

93
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

"ROMPIMIENTO DE LATENCIA EN
SEMILLAS DE Mimosa biuncifera BENTHAM,
MEDIANTE TRATAMIENTO CON
AGUA CALIENTE"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
CARLOS HERNANDEZ RAMIREZ

Director de Tesis : Ing. Fco. Camacho Morfín
Asesor : M. en C. Jaime Jimenez Ramirez

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Resumen	1
Introducción	2
Objetivo	5
Antecedentes	
Clasificación y descripción botánica	6
Distribución y habitat	9
Tipos de vegetación	10
Fenología	11
Dispersión	12
Importancia	13
Propagación	14
Latencia física de semillas	14
Tratamientos de eliminación de la latencia	20
Material y métodos	
Colecta	25
Variables de respuesta	27
Análisis estadístico	29
Resultados y discusión	
Homogeneidad de varianzas	30
Comportamiento de los testigos	32
Comportamiento de las variables de respuesta	33
Conclusiones	41
Anexo	
Análisis estadístico detallado	42
Bibliografía	83

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Significancia observada en la homogeneidad de varianzas.	31
Cuadro 2.	Comportamiento de las variables de respuesta trabajadas.	34
Cuadro 3.	Porcentajes de germinación y medias alcanzadas por las variables de respuesta.	35
Cuadro 4.	Velocidad de germinación.	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<u>Mimosa biuncifera</u> Benthams.	7
Figura 2.	Respuesta al tratamiento con agua caliente por semillas de leguminosas, obtenido por Ramirez y Camacho (1987).	34
Figura 3.	Diagrama de flujo seguido en la investigación.	28
Figura 4.	Gráfica de respuesta de las variables trabajadas en <u>Mimosa biuncifera</u> .	37

RESUMEN

El huixcolote ó uña de gato es una leguminosa arbustiva que cruce en gran parte del país y tiene un gran potencial para la recuperación de áreas completamente erosionadas en climas templado subhúmedo y árido, como lo demuestra su adaptación. Además se puede emplear para alimento de ganado caprino y como cerca viva.

Con el fin de incrementar la germinación de las semillas de esta planta, se realizó un experimento en que se probaron diferentes temperaturas (62, 72, 82 y 92°C) y tiempos de inmersión (3, 6, 9 y 12 minutos) en agua caliente. Los resultados obtenidos se compararon con un testigo sin tratamiento y otro al cual se le realizaron cortes de testa.

Se encontró que las semillas de Mimosá biuncifera son impermeables y que este problema se puede eliminar con tratamiento en agua caliente. La inmersión a 62°C no permite la eliminación completa de la impermeabilidad. La inmersión a 72°C de tres a seis minutos es un método adecuado para eliminar la latencia ya que se obtuvo una germinación tan alta como la de las semillas en que se realizó corte de testa. El tratamiento a 72°C durante 12 minutos redujo la germinación, debido a que se incremento el número de semillas muertas. Lo mismo ocurrió con las inmersiones a 82 y 92°C donde la germinación prácticamente fué nula. En general los porcentajes de germinación menores al 75% obtenidos se debieron al ataque de insectos que presentaron las semillas desde su recolección.

INTRODUCCION

La aparición y diversificación de los diferentes tipos de semillas en el curso evolutivo de las plantas terrestres, fue uno de los factores determinantes de la explosión de formas de vida vegetal y de la final colonización por plantas su periores de todos los ambientes que la tierra ofrece.

La semilla es una estructura de reproducción, diseminación, resistencia y persistencia más eficaz y ubicua que otras estructuras vegetales análogas. Algunas presentan bajos contenidos de humedad, baja tasa metabólica, resisten el frío y pueden tener una longevidad larga. Dentro de este grupo las hay aquellas que son quiescentes, las cuales para germinar se lo requieren de humedad y temperatura adecuadas. Sin embargo las hay en las cuales aún con las condiciones adecuadas no germinan y se les conoce como semillas durmientes o latentes.

Para que una semilla latente germine requiere de un manejo especial que muchas veces incluye, la aplicación de tratamientos. En algunas especies se ha determinado el mecanismo que permite la eliminación de la latencia, pero en muchas otras se desconoce la forma mas adecuada de lograr este objetivo, incluso frecuentemente se ignora el mecanismo que induce el fenómeno de la latencia.

La elección del mejor tratamiento para que se lleve a ca bo la germinación en semillas latentes, debe considerar el me canismo inhibitorio responsable del fenómeno y teniendo en cuenta consideraciones tanto prácticas como económicas.

El fenómeno de la latencia juega un papel de suma importancia en la adecuación de las plantas superiores al medio, ya que su presencia obedece a la distribución en el tiempo y el espacio del proceso germinativo. Bajo condiciones naturales, la anulación de los mecanismos inhibitorios requiere que se tengan condiciones especiales que de alguna forma dispara el proceso germinativo y aseguran que las plantulas tengan una alta probabilidad de alcanzar los estadios reproductores. El estudio de los mecanismos inhibitorios de la germinación presentes en las semillas latentes y su interacción con los fenómenos ambientales periódicos del habitat, no solo enriquecen los conocimientos de la Ecofisiología Vegetal sino que también son de un gran valor práctico en la explotación del Recurso Vegetal.

Para el adecuado manejo de semillas de importancia económica y biológica es necesaria la investigación de los aspectos fisiológicos de la latencia, ya que dentro de este contexto de conocimiento, el tratamiento utilizado sera el mas adecuado por eliminar lo lento y poco uniforme del proceso germinativo, aspectos que son la razón principal del fracaso de proyectos importantes.

Las especies de plantas superiores que se desarrollan en las zonas áridas y semáridas del país, presentan adaptaciones que les permiten subsistir en condiciones de poca precipitación y cambios extremos de temperatura. Una de las adaptaciones es la presencia de una testa impermeable en las semillas que impide la imbibición. El género Mimosa esta representado por varias especies en estas zonas y una de ellas lo es Mimosa biuncifera conocida como "uña de gato" o "huixcolote".

Las semillas de Mimosa biuncifera presentan dimensiones pequeñas, coloración oscura y una testa dura, características que son propias de leguminosas de zonas áridas y semiáridas del país. Esta planta es utilizada como cerca viva y como alimento del ganado caprino. Asimismo tiene características autoecológicas que le permiten invadir suelos en disturbio y erosionados, con lo cual poco a poco se logra su recuperación. Por las características citadas esta especie a través de sus semillas permite realizar estudios del fenómeno de latencia que se pueden aplicar a especies de importancia económica, además de existir la posibilidad de utilizarla en programas de recuperación de suelos con el manejo adecuado de su simiente.

O B J E T I V O

El objetivo del presente trabajo es evaluar la aplicación de tratamientos con agua caliente, para estimular la germinación de semillas de Mimosa biuncifera.

ANTECEDENTES :

1) Clasificación y descripción botánica.

La especie Mimosa biuncifera Benth. Pl. Hartw. 12.1839 se le conoce vulgarmente como "uña de gato" o "huixcolote" y presenta las siguientes sinonimias en la literatura:

- Mimosopsis biuncifera Benth. Brit and Rose, N.Am.Fl. 23: 176.1928 (Scott, G.H., 1957)
- Mimosa prolifica S. Wats. Proc. Amer. Acad. 21:452 1886 (Matuda, M.E., 1981)
- Mimosa benthami Macbr. (Martinez, M., 1956)
- Mimosa polyantha Benth. (Ibid.)
- Mimosa biuncifera Rose (Ibid.)

Esta especie pertenece a la división Antófitas, clase Dicotiledoneas, orden Leguminales, familia Mimosáceas y género Mimosa, según lo establecido en el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. (Scagel, 1980)

De acuerdo con Rzedowski y Rzedowsky (1979) y Sanchez (1970) es un vegetal de 0.6 a 2.5m de altura; presenta ramas anguladas, pubescentes y armadas de cortas y recurvadas espinas de base ancha con un largo de 7 - 8 mm, característica por la cual se le conoce vulgarmente como uña de gato. Presenta estípulas setáceas pubescentes, hojas bipinadas con un largo de dos a cinco centímetros de contorno generalmente oblongo. Su peciolo es corto, con tres a diez pares de divisiones primarias cada una provista de cinco a doce pares de folíolos ovales o linear-oblongos (Fig. 1).

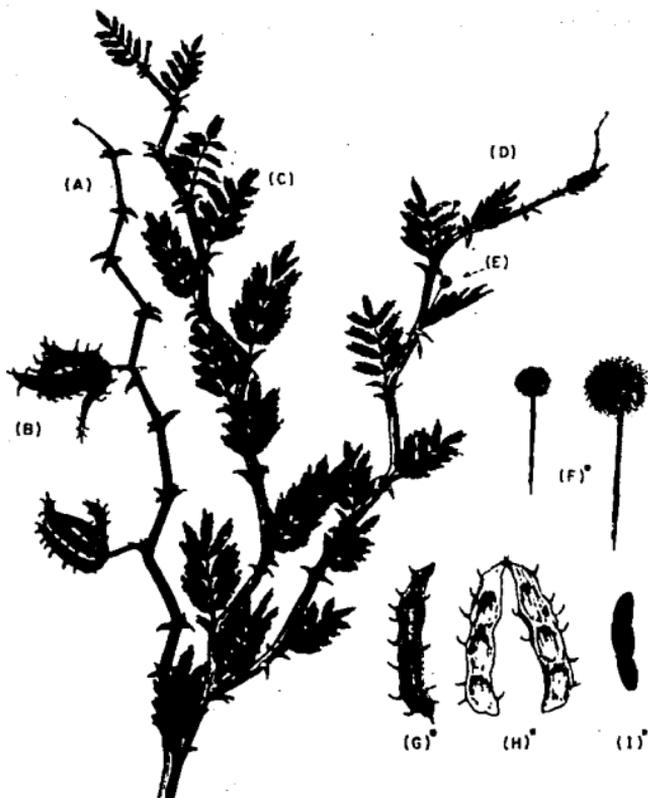


Fig. 1. *Mimosa blunckifera* Bentham; (A) Esquema de una rama seca que muestra las fructificaciones y la disposición de las espinas en forma de uña de gato. (B) Fructificación mostrando su disposición en el tallo. (C) Rama en etapa vegetativa. (D) Rama en la que se muestra la época de floración. (E) Disposición de las flores. (F) Aspectos de la inflorescencia abierta y cerrada. (G) Legumbre. (H) Legumbre abierto, mostrando el interior. (I) Semillas.

*a 2x de aumento

Los folíolos son pequeños con dimensiones que van de dos a doce milímetros de largo por un milímetro de ancho. Su ápice es obtuso, presenta un margen entero y presentan pubescencia.

Presenta inflorescencias en forma de cabezas axilares que tienen un diámetro de siete milímetros a un centímetro. Esta estructura reproductora descansa sobre pedúnculos cortos de nueve milímetros a dos centímetros de largo. El color de las flores es blanco-rosado, el cáliz y la corola son pubescentes. Los estambres se presentan en número deble al de los pétalos.

El fruto es una legumbre lineal, que puede ser curvada ó recta, glabra ó pubescente y con extremos angostos. Es comprimido de dos a cinco centímetros de largo por tres a cuatro milímetros de ancho en cuyo margen se pueden presentar espinas. Contiene de seis a ocho semillas comprimidas, las cuales son obovadas de cuatro milímetros de largo por dos de ancho. Su color es café obscuro.

2) Distribución y habitat.

Mimosa biuncifera presenta una amplia distribución encontrándose desde el sureste de Arizona hasta el oeste de Texas en los EE.UU, y de ahí hasta el sur del Estado de Puebla, Méx., (Scott, G.H., 1957), Matuda (1981) y Rzedowski (1979) la reportan mas al sur hasta el Estado de Oaxaca Méx. Esta amplia distribución se explica por la gran adaptabilidad a diversas condiciones ecológicas de zonas templadas, áridas y semiáridas. Altitudinalmente se le localiza entre los 1940 y 2650 m.s.n.m.

El clima en que se desarrolla Mimosa biuncifera abarca desde semiárido "BS" a templado "C#N" (según la clasificación de Koepen); el intervalo de temperatura media anual en los sitios en que habita, se encuentra entre los 12 y 22° C., y la precipitación media anual oscila de 300 a 900mm. (Grether, 1982).

