



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

Facultad de Ciencias

**RUPTURA DE LA LATENCIA DE DIFERENTES
SEMILLAS DE LEGUMINOSAS MEDIANTE
TRATAMIENTOS CON AGUA CALIENTE**

T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G A

P r e s e n t a

MARIA GUADALUPE RAMIREZ ORTA



México, D. F.

1985



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.

C O N T E N I D O

	PAG.
RESUMEN.....	1 y 2
INTRODUCCION.....	3-8
ANTECEDENTES.....	9-32
MATERIALES Y METODOS.....	33-46
RESULTADOS.....	47-71
DISCUSION.....	72-80
CONCLUSIONES.....	81
SUGERENCIAS.....	75-77 y 80
REFERENCIAS.....	82-88
ANEXO A (Caracterfsticas de las especies).....	89-98
ANEXO B (Agrupación de medidas y diferencia mínima honesta de las especies).....	99-103

RESUMEN

Las semillas de 6 especies de la familia de las leguminosas; Acacia cyanophylla, Delonix regia, Enterolobium cyclocarpum, Erythrina americana, Leucaena leucocephala, y Prosopis juliflora, fueron sometidas a un tratamiento con agua caliente, en el cual se probaron 4 temperaturas (65, 75, 85, y 92°C; ésta última a punto de ebullición) y 4 tiempos (3, 6, 9, y 12min). De los intervalos explorados, la temperatura resulta ser el factor con más efecto sobre las semillas.

Se sugiere para romper la impermeabilidad de las semillas, y obtener una germinación satisfactoria sin riesgos de dañar la semilla, un tratamiento con temperaturas de 75°C, 6min de inmersión en Acacia cyanophylla; aunque para esto es necesario un segundo tratamiento, reguladores del crecimiento o estratificación en frío, para eliminar otro tipo de latencia; 75°C, 6-12min u 85°C, 3min en Enterolobium cyclocarpum; 75°C, 6-9min en Prosopis juliflora; en Delonix regia los mejores resultados se obtienen con temperaturas superiores a las antes mencionadas (85 o 92°C, 3-12min). En Erythrina americana el mejor tratamiento, 75°C, 3min, estimuló la germinación, aunque permanece un por--

centaje considerable de semillas duras. En Leucaena leucocephala con 65°C,6-12min y 75°C,3-12min se obtiene una buena germinación, la cual es acompañada por una cantidad, aunque mínima, pero significativa, de semillas duras.

Temperaturas y tiempos menores a los mencionados en cada especie (los óptimos) resultan ser ineficaces para el rompimiento de la impermeabilidad de las semillas; por el contrario, el efecto de temperaturas y tiempos superiores al óptimo, es letal.

RUPTURA DE LA LATENCIA DE DIFERENTES SEMILLAS DE LEGUMI
NOSAS MEDIANTE TRATAMIENTOS CON AGUA CALIENTE

INTRODUCCION

La familia de las leguminosas está constituida aproximadamente por 650 generos y 18.000 especies. Estas se distribuyen en zonas templadas, tropical húmedas, áridas, tierras altas, tierras bajas, sabanas, y aunque en menor número también las hay acuáticas.

La familia se divide en tres subfamilias:

CAESALPINIOIDEAE. Con cerca de 2 800 especies; principalmente árboles de sabanas tropicales, bosques de Africa, Asia y Sudamérica.

MIMOSOIDEAE. Con aproximadamente 2 800 especies; en ésta predominan árboles de menor altura y arbustos de zonas tropicales semiáridas, regiones subtropicales del norte de Africa y sur de América, y Australia; particularmente son numerosas en el hemisferio sur.

PAPILIONOIDEAE (conocida también como Faboideae). Con cerca de 12 000 especies; principalmente hierbas, las cuales se distribuyen por todo el mundo (National Academy of Sciences , 1979).

No obstante de considerar a las leguminosas como la pro

mesa de un futuro cercano; de las miles en existencia, - únicamente 20 de ellas son ampliamente conocidas: cacahuate, soya, chicharo, frijol, alfalfa, trébol dulce (Melilotus) y otros tréboles (Trifolium), entre otras. Las especies restantes son consideradas como menos útiles o muchas de ellas son casi desconocidas por la ciencia (National Academy of Sciences, 1979).

