tiempo de inmersión en la germinación de semillas de A. farnesiana (La Muralla, Coahuila).<sup>X</sup>

Tratamiento	V A R I A B L E S			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
85°C 12 min	24.7 bcde	71.4 cde	0.25 a	0.25 a
85°C 9 min	38.3 bcd	56.3 efg	0.00 a	0.25 a
85°C 6 min	20.9 bcde	72.0 cde	0.25 a	4.4 a
92°C 12 min	42.8 b	45.9 fg	0.25 a	6.2 a
92°C 9 min	40.8 bc	53.0 efg	0.00 a	4.4 a
92°C 6 min	35.3 bcg	59.2 efg	0.25 a	0.25 a
Lijadas	95.6 a	1.4 h	0.25 a	1.0 aa
Testigo	3.5 e	90.7 ab	0.51 a	1.4 a

■ Los datos fueron transformados al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  y el limite usado fue el del 95 %.

Las medias unidas en la misma letra no difieren significativamente entre si a una  $\alpha = 0.05$

Anexo No. 6 Efecto de diferentes tratamientos térmicos en la germinación de semillas de A. farnesiana (según Rodríguez, 1984).

Tratamiento	VARIABLES			
	Germinadas	Duras	Firmes	Podridas
75°C 6 min, 85°C, 3 min + M.A.	30.19 b	54.35 b	2.89 b	11.79 ab
M.A. + 85°C + M.A.	30.82 b	52.99 b	2.89 b	17.13 ab
M.A. + 85°C + 0°C + M.A.	23.45 b	60.76 ab	<del>2.89 b</del>	<del>10.27</del> ab
M.A. + 85°C + 0°C + 85°C + 0°C + M.A.	22.10 b	49.90 b	0.00 a	30.33 a
M.A. + 85°C + 0°C + 85°C + M.A.	26.51 b	50.20 b	17.00 a	20.27 ab
0°C + 85°C + M.A.	31.51 b	53.15 b	2.89 b	12.89 ab
0°C + 85°C + 0°C + 85°C + M.A.	26.20 b	50.82 b	6.77 ab	22.85 ab
0°C + 85°C + 0°C + M.A.	30.57 b	54.98 b	2.89 b	12.32 ab
0°C + 85°C + 85°C + 0°C + M.A.	23.59 b	49.49 b	2.89 b	27.93 ab
Testigo	14.86 b	70.57 a	0.00 b	10.00 ab
Idjadas	81.35 a	0.00 c	0.00 b	8.66 b

M.A. Temperatura existente en el Laboratorio.

85°C Calentamiento en agua hasta alcanzar los 85°C, permaneciendo sumergida por 3 min

0°C Enfriamiento a 0°C durante 3 min.

Los datos fueron transformados al arco seno  $\sqrt{\text{porcentaje}}$  y el limite usado fue : el limite usado fue el del 95 %.

Las medias unidas en la misma letra no difieren significativamente entre si a una  $\alpha = 0.05$