Esta especie crece en suelos cuya textura va de ligera a arcillosa que varían de ácidos a ligeramente alcalinos, con un contenido de materia orgánica del 2% en las laderas a un 4% en las planicies. En suelos profundos de origen aluvial no es abundante pero en lomeríos pedregosos poco profundos, se observa un incremento en su abundancia lo mismo que en áreas sumamente erosionadas con grandes cárcavas y afloramientos de roca madre. (Grether, 1982 y Rosales y Camacho, 1986).

3) Tipos de vegetación.

Las principales comunidades vegetales en las cuales M. biuncifera se encuentra como el componente más abundante o como un elemento secundario son las siguientes:

- Matorral

- a) en quebradas o partes erosionadas que delimitan planicies. (Scott, 1957)
- b) crassicaule de dos a tres metros de altura en los Estados de Guanajuato, Hidalgo, Queretaro y México, (Rzedowski, 1978)
- c) alto subinorme en altitudes de 2150 a 2300 metros s.n.m (Rzedowski, 1979)
- d) mediano inerte en laderas donde se desarrollan encinares. (González y Medrano, 1971)

- Pastizal

- a) de encino-enebro sobre declives pedregosos y suelos con grava ó desnudados en altitudes de 1500 a 2000 m s.n.m (Scott, 1957)
- b) con matorral en el Valle de México en altitudes de 2300 a 2500 m.s.n.m (Rzedowski, J. y Rzedowski, C.G, 1979)
- c) en los que M. biuncifera tiene como máximo un metro de altura y forma matorrales espesos asociados con otros arbustos. (Scott, 1957)
- d) en altitudes de 1800 a 2000 m.s.n.m (Valdés, 1973 y Rzedowski y Mc Vaugh, 1966)

- e) alterados por pastoreo y actividades agrícolas abandonados por períodos prolongados. (Gentry, 1957; González y Medrano, 1971; Rumphrey, 1958; Johnston, 1963; Rzedowski, 1965; Rzedowski y Mc Vaugh, 1966.)

4) Fenología (Grether, 1982)

Mimosa biuncifera es un arbusto caducifolio, que pierde su follaje en invierno.

Los primeros brotes del proceso de foliación se presentan a fines del mes de marzo y se prolongan durante todo el verano y parte del otoño. Las hojas maduran después de diez a quince días. Durante el invierno persisten únicamente los ramales ya que todas las hojas se pierden.

La floración empieza a realizarse a principios de abril y dura hasta el mes de julio. La fructificación da comienzo en el mes de mayo y las legumbres persisten durante todo el invierno, lo cual es importante porque puede coadyuvar a una mejor dispersión de la especie.

Todo lo anterior está sujeto a cambios en duración e inicio según las condiciones ambientales que se presenten de una localidad a otra y de un año a otro.

5) Dispersión (Grether, 1982)

La dispersión natural de semillas del huixcolote "uña de gato" se lleva a cabo principalmente por medio del viento, lo que tiene como consecuencia, que la distribución de sus semillas tenga poco alcance debido a que los frutos no son ligeros por lo cual generalmente caen al suelo cercano a la planta. El radio de dispersión no es mayor a metro y medio, lo que origina la formación de matorrales cerrados. En época de lluvias se tiene otro medio de dispersión pero bastante limitado, ahí los frutos y las semillas son arrastrados desde las partes altas a las planicies. El radio de dispersión en este caso es mayor.

La dispersión por medio de animales, tanto epizoica como endozoica es escasa ó nula pero la presencia de espinas en los bordes de los frutos, puede contribuir en la dispersión de las semillas por medio del pelo de los animales.

El análisis del excremento del ganado caprino que frecuentemente "ramonea" los arbustos de Minosa biuncifera demuestra la existencia de muy pocas semillas y la mayoría de estas se encontraron deterioradas debido a su paso a través del tracto digestivo.

La actividad humana relacionada con las labores de limpieza en los terrenos destinados a labores agrícolas, favorece la diseminación de frutos y semillas en el propio terreno y en los alrededores donde se deposita o utilizan los arbustos cortados.

6) Importancia.

El huixcolote ó uña de gato ha sido propuesta como una planta útil para reforestar áreas tepetatosas (Rosales y Canacho, 1986).

Mimosa biuncifera tiene un potencial importante como planta forrajera para áreas severamente erosionadas. Grether (1982), menciona que el ganado caprino la remonea con avidez.

El huixcolote es capaz de rebrotar del tocón cuando se pierde la parte aérea (Grether, 1982); esto aunado con la abundante deposición de hojarasca que como caducifolia efectiva, lo hace un recurso vegetal útil en la recuperación de suelos.

Es conveniente estudiar la capacidad de fijación de nitrógeno que como leguminosa puede tener Mimosa biuncifera.

Además, se le utiliza como cerca viva o se le corta para utilizarla como "alambre de puas" en la protección de jardines y huertos rurales (observación personal).

7) Propagación.

Rosales y Camacho (1986) mencionan que las semillas de esta planta tienen dificultades para germinar, debido a que son impermeables.

Es decir que de acuerdo con la clasificación de tipos de latencia en semillas propuesta por Nikolaeva (1969), — presentan latencia física.

8) Aspectos generales acerca de la latencia física de semillas.

Para que se realice la germinación de algunas semillas basta que estas dispongan de suficiente humedad para embeberse, una ventilación similar a la de las primeras capas de un suelo bien aireado y una temperatura entre los 10 y 30° C. A estas semillas se les conoce como quiescentes. En muchas plantas silvestres y cultivadas es frecuente que sus semillas bajo las condiciones consideradas anteriormente no germinen, aun siendo viables; este fenómeno se conoce como latencia y se refiere explícitamente a la inhibición del proceso germinativo. (Ramírez y Camacho, 1987)

Existen varios mecanismos fisiológicos que hacen que las semillas de una planta sean latentes: impermeabilidad de la testa al agua; presencia de inhibidores solubles; resistencia mecánica de las cubiertas al crecimiento del embrión; baja permeabilidad de las cubiertas a los gases; bloques metabólicos (Nikolaeva, 1969).

En la familia de las leguminosas, es frecuente que las semillas tengan dificultades para germinar debido a la impermeabilidad de la testa (Bolston, 1978), lo que también se ha denominado como latencia física.

A las semillas con latencia física también se les conoce como "duras" ó impermeables y la presencia de una cubierta impermeable representa el bloqueo a la entrada de agua, ya que el embrión extraído de estas semillas cuando es colocado en condiciones apropiadas para la germinación, lo hace rápidamente y da origen a una planta normal.

Copeland (1976) y Heydeker y Coolbear (1971), mencionan que en algunas especies vegetales el pericarpio de las semillas, puede ser la cubierta que impide la imbibición, sin embargo hay razones que permiten suponer que esta estructura no es la responsable de la latencia física. Mediante mediciones finas de absorción de agua en semillas de varias especies se ha encontrado que dicha cubierta es permeable (Atwater, 1980). Por lo anterior se ha definido a la presencia de una testa, como la causa del fenómeno.

La anatomía de la testa es similar en especies que presentan latencia física y de acuerdo con Rolston, (1978), su constitución es la siguiente:

- 1) capa externa que en las leguminosas se encuentra constituida por una ó dos cutículas.
- 2) capa de células de macroesclerénquima en empalizada cuyas componentes celulares tienen sus paredes engrosadas especialmente en la parte orientada al exterior, en la cual en un corte al microscopio se puede ver la llamada línea de luz, la que es resultado de una diferente refracción de la luz a causa de la diferencia en la composición química de las capas.
- 3) por debajo de la capa de células del macroesclerénquima se encuentra una capa de osteoesclerénquima con grandes espacios intercelulares.
- 4) por último se tiene un parenquima compacto sobre los tejidos nutritivos.

Existen distintas opiniones entre los autores acerca de que la capa de la testa sea la responsable de la impermeabilidad. La mayoría coincide en que la impermeabilidad persiste por debajo de la línea de luz. (Camacho, 1987).

En la actualidad se ha abandonado la idea de que la cutícula de la testa sea la responsable de la falta de absorción en las semillas, pues siguiendo la absorción de agua con colorantes solubles se observó que estos penetran a través de ella. (Camacho, 1987).

Por otra parte se piensa que la impermeabilidad de la testa de las semillas con latencia física es el resultado de la polimerización de los compuestos polifenólicos, los cuales dan origen al pigmento responsable del color de la testa. En apoyo a lo anterior se ha encontrado que en algunas especies se presenta una relación directa entre el color de la testa y la impermeabilidad: mientras más oscuras más impermeables. (Mc Donough, 1977; Rolston, 1978; Taylorson y Hendricks, 1977)

El porcentaje de semillas impermeables presente en una población dada de semillas se encuentra característicamente relacionado con la especie, incluso con la variedad y domesticación realizada por el hombre. Esta proporción es una característica heredable y mediante selección artificial se puede aumentar o disminuir. (Rolston, 1978)

En la agricultura por lo general, el hombre prefiere plantas que no produzcan semillas con latencia física, lográndolo anterior a base de selección. No obstante en algunos casos se ha considerado como conveniente, por ejemplo, las leguminosas empleadas en las praderas permanecen en el suelo como una reserva que favorecen una resaca natural en los claros dejados por el pastoreo. (Martin y Yarnel, 1962).

La cantidad de semillas impermeables producidas por varias plantas es mayor en lugares secos que en los lluviosos (Rolston, 1978). No obstante con la aplicación de riego, la cantidad de semillas impermeables no disminuye (Copeland, 1976).

La relación del contenido de humedad de las semillas con impermeabilidad en la testa puede estar relacionada con la compactación de las células del esclerénquima. Raleigh citado por Rolston, (1978), menciona que la impermeabilidad de las semillas con latencia física se debe a un uniforme encogimiento que sufre la testa durante la desecación, lo que origina un entrecamiento de las células del macroesclerénquima de tal manera que quedan comprimidas una contra otra, esto impide el paso del agua a los tejidos internos de las semillas; en base a esta observación es lógico esperar que mientras más secas están las semillas, mayor sea la compactación de las células del macroesclerénquima, por lo tanto habrá una mayor cantidad de semillas impermeables.

Debido al efecto del contenido de humedad de la semilla en la impermeabilidad de la testa, se puede considerar que éste es el factor que determina la profundidad de la latencia, la cual se manifiesta por la proporción de las semillas duras en un lote.

La latencia física se elimina cuando el agua puede penetrar a la semilla, para ello es necesario que la impermeabilidad desaparezca en la testa. (McDonough, 1977).

La temperatura tiene un marcado efecto en el rompimiento de la latencia física, ya que el número de semillas germinadas aumenta conforme lo hace la temperatura de incubación (Nikolaeva, 1969 y 1977). También las temperaturas bajas pueden ayudar a incrementar los porcentajes de germinación, Jordan y Jordan, (1982) encontraron que al exponer semillas de Convolvulus arvensis a la temperatura de 5°C durante 21 y 42 días, los porcentajes de germinación fueron de 55 y 85% respectivamente, mientras que las semillas sin tratamiento solo alcanzaron el 10% de germinación.

Muchos de los tratamientos que eliminan la latencia de las semillas impermeables implican choques térmicos, ya sea con bajas temperaturas como el congelamiento o por altas temperaturas como el agua caliente y el calentamiento en seco.

Se ha visto mediante fotografías tomadas con microscopio electrónico que el efecto de los choques térmicos consiste en separar las células del macrosclerénquima, la cual puede deberse a diferencias en la expansión de las partes de la testa (Brant y cols., 1971; Liu, Khatamian y Frets, 1981). Este efecto también lo realiza la exposición de las semillas a temperaturas elevadas a través de la inmersión en agua caliente. Se ha encontrado que los hongos llegan a penetrar a la semilla a través de la separación de las células del macrosclerénquima. (Gouge y Emino, 1979)

La impermeabilidad también puede romperse cuando los cambios de temperatura afectan estructuras como son el estrofolio, hilio, micrópilo y perforación chalazal (Rolston, 1978).