Las especies incluidas en el presente trabajo, componentes de zonas cálidas, pueden formar parte de las especies desconocidas o casi desconocidas por la ciencia, pero no forman parte de las especies de poca utilidad, pues desde el punto de vista ecológico tienen una gran importancia en el control de la erosión, fijación y recuperación del suelo, y fijación de nitrógeno. La contribución de éste último puede ser vital para el mantenimiento de la productividad del suelo por un periodo largo; una cosecha de leguminosas puede proporcionar al suelo 500kg de N ha/año (National Academy of Sciences, 1979); también desde el punto de vista económico estos recursos tienen amplias posibilidades de explotación. Sin embargo la explotación se ve limitada, como ya se mencionó anteriormente, por el desconocimiento de la disponibilidad del recurso (ya sea por falta de interés de la especie o

descuido de la misma) y/o por la carencia de una tecnología adecuada, la cual resulta cara y de manejo sofisticado en países de pocos recursos económicos. En cambio en ciudades con una tecnología y economía desarrolladas las leguminosas son aprovechadas para una excelente y pronta recuperación de proteínas comestibles (National Academy of Sciences, 1979).

Todas las plantas poseen diferentes estrategias para su conservación, por lo que el proceso de germinación siempre se lleva a cabo ya sea a corto o a largo plazo, en éste último se encuentran las semillas de muchas plantas y sobre todo de varias especies de la familia de las leguminosas, las cuales no germinan ni aún en condiciones medioambientales favorables, pues las cubiertas son impermeables al agua impidiéndoles embeberse. La impermeabilidad al agua debido únicamente a la testa de las semillas se le denomina latencia física exógena, misma que se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza, pues dicha latencia no solamente es típica de las leguminosas, también se presenta en numerosas familias como: Papilionaceae, Malvaceae, Liliaceae, Chenopodiaceae, etc. (Nikolaeva, 1977).

Existen varios tratamientos, físicos y químicos, me-

diante los cuales puede lograrse que las semillas impermeables absorban agua: inmersión en cáusticos, presión, congelamiento, escarificación mecánica, ultrasonido e inmersión en agua caliente, entre otros (Rolston, 1978). De los tratamientos mencionados, el del agua caliente es considerado como el más efectivo para obtener una rápida y uniforme absorción (Nikolaeva, 1977). Para eliminar la impermeabilidad de las semillas Niembro (1979) y Doran et al (1983) recomiendan temperaturas entre los 70°C y el punto de ebullición, y entre los 60 y 90°C, respectivamente; sin embargo tanto la temperatura como la duración del tratamiento dependerán siempre de la especie, por lo tanto es conveniente realizar estudios específicos, pues de lo contrario se corre el riesgo de aplicar tratamientos equivocados (letales o sin efecto).

Con fundamento en lo anterior el presente trabajo tiene por objetivos:

- a) Determinar el efecto de la temperatura y la duración del tratamiento en la germinación de las semillas impermeables de varias especies de leguminosas.
- b) Obtener una recomendación acerca de la temperatura y duración del tratamiento-

que se puedan aplicar a dichas semillas.

Es conocida la existencia de especies forestales cuyas - semillas presentan problemas de germinación que limita - la posibilidad de su aprovechamiento al máximo (Villagómez, Villaseñor y Salinas, 1979).

Entre los principales problemas surgidos y por la repercusión que puedan tener en los planes de producción se destacan los siguientes:

- a) Largos periodos de tratamiento para lograr su germinación, lo que incrementa los costos del proceso.
- b) Irregularidad en el proceso, lo que ocasiona la obtención de plantas de diversas edades, con los problemas subsiguientes en el momento del trasplante.
- c) Presencias inhibitorias de la germinación, lo que provoca su abatimiento al realizar la prueba en condiciones artificiales.

Estos problemas hacen necesario determinar los factores que afectan el proceso de germinación y encontrar -- los mecanismos que permitan su eliminación. Se debe investigar a nivel laboratorio la influencia de tratamientos (sea de naturaleza física, química, o mecánica) que logren acelerar y uniformizar la germinación con la finalidad de obtener la máxima capacidad germinativa en el me-

por tiempo posible (Villagómez, Villaseñor y Salinas, 1979). Lo anterior hace más evidente la efectividad del tratamiento utilizado para eliminar la impermeabilidad de las semillas, ya que no solamente cumple con lo antes mencionado, también nos ofrece otras ventajas importantes como lo son su aplicación (la cual es sencilla) y el costo, que por ser muy reducido, contribuiría al apoyo del régimen económico de explotación de unos cuantos a otros muchos.

ANTECEDENTES

Muchas leguminosas y algunas plantas de las familias: Anacardiaceae, Cannaceae, Chenopodiaceae, Convallariaceae, Gera
neaceae, Lilaceae, Malvaceae, Rhamnaceae y Solaneaceae, producen semillas que presentan latencia física, es decir, estas últimas tienen una cubierta impermeable al agua que les impide embeberse; debido a ello no germinan aunque -- dispongan de humedad (Hartmann y Kester, 1971; Nikolaeva, 1969 y 1977; y Rolston, 1978). La latencia física se manifiesta cuando cierta cantidad de semillas quedan sin embeberse al final de la prueba de germinación, por consiguiente no cambian de volumen ni se ablandan, lo cual es evidente cuando se les presiona con los dedos. De acuerdo a estas características, las semillas son registradas como duras o impermeables; nombres que también se usan para referirse a las semillas con latencia física (Hartmann y Kester, 1971; ISTA, 1974; y Rolston, 1978).

En semillas que presentan exclusivamente latencia física, la cubierta impermeable es el único bloque a la germinación, ya que el embrión extraído de estas semillas cuando es puesto a germinar lo hace rápidamente y da origen a una planta normal (Nikolaeva, 1969; y Rolston, 1978).

Copeland(1976);Hartmann y Kester(1971);y Heydeker y Coolbear(1971),mencionan que en las semillas de algunas especies el pericarpio puede ser la cubierta que impide la absorción de las semillas,sin embargo hay razones que -- permiten suponer que este no es responsable del letargo físico(Nikolaeva,1969). Mediante mediciones de absorción de las semillas de varias especies se ha encontrado que dicha cubierta es permeable,lo cual coincide con las observaciones en semillas de plantas ornamentales de Atwater(1980).

Finalmente en la revisión hecha por Rolston (1978) acerca de este tipo de latencia no se menciona ningún ejemplo en el cual dicha latencia sea resultado de la impermeabilidad del pericarpio al agua. Estos autores coinciden en una latencia física debido a la presencia de una testa impermeable al agua.

La anatomía de la testa es similar en especies cuyas semillas presentan latencia física y de acuerdo con Rolston(1978) consta de las siguientes partes:

a) Una CAPA EXTERNA,que en las leguminosas puede estar formada por una o dos cutículas. En las semillas de -- Convolvulus arvensis consta de dos capas de células epidérmicas.

- b) Bajo la capa externa de todas las semillas con latencia física se encuentra una capa de células de MACROESCLERENQUIMA EMPALIZADA, estas células tienen sus paredes engrosadas especialmente en la parte orientada al exterior, en la cual se puede ver, en un corte al microscopio, la llamada línea de luz. Esta línea es el resultado de una diferente refracción de la luz a causa de la diferencia en la composición química de las semillas; por ejemplo, en las semillas de algodón el contenido de lignina es mayor arriba de la línea de luz que abajo de ella. En las semillas de Medicago, Melilotus, y Trifolium se yuxtaponen capas de suberina, cutina y celulosa en las partes de la pared celular que está arriba de la línea de luz.
- c) Por debajo de la capa de las células del macroesclerénquima se encuentra una capa de OSTEOESCLERENQUIMA con grandes espacios intercelulares.
- d) Posteriormente un PARENQUIMA compacto sobre los tejidos nutritivos.