En la naturaleza las semillas con latencia física pueden perder la impermeabilidad de varias maneras (Camacho, 1987):

- fluctuaciones de temperatura y humedad en el suelo
- el congelamiento en invierno
- el calentamiento durante un incendio
- el ataque de microorganismos a la testa
- la digestión parcial de las semillas cuando éstas pasan a través del tubo digestivo de los animales que las comen
- y por la abrasión de las semillas con las partículas del suelo

9) Tratamientos para eliminar la latencia física de semillas.

artificialmente la impermeabilidad de la testa puede eliminarse mediante varios tratamientos como lo son:

- uso de cáusticos (Hartmann y Kester, 1971; Heydecker y Coolbear, 1977; Bonner, McLemore y Barnett, 1974)
- uso de solventes orgánicos (Doran, 1983; Crocker y Barton, 1957; Lewis, Papavizas y O'Neil, 1979)
- congelamiento (Rolston, 1978)
- escarificación mecánica (Bonner, McLemore y Barnett, 1974; Hartmann y Kester, 1971; Calderón, 1977; Doran, 1983; Brant, 1979; USDA, 1952; Crocker y Barton, 1957)
- radiación y tratamientos sonoros (Nelson, 1980; Crawford, 1977; Cavanagh y Tran, 1980)
- calentamiento en seco (Mott y McKeon, 1979)
- calentamiento con agua caliente

de los cuales el que ofrece menores riesgos de operación, resultados más uniformes, uso más generalizado y menores costos es el calentamiento a través de la inmersión en agua caliente.

El tratamiento con agua caliente es útil principalmente para hacer permeables las semillas duras (Hartmann y Kester, 1971). Se ha observado que también puede estimular la germinación de las semillas cuyas cubiertas externas contienen inhibidores. (Fairlamb y Davison, 1976)

El tratamiento se puede aplicar de tres maneras:

- a) Las semillas a tratar se siembran en almácigos 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, que además tiene como ventaja el esterilizar el suelo. (Forbs y Reyes, 1967). Las principales desventajas son la utilización de grandes volúmenes de agua y la dificultad de controlar la temperatura y duración del tratamiento, por lo cual no se obtienen los mismos resultados.

- 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 enfria paulatinamente. Se recomienda que la cantidad de agua a emplear sea de cuatro a cinco veces el volumen de las semillas a tratar. Este método tiene la ventaja de permitir detectar las semillas que permanecen duras después del tratamiento, lo que hace más fácil su separación de las embebidas, volviéndolas a tratar posteriormente.
Las principales desventajas de este método son que los resultados suelen ser variables y difíciles de estandarizar, pues el efecto del tratamiento está

relacionado con la velocidad de enfriamiento del agua, misma que es afectada por la naturaleza del recipiente empleado y la magnitud de la operación. Otra desventaja es la dificultad del manejo de las semillas embebidas, durante la siembra. (Bonner, McLemore y Barnett, 1974; Doran, 1983; Hatmann y Kester, 1971)

- c) Las semillas a tratar se colocan dentro de una canastilla de tela de alambre o plástico y se sumergen durante unos cuantos minutos o segundos en agua caliente a una temperatura constante (Doran, 1983). A diferencia de los métodos anteriores, éste, permite un buen control de la temperatura y del tiempo al que se realice el tratamiento, además este procedimiento está menos influenciado por el volumen de las semillas, la cantidad de agua y el tipo de recipiente.

En cualquiera de los diferentes tratamientos, la temperatura del agua es un punto crítico. Mientras Niembro (1979), recomienda una temperatura comprendida entre los 70°C y el punto de ebullición, Doran (1983), considera conveniente entre los 60 y 90° C. Mientras mayor sea la temperatura mayor es el riesgo de dañar las semillas y en general no se recomienda exponer las semillas a temperaturas de ebullición. (Hatmann y Kester, 1971).

La duración del tratamiento es otro aspecto que debe cuidarse, ya que inmersiones largas a temperaturas altas aumentan el número de semillas muertas (Doran, 1983; Mott y McKeon 1979).

Ramírez y Camacho (1987), evaluaron el efecto del agua caliente en seis especies de leguminosas; Prosopis juliflora; Acacia cyanophylla; Delonix regia; Enterolobium cyclocarpum; Erythrina americana; y Leucaena leucocephala. De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayoría de las semillas sin tratamiento permanecen duras, es decir no se embeben y son pocas las que germinan, pues con excepción de Prosopis juliflora, no se rebazó el 10%.

En todas las especies, el tratamiento con agua caliente redujo e incluso eliminó la impermeabilidad de las semillas. No obstante con excepción de Delonix regia, a temperaturas de 85 y 92°C, se observó una reducción del porcentaje de germinación debido al incremento de semillas podridas que se dio en la mayoría de los casos (Fig. 2).

La falta de germinación en Acacia cyanophylla no se debió únicamente a la presencia de semillas podridas, sino también a un contenido importante de semillas latentes (firmes), las cuales a pesar de estar embebidas no germinan por la presencia de un mecanismo inhibitorio distinto a la impermeabilidad de la testa. Lo anterior se comprobó al aplicar un riego inicial con una solución de tiourea al 2%, con lo cual se obtuvo un 31.2% de germinación.

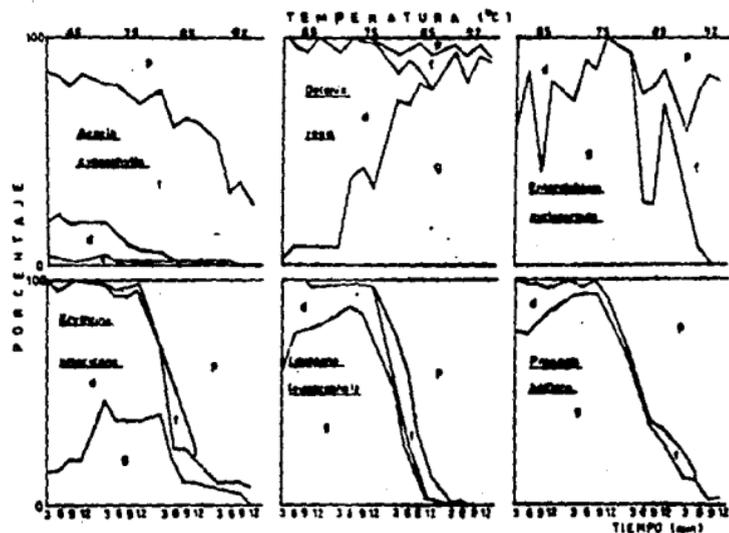


Fig. 2 Efecto del tratamiento de semillas con agua caliente sobre: germinación (g) y rotación de semillas (p).
 (Según Ramírez y Camacho 1987)

MATERIAL Y METODOS

- Colecta

Las semillas de Mimosa biuncifera empleadas en el experimento se colectaron durante el mes de octubre de 1988, en un área de lomeros erosionados al poniente del municipio de Naucalpan, Estado de México.

La identificación de ejemplares que sirve de respaldo a la investigación, se realizó en el herbario Forestal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de la S.A.R.H.

La obtención de legumbres, fué directamente de plantas que presentaban infrutescencias, ya que de esta manera, se aseguró el contar con semillas nuevas.

Fueron colectadas de individuos diferentes dentro de la misma zona de colecta, con la finalidad de contar con una muestra más representativa de la población local.

Las vainas se pisotearon para extraer las semillas, la separación de estas se hizo por cribado y soplado.

Las semillas obtenidas se guardaron en frascos que se mantuvieron a 4°C, con el fin de preservar la viabilidad.

Los tratamientos evaluados consistieron en la combinación de cuatro temperaturas (62, 72, 82 y 92°C), con cuatro tiempos de inversión en agua (3, 6, 9 y 12 minutos).

Previo al tratamiento correspondiente, las semillas - en muestras de 50 se depositaron en bolsans de malla de plástico.

Como testigos se tuvieron semillas a las que no se les aplicó tratamiento y semillas a las que se les corto un trozo de la testa en el área cercana a la punta de los cotiledónes.

Se realizaron cuatro repeticiones tanto de los testigos como de los tratamientos.

Las siembras se hicieron en cajas de petri con un disco de papel filtro como sustrato el cual se humedeció con cinco mililitros de agua destilada. La incubación se efectuó a 25°C.

Debido a la gran cantidad de tratamientos a realizar, no fué posible llevar a cabo las cuatro repeticiones simultaneamente, por lo cual fué necesario realizar por separado, para cada uno de los bloques, la aplicación de los diferentes tratamientos y la siembra. Para eliminar la variación debida a la falta de simultaneidad en la aplicación de los tratamientos a los cuatro bloques y para poder realizar una comparación válida de las medias que se obtengan, la distribución de las charolas de cada bloque en la cámara de germinación se realizó aleatoriamente.

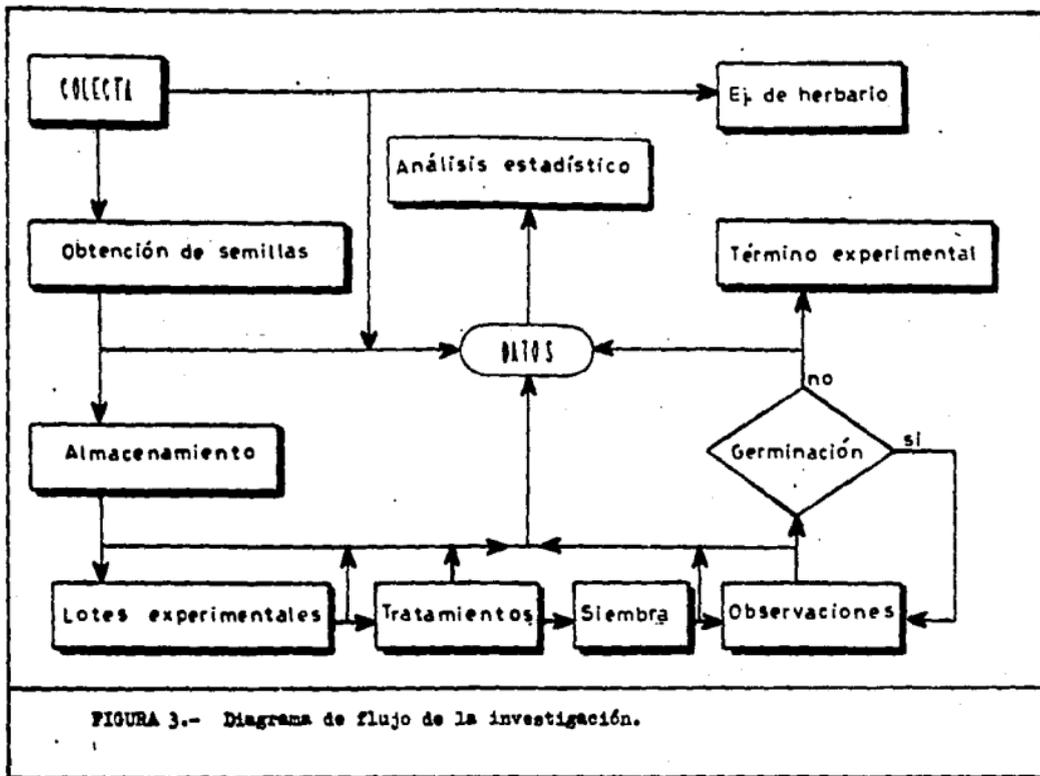
- Variables de respuesta.

Durante un mes se realizaron evaluaciones diarias del número de semillas germinadas. El criterio adoptado para determinar que una semilla había germinado fué la emisión de la radícula con una longitud mínima de cinco milímetros. (fig. 3)

Con estos datos se determinó el tiempo de germinación empleando los días al 75%. (Morales y Camacho, 1985).

Al final del experimento, se determinó la proporción de semillas que caen dentro de cada una de las siguientes categorías (Ramírez y Camacho, 1987):

- a) semillas germinadas
aquellas semillas en las que emergió la radícula. Este valor representa el índice de la capacidad del tratamiento para la eliminación de la latencia.
- b) semillas duras
aquellas semillas que no se embebieron y al tocarlas están tan duras como en el momento de haber sido sembradas. Esta categoría evalúa la presencia de impermeabilidad en la testa.
- c) semillas firmes
son las semillas que incrementaron sus dimensiones por la absorción de agua pero que no germinaron ni tampoco presentan signos de descomposición. Esta categoría evalúa la presencia de latencia debido a un mecanismo distinto a la impermeabilidad de la testa.



d) semillas podridas

son aquellas que presentan signos evidentes de descomposición y que al apretarlas emiten un líquido blanquecino. También se considera dentro de esta categoría las semillas que no presentan signos de descomposición, pero al apretarlas sólo tienen aire y son el resultado del ataque de larvas de coleópteros. Por lo anterior el valor de este índice, evalúa los efectos letales de los tratamientos así como el ataque de insectos.

- Análisis estadístico

Frecuentemente los datos porcentuales como lo son en este caso las cantidades de semillas germinadas, duras, podridas y firmes, no cumplen con el supuesto de varianzas homogéneas que se requiere para poder realizar un análisis de varianza y prueba de medias válidos. Esta situación se corrige aplicando la transformación ARCO-SENO (Snedecor y Cochran, 1971) y eliminando del análisis los tratamientos que carecen de varianza es decir, los que presentaron el mismo valor en todas sus repeticiones, lo que es propio de tratamientos en los que se obtienen medias iguales a cero o a 100%.

La necesidad de utilizar la transformación se evaluó mediante la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas (Snedecor y Cochran, 1971). La significancia de las diferencias entre medias se estableció mediante la prueba de Tukey con alfa igual a 0.05 (Reyes, 1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

- Homogeneidad de varianzas de tratamientos

Antes de entrar a la discusión de los resultados es conveniente examinar los procedimientos que se desarrollaron para verificar el cumplimiento de los supuestos requeridos por las técnicas estadísticas empleadas. Ya que los datos expresados como porcentajes frecuentemente no cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianzas de los tratamientos (homocedasticidad), se desarrollaron pruebas que evaluaran este supuesto para cada una de las variables con la prueba de Bartlett y con la transformación arco-seno en los casos que lo requieran. (Cochran, 1976; Scheffler, 1981; Little y Jackson, 1985)

Los resultados de la evaluación indicaron que la diferencia entre las varianzas de los tratamientos en los porcentajes de semillas germinadas, duras y firmes fueron significativas por lo que se modificó la escala de medición o sea se transformaron los datos a arco-seno, con el fin de homogeneizar las varianzas; lo cual permitió lograr la homocedasticidad en las variables de respuesta mencionadas. En lo referente a las semillas podridas, la transformación arco-seno fue insuficiente por obtenerse mayor heterogeneidad por lo que los datos se analizaron como porcentajes. (cuadro 1)

VARIABLES	Probabilidad de obtener una χ^2 mayor ó igual a la obs. en:	
	Datos sin transformación (%)	Transformación arco-seno
<u>S. GERMINADAS</u>	0.00019	0.36280
<u>S. DORAS</u>	0.00003	0.59030
<u>S. FIRMES</u>	0.01865	0.78689
<u>S. PODRIDAS</u>	0.02683	0.00136

Cuadro 1. Significancia observada en la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas en variables medidas en semillas de: Nimosa biuncifera.

- Comportamiento de los testigos

Más del 50% de las semillas sin tratamiento (lote blanco), fueron impermeables y de las restantes la mayoría se encontraron muertas por lo que se pudrieron durante el período de incubación; tan solo un poco más del 10% de las semillas sin tratamiento germinaron. Las semillas sin tratamiento tardaron un poco más de una semana en germinar.

En las semillas en las que se realizó corte en la testa la germinación superó el 70% y no se presentaron semillas impermeables. El porcentaje de semillas podridas fue similar al observado en las semillas sin tratamiento. El corte de testa permitió que las semillas germinaran en menos de una semana. Lo anterior permite concluir que debido al porcentaje relativamente alto de semillas podridas no se podía mejorar más del 75% de germinación.

Observando el comportamiento del índice de semillas podridas en las que no se realizó ningún tratamiento como en las que se efectuó corte de testa, se está en condiciones de suponer que mínimamente un porcentaje del 20% de pudrición se debe al ataque de insectos a las semillas y no a efectos letales del tratamiento.

Los resultados obtenidos indican que el mecanismo que principalmente inhibe la germinación de las semillas de Mimosa biuncifera es la impermeabilidad de la testa ya que como habían encontrado Ramírez y Camacho (1987) en

las semillas de otras leguminosas, cuando no se aplica tratamiento hay una baja germinación debida a que las se millas no se embeben. (cuadro 2)

- Comportamiento de las variables de respuesta trabajadas

Los tratamientos evaluados tuvieron un efecto muy no torio sobre la germinación. Los porcentajes obtenidos va riaron de un poco mas del 60% a un 0% de germinación de- pendiendo de la temperatura y duración del tiempo de in- mersión. (cuadro 3)

En el tratamiento de 72°C con tiempos de inmersión de 3 y 6 minutos, la germinación fué estadísticamente i- gual a la obtenida por las semillas en que se realizó corte de testa lo que implica, una eliminación completa de la latencia. Cuando se hirvieron las semillas la ger- minación fué inferior a la del testigo sin tratamiento y con valores cercanos ó iguales al 0%.

En cuanto a semillas duras, todos los tratamientos aplicados produjeron una fuerte reducción de las mismas a valores menores al 40%. Cuando el tratamiento se aplicó a 82°C o más, prácticamente se eliminaron las semillas impermeables.

Prácticamente no se tuvieron semillas firmes en el experimento, a diferencia de lo obtenido por Rosales (1986) en Acacia saligna. Este autor encontro que el agua

TESTIGOS	PORCENTAJES ALCANZADOS POR LAS SEMILLAS				DIAS AL 75%
	GERMINADAS	DURAS	FIRMES	PODRIDAS	
SIN TRATAMIENTO	14.5	54.5	0.5	30.5	11.17
CON CORTE DE TESTA	75.0	0.0	0.0	25.0	3.90
CUADRO 2: COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES GERMINATIVAS EN SEMILLAS DE <u>Mimosa biuncifera</u> .					

TRATAMIENTOS		PORCENTAJES Y MEDIAS ALCANZADOS POR LAS SEMILLAS								
TEMP.	TIEMPO/NUMERO	GERMINADAS	DURAS	FIRMES	PODRIDAS					
92°C	3 MINTS.	1	0,5	J	1,0	J	0,0	A	09,5	A
	6 "	2	1,5	JK	0,5	G	0,0	A	28,0	A
	9 "	3	0,5	J	0,5	G	0,0	A	90,0	A
	12 "	4	2,0	J	0,5	J	0,0	A	99,5	A
82°C	3 "	5	35,0	CDE	4,0	DEFG	0,0	A	61,0	CD
	6 "	6	15,0	EFGH	3,0	EPJ	0,5	A	81,5	AB
	9 "	7	10,0	GHI	1,5	G	0,5	A	88,0	A
	12 "	8	4,5	HIJ	2,0	FG	0,0	A	93,5	A
72°C	3 "	9	66,5	AD	9,0	DE	1,5	A	23,0	EF
	6 "	10	50,0	AB?	7,5	DEP	3,5	A	39,0	EF
	9 "	11	43,5	B?D	12,5	CDE	0,0	A	44,0	DE
	12 "	12	22,5	DEFG	12,5	CD	0,5	A	64,5	B?
62°C	3 "	13	45,0	D?D	30,0	B	0,0	A	25,0	EF
	6 "	14	43,5	D?D	27,0	B?	3,5	A	26,0	EF
	9 "	15	37,5	B?D	29,0	B	1,0	A	32,5	EF
	12 "	16	33,5	CDEF	30,5	B	0,0	A	36,0	EF
SEMILLA CON CORTE		17	75,0	A	0,0	H	0,0	A	25,0	EF
B L A N C O		18	14,5	F?H	54,5	A	0,5	A	30,5	EF

Cuadro 3 Efecto de la temperatura de inmersión en agua caliente y la duración del tratamiento sobre la germinación, impermeabilidad, mortalidad y firmeza de semillas de *Mimosa biuncifera*. En cada columna las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Tukey, aplicada a datos transformados. Las medias corresponden a datos reales.

caliente elimina la impermeabilidad de las semillas pero no las hacia germinar, para ello era necesario la aplicación de un tratamiento con tiourea al 2%. Esta diferencia permite afirmar que el único mecanismo que inhibe la germinación de las semillas de Mimosa biuncifera es la impermeabilidad de la testa.

Se observó que los tratamientos en los que se registraron los porcentajes mas altos de germinación, el porcentaje de semillas podridas fué inferior al 50% mientras que aquellas con bajo porcentaje de germinación prácticamente todas las semillas murieron, esto es a 82 y 92°C.

La eliminación de la latencia presenta un comportamiento proporcional con la temperatura del tratamiento, pero los efectos letales se comportan en una proporción inversa lo cual concuerda con lo mencionado por Duran et al (1983), donde definen que a mayores temperaturas y tiempos de inmersión mayor es el daño a las semillas (fig. 4).

A los 62°C la germinación es menor por los altos porcentajes de impermeabilidad registrados, por lo tanto los tratamientos que presentaron la menor eliminación de latencia fueron a los 62°C y los más letales entre los 82 y 92°C. Esto concuerda con lo encontrado por Ramírez y Camacho, (1987) en Prosopis juliflora, Leucaena leucocephala, Acacia cyanophylla, y Enterobobium cyclocarpum. Estos autores mencionan que en Delonix regia las temperaturas elevadas (85 y 92°C) incrementan la germinación.

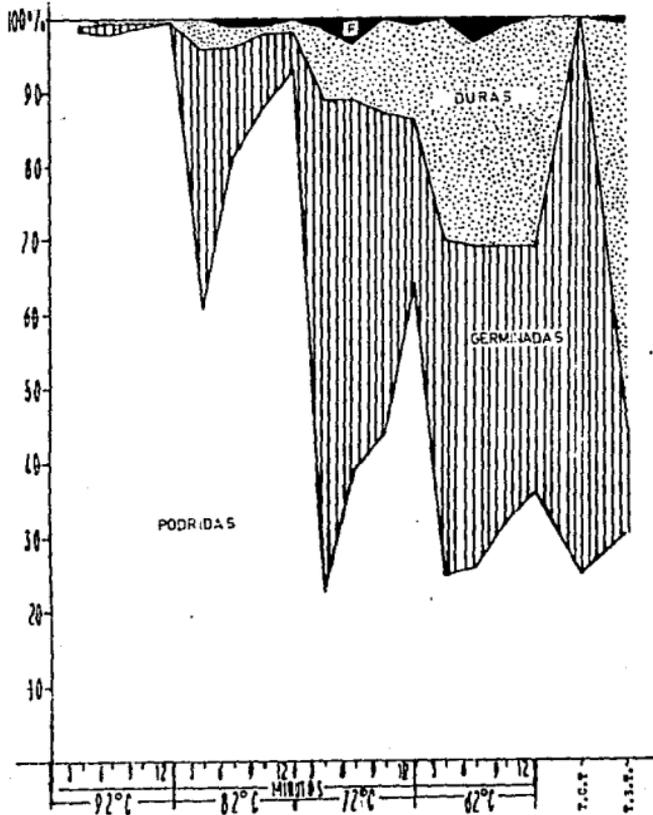


Fig. 4 Efecto del agua caliente a semillas de *Miconia blumeana*.
 T.C.T. - testigo sin tratamiento T.G.T. - testigo con corte de testa

En la temperatura de 62°C la duración del tratamiento en relación al tiempo de inmersión no mostro efectos notables en ninguna variable, ya que los porcentajes obtenidos son estadísticamente iguales, en cambio a los 72 y 82°C los porcentajes de germinación disminuyeron al incrementarse el tiempo de inmersión, con un aumento en el porcentaje de semillas muertas.

Es interesante hacer notar que la germinación a la temperatura de 92°C es nula y por tanto la duración del tratamiento no tuvo efecto.

Mimosa biuncifera es la primer especie en que se registran efectos letales en inmersiones a la temperatura de 72°C por mas de nueve minutos.

La baja germinación general observada en los resultados se puede explicar por el constante y elevado porcentaje de semillas muertas que muy probablemente fué motivado en gran medida por el ataque de insectos.

En cuanto al tiempo de germinación no se puede analizar estadísticamente debido a que las varianzas fueron muy heterogéneas y además se perdieron varias repeticiones debido a que no hubo germinación. Por lo tanto solo se presentan las medias obtenidas y sus correspondientes amplitudes. Respecto a los días al 75% con los tratamientos la germinación ocurrió entre los seis y catorce días (Cuadro 4).

TRATAMIENTOS		VELOCIDAD DE LA GERMINACION	
TEMP.	TIEMPO	MEDIA DE DIAS AL 75%	AMPLITUD
92°C	3 "	-----	-----
	6 "	1.00	0.00 *(1)
	9 "	-----	-----
	12 "	-----	-----
82°C	3 "	6.83	2.12
	5 "	10.79	18.83
	9 "	12.35	21.00
	12 "	23:5	7.00 *(2)
72°C	3 "	9.41	8.91
	6 "	8.14	6.75
	9 "	9.52	7.83
	12 "	9.88	11.81
62°C	3mints.	14.28	12.13
	6 "	13.73	15.18
	9 "	11.35	9.31
	12 "	9.77	4.25
blanco con corte		3.9	1.31
blanco sin corte		11.16	4.25 *(3)

Cuadro 4: Efecto de los tratamientos en la velocidad de germinación en semillas de *Mimosa biuncifera*.
 (+) = número de repeticiones en que se tuvo germinación.

Considerando un elevado porcentaje de germinación, bajo porcentaje de impermeabilidad, mínimos efectos letales de tratamiento y una elevada velocidad de germinación, el tratamiento más adecuado fué a la temperatura de 72°C con un tiempo de inmersión de tres minutos, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Ramírez y Camacho (1987), en Prosopis juliflora y Leucaena leucocephala.

Del resto de los tratamientos la aplicación de 62°C no elimina por completo la impermeabilidad y la aplicación de temperaturas tanto de 82 y 92°C tuvo un efecto letal.

CONCLUSIONES

- Si se presentó latencia física en las semillas de Mimosa biuncifera debido a la impermeabilidad de la testa, la cual se eliminó con inmersiones en agua caliente.
- Las semillas de M. biuncifera murieron con los tratamientos a temperaturas mayores de 82 y 92°C.
- La inmersión a 72°C de tres a seis minutos es un método adecuado para eliminar la latencia física de semillas impermeables, por ser práctico, económico y eficiente, ya que se obtuvo una germinación tan alta como la de las semillas que se les cortó la testa.
- El tratamiento a 72°C durante 12 minutos redujo la germinación.
- En general los porcentajes de germinación menores al 75% se debieron al ataque de insectos que presentaron las semillas desde su recolección.
- La cantidad poco significativa de semillas firmes demostró la ausencia de otros mecanismos de latencia.
- La inmersión a 62°C no permitió la eliminación completa de la impermeabilidad de las semillas.
- Mimosa biuncifera es la primer especie de leguminosas en que se registran efectos letales en inmersiones a la temperatura de 72°C por más de nueve minutos.

A N E X O I

ANALISIS ESTADISTICO DETALLADO.

Los pasos seguidos en el transcurso de la investigación se presentan en el diagrama de flujo de la figura 3. Su diseño tiene por objeto dar a la experimentación un orden lógico así como el obtener información comparable entre los distintos tratamientos con el menor número de manipulaciones experimentales.

Lotes experimentales

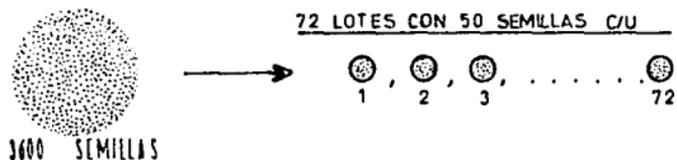
La formación de los diferentes lotes experimentales se realizó en forma aleatoria. El número de semillas con el cual se integro los lotes, fué de cincuenta cada uno. Esta cantidad se determino en base a lo siguiente:

- a) cantidad de material biológico que se tiene
- b) cantidad necesaria -de acuerdo a las dimensiones promedio de las semillas- para sembrar en cajas de petri de diez centímetros de diámetro.
- c) número de tratamientos y cantidad de repeticiones de cada uno.

En total se formaron setenta y dos lotes, constituidos por cincuenta unidades experimentales (semillas) cada uno. Antes de la aplicación de los tratamientos, las semillas se colocaron en bolsas de malla de plástico, lo que facilito la homogeneidad del tratamiento para todas las unidades experimentales.

- Tratamientos

Después de agrupar 3600 semillas en 72 lotes experimentales, con cincuenta unidades experimentales cada uno, se formaron cuatro bloques integrados por 18 lotes cada uno.



	BLOQUE	LOTES EXPERIMENTALES
4 BLOQUES CON 18 LOTES CADA UNO	A	①, ②, ③, . . . ⑦②
	B	⑦③, ⑦④, ⑦⑤, . . . ⑦⑩
	C	⑦⑥, ⑦⑦, ⑦⑧, . . . ⑦⑪
	D	⑦⑨, ⑦⑫, ⑦⑬, . . . ⑦⑱

Los tratamientos se asignaron aleatoriamente a cada lote dentro del bloque correspondiente.

Los datos por tratamiento se esquematizan en la siguiente tabla y posteriormente se describen.

		T R A T A M I E N T O S																	
BLOQUES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A		X _{A1}	X _{A2}	X _{A3}	X _{A4}	X _{A5}	X _{A6}	X _{A7}	X _{A8}	X _{A9}	X _{A10}	X _{A11}	X _{A12}	X _{A13}	X _{A14}	X _{A15}	X _{A16}	X _{A17}	X _{A18}
B		X _{B1}	X _{B2}	X _{B3}	X _{B4}	X _{B5}	X _{B6}	X _{B7}	X _{B8}	X _{B9}	X _{B10}	X _{B11}	X _{B12}	X _{B13}	X _{B14}	X _{B15}	X _{B16}	X _{B17}	X _{B18}
C		X _{C1}	X _{C2}	X _{C3}	X _{C4}	X _{C5}	X _{C6}	X _{C7}	X _{C8}	X _{C9}	X _{C10}	X _{C11}	X _{C12}	X _{C13}	X _{C14}	X _{C15}	X _{C16}	X _{C17}	X _{C18}
D		X _{D1}	X _{D2}	X _{D3}	X _{D4}	X _{D5}	X _{D6}	X _{D7}	X _{D8}	X _{D9}	X _{D10}	X _{D11}	X _{D12}	X _{D13}	X _{D14}	X _{D15}	X _{D16}	X _{D17}	X _{D18}

Tabla 1 : Tabla de tratamientos para el diseño de bloques completos aleatorizados.

a) Tratamiento No. 1

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a1} ; X_{b1} ; X_{c1} ; y X_{d1} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 92°C durante -- tres minutos.

b) Tratamiento No. 2

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a2} ; X_{b2} ; X_{c2} ; y X_{d2} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 92°C durante -- seis minutos.

c) Tratamiento No. 3

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a3} ; X_{b3} ; X_{c3} ; y X_{d3} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 92°C durante -- nueve minutos.

d) Tratamiento No. 4

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a4} ; X_{b4} ; X_{c4} ; y X_{d4} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 92°C durante -- doce minutos.

e) Tratamiento No. 5

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a5} ; X_{b5} ; X_{c5} ; y X_{d5} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 82°C durante -- tres minutos.

f) Tratamiento No. 6

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a6} ; X_{b6} ; X_{c6} ; y X_{d6} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 82°C durante -- seis minutos.

g) Tratamiento No. 7

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a7} ; X_{b7} ; X_{c7} ; y X_{d7} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 82°C durante -- nueve minutos.

h) Tratamiento No. 8

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a8} ; X_{b8} ; X_{c8} ; y X_{d8} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 82°C durante -- doce minutos.

i) Tratamiento No. 9

Se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a9} ; X_{b9} ; X_{c9} ; y X_{d9} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 72°C durante tres minutos.

j) Tratamiento No. 10

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a10} ; X_{b10} ; X_{c10} ; y X_{d10} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 72°C durante seis minutos.

k) Tratamiento No. 11

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a11} ; X_{b11} ; X_{c11} ; y X_{d11} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 72°C durante nueve minutos.

l) Tratamiento No. 12

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a12} ; X_{b12} ; X_{c12} ; y X_{d12} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 72°C , durante doce minutos.

l) Tratamiento No. 13

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a13} ; X_{b13} ; X_{c13} ; y X_{d13} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 62°C , durante tres minutos.

m) Tratamiento No. 14

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a14} ; X_{b14} ; X_{c14} ; y X_{d14} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 62°C , durante seis minutos.

n) Tratamiento No. 15

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a15} ; X_{b15} ; X_{c15} ; y X_{d15} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 62°C , durante nueve minutos.

ñ) Tratamiento No. 16

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a16} ; X_{b16} ; X_{c16} ; y X_{d16} . Los lotes se sometieron a un calentamiento húmedo a través de la inmersión en agua caliente a 62°C , durante doce minutos.

o) Tratamiento No. 17

se aplicó a las semillas de los lotes: X_{a17} ; X_{b17} ; X_{c17} y X_{d17} . Estos lotes no se sometieron a ningún tipo de calentamiento húmedo, solo se les realizó un corte a la teta de las semillas en el extremo en donde se encuentran los cotiledones.

p) Tratamiento No. 18

corresponde a las semillas de los lotes: X_{a18} ; X_{b18} ; X_{c18} y X_{d18} . No se sometieron a ningún tipo de tratamiento previo a la siembra de las semillas.

- Observaciones

diariamente se realizaron observaciones de los diferentes lotes experimentales y se registro el número de semillas germinadas. El criterio adoptado para determinar que la semilla había germinado, fué la emisión de la radícula con una longitud mínima de cinco milímetros.

Al final del experimento, para cada uno de los lotes experimentales, se determinó el número total de semillas que caen dentro de cada una de las siguientes categorías:

a) semillas germinadas

aquellas semillas en las que emergió la radícula. Este valor representa el índice de la capacidad del tratamiento para la eliminación de la latencia.

b) semillas duras

aquellas semillas que no se embebieron y al tocarlas están tan duras como en el momento de haber sido sembradas. Esta categoría evalúa la presencia de impermeabilidad en la testa.

c) semillas firmes

son las semillas que incrementaron sus dimensiones por la absorción de agua pero que no germinaron ni tampoco presentan signos de descomposición. Esta categoría evalúa la presencia de latencia debido a un mecanismo distinto a la impermeabilidad de la testa. También puede considerarse la posibilidad de la falta de germinación por la falta de tiempo.

d) semillas podridas

son aquellas que presentan signos evidentes de descomposición y que al apretarlas emiten un líquido blanquecino. También se considera dentro de esta categoría las semillas que no presentan signos de descomposición, pero al apretarlas sólo tienen aire y son el resultado del ataque de larvas de coleópteros. Por lo anterior el valor de este índice, evalúa los efectos letales de los tratamientos así como el ataque de insectos.

Se dio por terminado el experimento cuando ya no se registra germinación de semillas durante dos días seguidos.

- Análisis estadístico

Para sentar una base objetiva de la evaluación de los diferentes tratamientos, es necesario el análisis estadístico. La comparación de los grupos se realizó mediante el método estadístico llamado análisis de varianzas, que es un procedimiento útil para la cantidad de grupos a evaluar.

Como queremos determinar si los diferentes tratamientos con sus cuatro repeticiones o bloques presentan diferencias estadísticamente significativas, en función de sus efectos sobre el rompimiento de la latencia en semillas de Mimosa biuncifera, se siguió el diseño de bloques al azar.

Para esto, se calculó la varianzas dentro de cada grupo ó tratamiento, la media de varianzas ó varianzas intragrupal o residual debida a la variación aleatoria que se presenta entre las unidades experimentales y posteriormente se calculó la variabilidad ó diferencia entre las medias de los tratamientos o varianzas intergrupales.

Hay ciertas suposiciones que se deben cumplir para que el modelo que se emplea sea válido y para que los resultados del análisis pueda considerarse confiables. Estos supuestos son: Normalidad; Homogeneidad de varianzas; Independencia de medias y varianzas.

a) Normalidad

para la normalidad, afortunadamente las desviaciones de ésta, no afectan la validez del análisis de varianzas.

El número de muestras con las que trabajamos no es muy grande, lo que implica que no hay relación entre las dimensiones de los términos de error y la agrupación experimental a la cual pertenecen. Como medida de seguridad para la no violación de este supuesto, se llevo a cabo la distribución aleatoria adecuada al diseño de bloques al azar.

b) Homogeneidad de varianzas

En referencia a este supuesto, se examino a través de la prueba de Bartlett

c) Independencia de medias y varianzas

frecuentemente, los datos basados en conteos y los que consisten en proporciones y porcentajes, muestran una relación entre varianzas y medias. Si en los datos existe una relación definida entre las medias de las muestras y sus varianzas, se origina comunmente heterogeneidad de varianza. Para solucionar lo anterior se pueden transformar los datos en forma tal que el supuesto de independencia entre varianzas y medias sea válido.

Si no se cumple con los supuestos del análisis de varianza se requerirá transformar los datos. Como estos están basados en conteos se llevará a cabo una transformación angular o arcoseno.

A continuación del análisis de la validez de los supuestos y de ser necesario la transformación de los datos, examinamos si se tienen diferencias por efectos diferenciales entre los tratamientos, empleando una razón de varianzas que tiene una distribución F.

Por último si se tiene evidencia estadística y experimental de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, es necesario contestar las siguientes preguntas: ¿son todas las medias de los tratamientos significativamente distintas unas de otras?, para lo cual se llevará a cabo otra dicitima de medias.

1) Semillas germinadas

Estos valores representan la eficiencia del tratamiento en la eliminación del fenómeno de latencia.

Los resultados se resumen en la tabla No. 2, en la cual adicionalmente se presentan para cada tratamiento los valores que corresponden a los totales, medias, varianzas, y porcentajes de germinación alcanzados. Para cada bloque ó repetición se presentan los totales correspondientes.

Como puede observarse para el tratamiento número cuatro no se registra ninguna semilla germinada en ninguno de los cuatro bloques, motivo por el cual este tratamiento se eliminó en la realización del análisis de varianzas.

Ahora bien, están implícitas en el modelo suposiciones que pueden no ser ciertas en los datos obtenidos en el experimento, por lo cual es necesario que se verifique la no violación de los supuestos de la d^ocima del análisis de varianzas. Para la verificación de los supuestos del modelo estadístico, realizamos pruebas a la heterogeneidad de las varianzas de los grupos de tratamientos a través de la aplicación de la d^ocima de Bartlett.

Los datos de la varianza y sus logaritmos se presentan en la tabla No. 3.

Los valores de χ^2 observada y de la esperada para 16 grados de libertad para diferentes probabilidades se presentan en el siguiente cuadro:

χ^2	probabilidad de obtener un valor igual ó mayor							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	5.812	7.962	9.312	15.33	23.54	26.29	31.99	39.25
OBSERVADA	44.098							

Como se observa, 44.098 excede el valor tabular aún en el nivel de significación del 1%, motivo por el cual resulta muy convincente la evidencia de que las varianzas de los datos experimentales son heterogéneas.

La d'écima de Bartlett nos indica claramente que los datos experimentales violan los supuestos del análisis de varianza mas allá de un límite razonable.

Para solucionar el problema de la violación al supuesto de homoscedasticidad de las varianzas, es necesario emplear una transformación de los datos experimentales, que consiste en realizar un cambio en la escala de medición, lo que ayuda a que los datos experimentales satisfagan los supuestos del modelo estadístico.

La transformación utilizada fué la de "ARC-SENO" debido a que los datos toman formas de porcentaje.

Los datos transformados se presentan en la tabla No. 4. Con esta información realizamos nuevamente la valoración de la homogeneidad de varianzas, con la d'écima de Bartlett.

BLOQUE	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	0	0	0	0	15	4	9	2	32	23	21	19	30	18	18	11	34	1	242
B	1	1	1	0	26	6	4	3	29	24	23	5	27	25	15	20	40	11	261
C	0	0	0	0	12	8	3	1	31	27	23	12	23	23	21	19	41	8	252
D	0	2	0	0	17	12	4	3	41	21	20	9	10	21	21	17	35	9	242
TOTAL	1	3	1	0	70	30	20	9	133	100	87	45	90	87	75	67	150	29	997
X	0.25	0.75	0.25	-	17.50	7.50	5.00	2.25	33.25	25.00	21.75	11.25	22.50	21.75	18.75	16.75	37.5	7.25	
S	0.19	0.54	0.19	-	36.33	11.67	7.33	0.92	25.25	10.00	2.25	34.92	77.67	8.92	8.25	16.25	12.33	18.92	
%ALCANZADO	2.50	1.50	0.50	-	35.00	5.00	10.00	4.50	66.50	50.00	43.50	22.50	45.00	43.50	37.50	33.50	75.00	14.50	

Tabla No. 2: Número de semillas germinadas por bloque y tratamiento.

BLOQUE	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
grupos de libertatis(c)	3	3	3	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51
s^2	0.19	0.54	0.19	-	36.33	11.67	7.33	0.92	28.25	10.00	2.25	34.92	77.67	8.92	8.25	16.25	72.33	15.92	274.93
s^2 codificada	1.9	5.4	1.9	-	363.3	116.7	73.33	9.2	252.5	100.0	22.5	349.2	776.7	89.2	82.5	162.5	723.3	159.2	2749.3
logaritmo de s^2 codificada	0.28	0.73	0.28	-	2.56	2.07	1.86	0.96	2.45	2.00	1.35	2.54	2.89	1.95	1.92	2.21	2.09	2.28	30.42
MEDIA = 161.7 Logaritmo de la media = 2.208773211																			
Tabla No. 2: Varianza y sus logaritmos para los datos correspondientes a la información de las semillas germinadas.																			

BLOQUE	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	0	0	0	0	22.78	11.54	17.46	8.13	34.45	31.95	27.28	25.34	33.2	25.10	25.10	19.37	35.67	5.74	323.63
B	5.74	5.74	5.74	0	30.66	14.19	11.54	9.98	32.58	29.33	28.66	12.92	31.31	30.00	22.79	26.56	39.23	19.37	356.33
C	0	0	0	0	20.27	16.43	9.98	5.74	33.83	31.31	28.66	22.27	28.66	28.66	27.28	25.34	39.02	16.43	333.18
D	0	8.13	0	0	24.35	20.27	11.54	9.98	39.82	27.28	26.56	17.46	13.44	27.28	27.28	24.35	36.27	17.46	336.47
TOTAL	5.74	13.07	5.74	0	98.07	62.42	50.52	33.83	140.65	119.37	11.16	76.49	11.62	11.04	102.42	96.12	150.99	59.20	1349.61
\bar{X}	1.43	3.47	1.43	-	24.52	15.60	12.63	8.46	35.17	29.57	27.79	19.12	27.92	27.78	25.61	24.03	37.75	14.79	
SE	6.19	2.96	6.19	-	19.59	13.67	10.91	4.04	10.21	4.45	1.10	29.22	43.30	4.38	4.60	10.50	4.33	37.96	
ALCANZADO																			

Tabla No. 4: Datos transformados a "ARCO-SENO" que corresponden al número de semillas germinadas por bloque y tratamiento.

Los valores de χ^2 observada, con los datos transformados, así como la esperada para los 16 grados de libertad, se presentan en el siguiente cuadro:

χ^2	probabilidad de obtener un valor igual ó mayor							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	5.612	7.962	9.312	15.33	23.54	26.29	31.99	39.25
OBSERVADA	17.358							

Como se puede observar los datos transformados no violan el supuesto de homogeneidad de varianzas, ya que el valor de la χ^2 observada es solamente mayor al nivel de significación del 50%, por lo cual se puede realizar el análisis de varianza con confianza.

El análisis de varianza obtenido con los datos de la tabla No. 4, se presenta en el cuadro siguiente:

FUENTE	G.L	SC	CM	F	
				OBSERVADO	REQUERIDO
tratamientos	16	8373.732	523.3583	38.0254	5% 1.86 1% 2.40
bloques	3	33.331	11.1104		
error	48	660.643	13.7634		
T O T A L	67	9067.706			

Se observa que los grados de libertad (G.L.), correspondientes a los tratamientos son 16 y no 17, debido a la eliminación del tratamiento número 4. Para los bloques el número de grados de libertad son tres. El número total de grados de libertad son 67 por lo cual los correspondientes al error son el resultado de la diferencia entre el total y la suma de los que tienen los bloques y los tratamientos.

La media de los cuadrados (CM), término que estima la varianza asociada con la variabilidad intra e intergruppal, se calcula dividiendo el valor de la suma de cuadrados (SC) entre los grados de libertad asociados.

Dividiendo el valor de la media de cuadrados de los tratamientos con el valor de la media de cuadrados del error, se obtiene el valor "F". Puesto que el valor "F" observado excede al requerido aún para el nivel de significación del 1%, se puede afirmar que existen diferencias reales entre los tratamientos. Sobre la base de esta decisión se puede establecer que se tiene evidencia estadística y experimental de que existe una diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

La planificación del experimento diseñado para evaluar los efectos de diferentes tratamientos en el rompimiento de latencia, permite formular varias preguntas que se pueden contestar mediante la separación de las medias obtenidas. (tabla No. 4)

El valor "F" altamente significativo, obtenido de los datos transformados de semillas germinadas, indicó una respuesta diferente de las unidades experimentales a los tratamientos y para responder a la pregunta ¿qué medias de los tratamientos son significativamente diferentes entre sí?, realizamos su separación mediante el empleo de la dócima de Tukey.

En ésta prueba estadística para conseguir la Diferencia Mínima Honesta (DMH), primeramente obtenemos los valores que se muestran en la tabla siguiente y que corresponden a los percentiles de la distribución "q" para 48 grados de libertad del error y 17 tratamientos.

SEMILLAS	G.L. del ERROR.	NUMERO DE TRATAMIENTOS	Nivel de significación para los valores de "q"			
			99%	95%	5%	1%
GERMINADAS	48	17	1.99	2.38	5.22	6.07

El nivel de significancia considerado eficiente para la realización de la prueba estadística es del 5%, por lo cual para la determinación de la "DMH", se toma el valor de 5.22.

En la tabla No. 5 se muestra la "DMH" para las comparaciones de medias.

T R A T A M I E N T O S

	17	9	10	13	11	16	15	5	14	12	6	18	7	8	2	3	1
\bar{X}	37.7	35.1	29.9	27.9	27.79	27.76	25.6	24.5	24.0	19.1	15.6	14.7	12.6	8.45	3.47	1.43	1.43
DMN=322																	
	A	AB	ABC	BCD	BCD	BCD	BCD	CDE	CDEF	DEFG	ETGH	FGH	GHI	HIJ	IJ	J	J

Tabla No. 5: Comparación de las medias obtenidas de los datos transformados de semillas germinadas con una diferencia mínima honesta igual a 5.22

2) Semillas duras

Estos valores representan la presencia de impermeabilidad y por tanto la deficiencia del tratamiento en la eliminación de la latencia.

Los resultados se resumen en la tabla No. 6, en la que también se presentan las medias, varianzas y porcentajes de semillas duras por tratamiento. Como puede observarse para el tratamiento número 17, no se registra ninguna semilla dura en ninguno de los cuatro bloques, motivo por el cual este tratamiento se elimina del análisis de varianzas.

Para la verificación de los supuestos del modelo estadístico, se realizó la prueba de la heterogeneidad de varianzas a través de la fórmula de Bartlett. Los valores de la χ^2 observada y la esperada para 16 grados de libertad se presentan en el siguiente cuadro.

χ^2	PROBABILIDAD DE OBTENER UN VALOR IGUAL O MAYOR							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	5.812	7.962	9.312	15.3	21.54	26.29	31.99	33.25
OBSERVADA	48.568							

Como puede observarse, el valor de la χ^2 observada -- 48.568, excede el valor tabular aún en el nivel de significación del 0.1%, por lo cual resulta bastante evidente la heterogeneidad de las varianzas. Es necesario al igual que con los datos de las semillas germinadas, llevar a cabo la transformación de "arco-seno" de los datos obtenidos. Los datos transformados se presentan en la tabla número siete.

BLOQUES	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL POR BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	1	0	1	0	2	1	2	1	5	3	6	5	12	12	10	13	0	30	104
B	1	0	0	0	1	3	0	3	3	4	8	8	15	14	19	18	0	30	127
C	0	0	0	1	3	1	0	0	6	5	8	5	10	15	16	15	0	23	108
D	0	1	0	0	2	1	1	0	4	3	3	7	23	13	13	15	0	26	112
TOTALES POR TRATAMIENTO	2	1	1	1	8	6	3	4	18	15	25	25	60	54	58	61	0	109	451
\bar{X}	.5	.25	.25	.25	2	1.5	.75	1	4.5	3.75	6.2	6.2	15	13.5	14.5	15.2	-	27.2	112.75
S^2	.16	.19	.19	.19	.67	1	.54	1.3	1.67	.925	5.82	2.25	32.6	1.6	15	4.25	-	11.5	
% ALCANZADO	1	.5	.5	.5	4	3	1.5	2	9	7.5	12	12.5	30	27	29	30.5	-	54.5	

Tabla No. 6. Número de semillas "DURAS" por bloque y tratamiento.

BLOQUES	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL POR BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	5.7	0	5.7	0	8.1	5.7	8.1	5.7	12.9	10	14.2	12.9	20.3	20.3	18.4	21.1	-	33.2	202.3
B	5.7	0	0	0	5.7	10	0	10	10	11.5	16.4	16.4	22.8	22	25.8	25.1	-	33.2	214.6
C	0	0	0	5.7	10	5.7	0	0	14.2	12.9	16.4	12.9	18.4	22.8	23.6	22.8	-	28.7	194.1
D	0	5.7	0	0	8.1	5.7	5.7	0	1.5	10	10	15.3	28.7	21.1	21.1	22.8	-	30.7	196.4
TOTALES POR TRATAMIENTO	11.4	5.7	5.7	5.7	31.9	27.1	13.8	15.7	48.6	44.4	57	57.5	90.2	86.2	88.9	91.8	-	125.8	807.4
\bar{X}	2.87	1.43	1.43	1.43	7.99	6.8	3.4	3.9	12	11.1	14.2	14.2	22.5	21.5	22.2	22.9	-	31.4	
S^2	5.34	6.08	6.08	6.08	3.1	4.6	8.8	13.3	3.27	1.9	9.1	3.12	0	1.18	10.2	2.7	-	14.2	
% ALCANZADO																			

Tabla No. 7. DATOS TRANSFORMADOS A "ARCO-SENO" que corresponden al número de semillas duras por bloque y tratamiento.

Con los datos transformados, la valoración de la homogeneidad de varianzas se presenta en el siguiente cuadro.

χ^2	probabilidad de obtener un valor igual ó mayor							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	5.812	7.962	9.312	15.338	23.54	26.29	31.99	39.25
OBSERVADA	14.1126844							

La transformación de los datos no observa una " χ^2 " solamente mayor al nivel de significación del 90%, por lo que ahora se puede realizar el análisis de varianza. Los resultados del modelo estadístico se presentan en seguida.

FUENTE	G.L	SC	CM	VALOR "F"	
				Observado	Esperado
Tratamientos	16	5661.8507	353.86567	41.89522032	$\frac{F}{F_{90\%}}$ 2.40 $\frac{F}{F_{95\%}}$ 1.86
Bloques	3	14.902294	4.9674315		
Error	48	405.42935	8.4464449		
T O T A L	67	6082.1823			

El valor "P" observado excede al requerido aún para el nivel de significación del 1%, por lo cual se puede afirmar que si existen diferencias reales entre los tratamientos para la obtención de semillas duras.

La separación de medias obtenidas se presenta en la tabla número ocho, en la cual la comparación se realizó contra una diferencia mínima honesta igual a 7.58

T R A T A M I E N T O S

	18	16	13	15	14	12	11	9	10	5	6	8	7	1	4	3	2
\bar{X}	31.43	22.95	22.5	21.5	21.54	14.4	14.25	12.15	11.1	7.99	6.80	3.93	3.47	2.87	1.43	1.43	1.43
DMH = 7.58																	
	A	B	B	B	BC	CD	CDE	DE	DEF	DEFC	EFC	FC	C	C	C	C	C

Tabla No. 8. Comparación de las medias obtenidas de los datos transformados de semillas "DURAS" con una diferencia mínima honesta igual a 7.58

3) Semillas firmes

Esta categoría evalúa la presencia de un mecanismo diferente a la impermeabilidad de la testa, que es causante del fenómeno de latencia en las semillas de Mimosa biuncifera.

Los resultados se resumen en la tabla número nueve, en la cual también se presentan las medias, varianzas y porcentajes alcanzados por las semillas firmes para cada uno de los tratamientos. Como puede observarse, para los tratamientos, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 13, 16, y 17, no se registra ninguna semilla firme en ninguno de los cuatro bloques, motivo por el cual estos diez tratamientos se eliminan del análisis de varianzas.

Para la verificación del supuesto de homocedasticidad de varianzas, se realizó la aplicación de la dística de Bartlett. Los valores de la " χ^2 " observada y esperada para siete grados de libertad, se presentan en el siguiente cuadro.

χ^2	Probabilidad de obtener un valor igual o mayor							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	1.239	2.167	2.833	6.346	12.01	14.06	18.47	24.32
OBSERVADA	16.81154199							

El valor 16.81 correspondiente a la " χ^2 " observada, ---excede el valor tabular al nivel de significación del 5%, no tuvo por el cual es conveniente considerar heterogeneidad en la varianza de los datos, por lo cual es necesario realizar la transformación de los datos.

BLOQUES	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL POR BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	4
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	6
C	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
D	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	4	0	0	0	1	10
TOTALES POR TRATAMIENTO	0	0	0	0	0	1	1	0	3	7	0	1	0	7	2	0	0	1	23
\bar{X}	-	-	-	-	-	.25	.25	-	.75	1.7	-	.25	-	1.7	.5	-	-	.25	5.75
S^2	-	-	-	-	-	.19	.19	-	.54	3.5	-	.19	-	1.9	.17	-	-	.19	
% ALCANZADO	0	0	0	0	0	.5	.5	0	1.5	3.5	0	.5	0	3.5	1	0	0	.5	

Tabla No. 9. Número de semillas firmes por bloque y tratamiento.

Los datos transformados se presentan en la tabla número diez. La valoración de la heterogeneidad de varianzas de los datos transformados, se presentan en el siguiente cuadro.

χ^2	Probabilidad de obtener un valor igual o mayor							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	1.239	2.167	2.833	6.346	12.01	14.06	18.4	24.3
OBSERVADA	3.93779349							

La " χ^2 " observada es solamente mayor al nivel de significación del 90%, por esta razón se considera que los datos transformados no violan el supuesto de homogeneidad de varianzas. El análisis de varianzas de los datos de la tabla No. 10, se presenta en seguida.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	VALOR DE "F"	
				observado	requerido
Tratamientos	7	105.50386	15.071980	1.0092192	5% 2.49 1% 3.65
Bloques	3	62.111493	20.703831	1.3863277	
Error	21	313.62025	14.934237		
T O T A L	31	481.23561			

BLOQUES	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL POR BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	0	0	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0	0	0	8.1	5.7	0	0	0	19.5
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	0	0	0	5.7	0	0	0	0	18.6
C	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	0	0	0	0	0	5.7	0	0	0	13.8
D	0	0	0	0	0	5.7	0	0	5.7	8.1	0	5.7	0	11.5	0	0	0	5.7	42.4
TOTALES POR TRATAMIENTO	0	0	0	0	0	5.7	5.7	0	13.8	21	0	5.7	0	25.3	11.4	0	0	5.7	94.3
\bar{X}	-	-	-	-	-	1.42	1.42	-	3.45	5.25	-	1.42	-	3.43	2.85	-	-	1.42	
S^2	-	-	-	-	-	5.11	5.11	-	8.9	22.2	-	6.11	-	5.66	5.41	-	-	5.11	
% ALCANZADO																			

Tabla No. 10. Datos transformados a "ARCO-SENO" que corresponden al número de de semillas firmes por bloque y tratamiento.

El valor "F" obtenido no es mayor al requerido ni aún - al nivel de significación del 10%, motivo por el cual se está en posibilidad de afirmar que no existen diferencias reales entre los diferentes tratamientos, en cuanto a las semillas firmes.

La separación de medias obtenidas se presenta en la tabla número once, en la cual la comparación se realizó considerando una diferencia mínima honesta igual a 9.22

T R A T A M I E N T O S													
	14	10	9	15	18	12	7	6					
\bar{X}	6.35	5.26	3.47	2.87	1.43	1.43	1.43	1.43					
DMH = 9.22													
	A	A	A	A	A	A	A	A					

Tabla No. 11. Comparación de las medias obtenidas de los datos transformados de semillas "FIRMES" con una diferencia mínima honesta de 9.22

4) Semillas podridas

Son las semillas que no germinan por presentar descomposición por ataque de hongos, por lo cual esta variable evalúa los efectos letales de los tratamientos. Hay que considerar que la falta de germinación también se puede deber al ataque de insectos que presentaban las semillas desde el momento de su colecta.

Los resultados se resumen en la tbla No. 12, en la cual se presentan las medias, varianzas y porcentajes alcanzados en cada uno de los tratamientos. Como se puede observar, en todos los bloques y tratamientos, se registran semillas podridas, por lo que el análisis de varianzas se realizó con los 18 tratamientos.

La verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas para 17 grados de libertad se presenta en seguida.

χ^2	Probabilidad de obtener un valor igual o mayor							
	.99	.95	.90	.50	.10	.05	.01	.001
ESPERADA	6.408	3.672	10.02	16.34	24.77	27.59	33.41	40.6
OBSERVADA	29.93328133							

Como se puede apreciar, la " χ^2 " observada es solamente mayor al nivel de significación del 5%, por lo cual es convincente la homogeneidad de varianzas, por lo cual no es necesario realizar la transformación de los datos.

BLOQUES	T R A T A M I E N T O S																		TOTAL POR BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	49	50	49	50	33	45	38	47	13	19	23	26	8	18	21	26	16	19	550
B	48	49	49	50	23	41	46	44	18	17	19	37	8	10	16	12	10	9	506
C	50	50	50	49	35	41	47	49	11	18	19	33	17	12	12	16	9	19	537
D	50	47	50	50	31	35	45	47	4	24	27	33	17	12	16	18	15	14	536
TOTALES POR TRATAMIENTO	197	196	198	199	122	163	176	187	46	78	88	129	50	52	65	72	50	61	2129
\bar{X}	49.2	49	49.5	49.7	30.5	40.7	44	46.7	11.5	19.5	22	32.2	12.5	13	16.2	18	12.5	15.6	532.25
S^2	.92	2	.33	.25	26.6	135	16.6	4.2	31.6	9.67	146	20.9	27	12	13.5	34.6	12.3	22.9	
% ALCANZADO	98.5	98	99	99.5	61	81.5	88	93.5	23	39	42	54.5	25	26	72.5	36	25	30.5	

Tabla No. 12. Número de semillas podridas por bloque y tratamiento.

El análisis de varianza de los datos de la tabla No. 12 se muestra en el siguiente cuadro.

FUENTE	G.L	S.C	C.M	VALOR DE "F"	
				OBSERVADO	REQUERIDO
TRATAMIENTOS	17	16258.403	956.37663	65.608291	1% 2.39 5% 1.85
BLOQUES	3	57.819444	19.273148	1.3221552	
ERROR	51	743.43055	14.577069		
T O T A L	71	17059.653			

El valor "F" observado excede al requerido aún al nivel de significación del 1%, por lo que se puede afirmar que si existen diferencias reales entre los tratamientos. La separación de medias obtenidas se presenta en la tabla No. 13. La comparación se realizó considerando una diferencia mínima h nesta igual a 10.06

Por último se presentan los cuadros 5, 6 y 7, en los cuales se resumen los porcentajes alcanzados por las variables y el resultado de las pruebas estadísticas relativas a la transformación.

T R A T A M I E N T O S																		
	4	3	1	2	8	7	6	12	5	11	10	16	15	18	14	17	13	9
\bar{X}	49.75	49.5	49.25	49	46.75	44	40.75	32.25	30.5	22.0	19.5	18	16.25	15.25	13	12.50	12.1	11.1
DMH = 10.06																		
	A	A	A	A	A	A	AB	BC	CD	DE	EF	EF	EF	EF	EF	EF	EF	EF

Tabla No. 13. Comparación de las medias obtenidas de los datos de semillas "PODRIDAS" con una diferencia mínima honesta igual a 10.06

CONDICION	PORCENTAJE DE SEMILLAS:			
	GERMINADAS	DURAS	PIRES	FORIDAS
92°C	0.625	0.625	0.0	98.75
82°C	16.125	2.625	0.250	81.00
72°C	45.625	10.375	1.375	42.625
62°C	39.875	29.125	1.25	29.875
CORIE DE TESTA	75.0	0.0	0.0	25.0
B L A N C O	14.5	54.5	0.5	30.5

Cuadro N. 5: Total de porcentajes alcanzados en los diferentes bloques que integraron la prueba experimental, en donde solamente se considera la temperatura y el tiempo de inmersión no omito.

VARIABLES	χ^2	Probabilidad de obtener un valor igual ó mayor										
		0.001	0.005	0.010	0.025	0.05	0.10	0.25	0.50	0.90	0.95	0.99
GERMINADAS G.L=16	E	39.252	34.267	31.99	29.845	26.296	23.541	19.369	15.33	9.312	7.962	5.912
	O.R	44.039										
	O.T	17.358										
DURAS G.L=16	E	39.252	34.267	31.99	29.845	26.296	23.541	19.368	15.33	9.312	7.962	5.912
	O.R	48.569										
	O.T	14.113										
FIRMES G.L=7	E	24.322	20.277	18.475	16.012	14.0671	12.017	9.0371	6.346	2.833	2.157	1.239
	O.R	16.911										
	O.T	3.939										
PODRIDAS G.L=17	E	30.790	35.719	33.408	30.191	27.597	24.769	20.498	16.34	10.085	9.672	6.259
	O.R	29.933										
	O.T	39.835										

Cuadro No. 6. Efecto de la transformación de arco-seno sobre la homocedasticidad de varianzas, de acuerdo con la prueba de Bartlett en la evaluación de los tratamientos aplicados a *M. blanda*. "E" (valores esperados), "O.R" (valores observados sin transformación) "O.T" (valores observados con transformación).

VARIABLES	VALORES SIN TRANSFORMACION						VALORES CON TRANSFORMACION							
	χ^2	$\alpha_1 =$ 0.01	$\alpha_2 =$ 0.025	$\alpha_3 =$ 0.05	obs.			χ^2 arco-seno	$\alpha_1 =$ 0.01	$\alpha_2 =$ 0.025	$\alpha_3 =$ 0.05	obs.		
					α_1	α_2	α_3					α_1	α_2	α_3
GERMINADAS GL. 16	39.454111	31.999	28.845	26.296	S	S	S	21.41912319	31.999	28.845	26.296	NS	NS	NS
DURAS GL. 16	48.568350	31.999	28.845	26.296	S	S	S	14.1126844	31.999	28.845	26.296	NS	NS	NS
FIRMES GL. 7	16.209122	18.475	16.012	14.067	NS	S	S	3.63313002	18.475	16.012	14.067	NS	NS	NS
PODRIDAS GL. 17	29.32299	33.408	30.191	27.587	NS	NS	S	39.834734	33.408	30.191	27.587	S	S	S

*Nota: "NS" = no significativo "S" = significativo.

Cuadro 7. Efecto de la transformación de arco-seno sobre la homocedasticidad de varianzas, de acuerdo con la prueba de Bartlett en la evaluación de los tratamientos aplicados a Mimosa biuncifera.

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

- Atwater, B.R. 1980. Dormancy and morphology of seeds of herbaceous ornamental plants. *Seed Sci. and Technol.* 8(4):523-573
- Bhalla, P.L. and Slatter, H. D. 1984. Callose deposits make - clover seeds impermeable to water. *Ann. of Bot.* 53(1):125-128
- Bonner, F.T.;McLenore, B. F. and Barrett, J.P. 1974. Presowing treatment of seed to speed germination. En:Shoopmeyer, C.S. (Ed) *Seed of woody plants in the United States. Agric. Hand - Book No. 450.* 126-135 pp.
- Brent, R.E. McKee, G.W, and Cleveland, R. 1971. Effect of a - chemical and physical treatment on hard seeds of perngift --- crownvetch. *Crop. Sci.* 11: 1-6
- Brito, N.R. 1980. Tratamiento a la semilla de tres especies - de zonas áridas y su influencia en la germinación. Tesis prof. Ing. Agron. Esp. en bosques. UACH. México. 72p.
- Camacho, M.F. 1987. Dormición de semillas; aspectos generales y tratamientos para eliminarla. Tesis prof. Ing. Agron. Esp. en Fitotécnica. Univ. Autónoma de Chapingo. Méx.174pp.
- Copeland, L.C. 1976. Principles of seed science and technology. Burger publishing Company. USA. 369p.
- Crewford, A.E. 1977. Phytotoxicity theshould levels of microwave treatment radiation for Tripholium and Medicago seeds. --- *Seed Sci. and Technol.* 5(4): 671-676.
- Creeker, W. and Barton, B. 1957. Physiology of seeds; an introduction to the experimental study of seed germination problem *Chronica Boteny Company.* USA. 267p.
- Doren, J.C.;Bolend, D.J.; Turn, J.W. y Gunn, B.V. 1983. Manuel de semillas de acacias de zonas secas. FAO. Italia. 114p.
- Fairlamb, J. and Davidson, J. 1976. Germination of teak seed- preliminary evidence of a chemical inhibitor. En Asakawa, S - (Ed.) *Proceedings of a Second International Symposium of Physiology of seed germination.* Japón. 73-80 pp.

Forbs y Reyes, A. 1967. Manual de selvicultura. 4a. Ed. Inst. Nal. de Des. y Aprcv. Pers. 251p.

Gentry, H.S. 1957. Los pastizales de Durango. Estudio ecológico, fisiográfico y florístico. Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 361p.

González-Medrano, P. et. al. 1971. Vegetación de la zona de influencia. In: Estudio Ecológico de la zona de los A. Tamaulipas. 3er. Informe del Instituto de Biología, UNAM-SRH, Méx.

Gouge, G.J. and Bains, E.R. 1979. Seed coat scarification on Albizia julibrissin Durazz., by natural mechanism. Journal of Amer. Soc. Hort. Sci. 104(3): 414-423.

Grether, R. 1962. Aspectos ecológicos de Mimosa bitucifera y Mimosa monarcistra en el noroeste del Estado de Guanajuato. - Boletín de la Sociedad Botánico de México. (43): 43-60 pp.

Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1971. Propagación de plantas; - principios y prácticas. Trad. Marino, A.A. CECOSA. México.

Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. Seed Sci. and Technol. 5(3): 353-425 pp.

Humphrey, R.R. 1956. The desert grassland. A history of vegetational change and analysis of causes. Bot. Rev. 24(4): 193-251. pp.

ISTA, 1960. Manual para evaluación de plántulas en análisis de germinación. Trad. Lobo, M. y Martínez, L. INSPV. España. 130 p.

Johnston, M.C. 1963. Past and present grassland of southern Texas and northeastern of México. Ecology 44(3): 456-466 pp.

Jordan, L.S. and Jordan, J.L. 1982. Effects of prechilling on Convolvulus arvensis L. seed coat and germination. Ann. of -- Bot. 49(3): 421-423 pp.

Khan A.A. 1977. Seed dormancy changing concepts and theories. En: Khan, A.A. Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy - and Germination. Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda. 283-316 pp.

Koller, D. 1959. Germination. Sci. Amer. 200(4): 75-84 pp.

Kreyszing, E. 1982. Introducción a la estadística matemática, principios y métodos. Ed. Limusa. 291-314 pp.

Lewis, J.A.; Papavizas, G.C. and O'Neil, W.R. 1979. Effect of seed immersion in organic solvent on germinability. Journal - of Agricultural Science UK. 92(3): 563-570 pp.

Little, T.M. y Hills, P.J. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. Anatolio de Paula Creg po. Trillas. México.

Liu, N.Y.; Khatamian, N. and Pretz, T.A. 1981. Seed coat structure of three woody legume species after chemical and physiological treatments to increase seed germination. Journal of Amer. Soc. for Agri. Sci. 106(5): 691-694.

Martin, J.A. y Yarnel, J.A. 1962. Problemas y recompensas en el mejoramiento de semillas en USDA. Anuario de Agricultura - Ed. CECOSA, México.

Martinez, M. 1956. Nombres vulgares y científicos de plantas del Estado de México. Direcc. de Agricultura y Ganadería, Gobierno del Estado de México. No. 68 México. 102 p

Matuda, M.E. 1981. Las leguminosas del Estado de México. Dirección de Recursos Naturales. Gobierno del Estado de México No. 272, México.

McDunough, D. 1977. Seed physiology. Range Sci. 4: 155-184pp.

Mott, J.J. and McKeon, G.M. 1979. The effect of heat treatment in breaking hardseedness in four species of Stilosanthea. Seed Sci. and technol 7(1): 15-25

Nelson, S.O.; Krugman, S.L.; Stetson, E.W.; Belcher, D.; Forks R.B.; Stone, R.B.; Pettibone, C.A. and Goodenough, A. 1980. - Germination responses of pine seeds to radiofrequency, infrared and plasma radiation treatment. *Forest Science*. 26(3): 377-388 pp.

Nieto, P.J. 1984. *Biostatística*. Cia. Ed. CEGSA. México.

Nikoleeva, M.G. 1977. Results of the study of the dormancy of seeds, *Botanicheskii Zhurnal*. 62(9): 1350-1358

Niembro, R.A. 1979. *Semillas Forestales*. PATENA. México. 137p

Nokolaeva, G.M. 1969. Physiology of seed dormancy in seeds. - Trad. Shapiro S. IPST. Press. Israel. 220p.

Nikolaeva, G.M. 1969. Factors controlling the seed dormancy pattern. En: Khan, A.A. (Ed.) *Physiology and Biochemistry of the Seed Dormancy and Germination*. Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda. 50-73 pp.

Nikolaeva, G.M.; Polyakova, E.N.; Razumova, M.V. and Askochenskaya, N.A. 1978. Mecanismos que inhiben la germinación de las semillas de Caranga arborenses. *Forat. Abst.* 42:ref. 351

Ramírez, O.G. 1985. Ruptura de la latencia de diferentes semillas de leguminosas mediante tratamientos con agua caliente. Tesis prof. Biólogo. Fac. Ciencias. U.N.A.M. 103 p.

Ramírez, O.G. y Camacho, M.F. 1987. Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. *Biol.* 16(1-4): 37-42.

Reyes, C.P. 1987. *Diseño de experimentos agrícolas*. Ed. Trillas. 344 p.

Rolston, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. *The Bot. Rev.* 4(3): 365-396.

- Rosales, M.P. y Canacho, M.F. 1986. Problemas en la reproducción de plantas que pueden colonizar suelos degradados en Naucalpan, Estado de México. ENEP-Iztacala. UNAM. Méx. p 47-48.
- Rosales, M.P. 1986. Efecto de tratamientos termicos en pre- siembra de semilla dura e impermeable del genero Acacia salig na Labill. H. Wendl. Tesis Prof. Ing. Agr. FESC-UNAM. 83p.
- Rzedowski, J. 1965. Vegetación de San Luis Potosi. Acta Ci. - Potos. (1-2): 5-291
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contr. Univ. Mich. Herb. 9(1): 1-123
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México.
- Rzedowski, J. and Rzedowsky, C.G. 1979. Flora fanerogámica -- del Valle de México. Vol. I Ed. CEGSA, México. 284-285 pp.
- Sanchez, S.O. 1976. Flora del Valle de México. 3a. Ed. Herre- ro S.A. México. 200-201 pp.
- Scagel, R.F. et. al. 1980. El reino vegetal. Ed. Omega, S.A. Barcelona España.
- Scheffler, W.G. 1981. Bioestadística. Ed. Fondo Educativo Inte- ramericano. México. 122-163 pp.
- Scott, G.H. 1957. Los pastizales de Durango. Estudio ecológi- co, fisiográfico y florístico. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 280 p.
- Spiegel, M.R. 1969. Estadística, teoría y problemas. Ed. --- Schaum McGraw-Hill. 357 p.
- Taylorson, R.B. and Hendricks, S.B. 1977. Dormancy in seeds. An. Rev. Plant. Physiol. 28: 331-354.
- USDA. 1952. Testing agricultural and vegetable seeds. Agric.- Hand Book. No. 30. 440 p.
- Valdes, G.J. et. al. 1973. Estudio ecológico de la vegetación de la cuenca del rio de la Laja, Estado de Guanajuato. Informe del Instituto de Biología, UNAM-SRH. México. 79p.

Vázquez, Y.C. and G. Pérez. 1977. Notas sobre la morfología, anatomía de la testa y la fisiología de las semillas de Enteolobium cyclocarpum. Turrialba 27(4): 427-430 pp.

Vazquez, Y.C. 1976. Estudios sobre la ecofisiología de la germinación de la zona cálido húmeda de México. En: González, P.A. (Ed.) Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. CECSA. México. 279-387 pp.

Vidaver, W. 1977. Light and seed germination. En: Khan, A.A. (Ed.) The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda

Wayne, W.D. 1988. Bioestadística. Ed. Limusa Méx., 283-354 pp.

Williams, P. 1982. Razonamiento estadístico. Ed. Interamericana. México. 72-96 pp.

Zhang, L.; Gou, W.W. and Cheng, Y.S. 1981. (Investigación experimental acerca de la fisiología de la pérdida de la dormición de semillas de pino coreano). Forst. Abst. 46: ref. 608.

Zwan, J.G. 1978. Effects of hot water treatment and scarification in blackwood (Acacia melanoxylum) seed. South Africa — Forst, Jour. 105: 40-42 pp.