De acuerdo a Rolston (1978) a continuación se mencionan ciertas características que componen la testa de las semillas de algunas especies:

- i) MICROPILO. Abertura por la que puede entrar agua y aire a la semilla. En las semillas que presentan latencia

física esta abertura puede estar obstruida (Copeland, --- 1976); en varias especies desérticas del genero Convolvulus dicha abertura lo está con un tapón de parénquima (Koller y Koen, citados por Rolston, 1978).

ii) HILIO. En las semillas de algodón y en las de Convolvulus arvensis se presenta una discontinuidad chalazal en el hilio, esta discontinuidad en la primera especie adquiere la forma de un poro de 240 micras de diámetro, en la segunda especie tiene la forma de hendidura de 60-740 micras; en ambas especies la perforación está cubierta por un tapón de parénquima. El hilio de las semillas de las Papilonoideas presenta dos capas de macroesclerénquima empalizada. En algunas especies de esta subfamilia se encuentra una zona llamada ESTROFIOLO cercano al hilio y opuesto al micropilo; en esta zona las células del macroesclerénquima son más largas y estrechas que en el resto de la semilla; por ejemplo, en las semillas de trébol subterráneo las células del macroesclerénquima en el estrofiolo miden 120 micras de largo/6-8 micras de ancho, mientras que en el resto de la testa miden de 34-40 micras de largo/10 micras de ancho. Se ha visto en las semillas de Acacia cyanophylla que en condiciones naturales y después de haber sido aplicado algún tratamiento artificial el primer si-

tio por donde penetra el agua es el estrofiolo que en estas semillas es una estructura débil y menos reforzada - (Doran et al,1983).

Surgen distintas opiniones entre los autores acerca de que capa de la testa es responsable de la impermeabilidad. La mayoría coincide con que la impermeabilidad - persiste por debajo de la línea de luz (Nikolaeva,1969; y Rolston,1978); sin embargo, en las semillas de trébol subterráneo fueron encontrados grandes depósitos de callos sobre el parénquima, por lo que se sugirió que éstos actúan como barrera al movimiento del agua hacia el interior de la semilla; dichos callos no son más que la capa de parénquima, la cual es responsable de la impermeabilidad (Bhalla,1984). Vázquez (1977) encontró que el letargo - en semillas de Enterolobium cyclocarpum es impuesto por la presencia de dos tipos de esclerénquimas; la más externa es alargada y constituye una cubierta de células empalizada, la capa interna es más gruesa y resistente formada por células isodiamétricas fuertemente lignificadas - que se reducen de tamaño hacia la superficie interna de la testa.

Se ha renunciado a la idea de que la cutícula pudiera ser responsable de la falta de absorción de estas

semillas, pues siguiendo la absorción de colorantes solubles en este tipo de semillas se vió que éstos penetran a través de la cutícula (Rolston, 1978). Por otra parte, se cree que la impermeabilidad de la testa de las semillas con latencia física es el resultado de la polimerización de sus polifenoles, los cuales de esta forma dan origen a un pigmento responsable del color de la testa. En apoyo a lo anterior se ha encontrado en algunas especies una relación directa entre el color de la testa y la impermeabilidad de las semillas; mientras más oscuras más impermeables son (McDonough, 1977; Rolston, 1978; y Taylorson y Hendricks, 1977).

Una opinión más acerca de donde reside la impermeabilidad de la semilla es la de Marbach y Mayer (1974), mencionados por Bhalla (1984), éstos sugieren que la impermeabilidad se localiza en el lumen de las células de Malpighy. Esta sugerencia no es aceptada, pues se ha observado una composición química, de esta capa, idéntica tanto en semillas permeables como impermeables (Slattey et al, 1982, mencionados por Bhalla, 1984).

Las plantas cuyas semillas presentan latencia física no producen exclusivamente semillas impermeables, sólo una parte de su producción lo es, el resto son semillas que

ses. La producción de semillas impermeables de un lote está relacionado con la especie, incluso con la variedad y domesticación realizada por el hombre, esta producción es una característica heredable y mediante selección se puede aumentar o disminuir. En cultivos, por lo general, el hombre prefiere plantas que no produzcan semillas con latencia física, lográndolo a base de selección, un ejemplo de ello es el algodón, no obstante en algunos casos se ha reconocido la presencia de la latencia física en las semillas de los cultivos como conveniente; por ejemplo, las leguminosas empleadas en las praderas permanecen en el suelo como una reserva de semillas durmientes que favorece una resiembra natural con plantas deseables en los claros dejados por el pastoreo (Martin y Yarnel, 1962; y Rolston, 1978).

La cantidad de semillas impermeables presentes en un lote es notablemente influenciada por la humedad atmosférica durante el periodo en que las semillas maduran; por ejemplo, cultivos que por lo general no producen semillas impermeables (frijol, soya, etc.) pueden llegar a hacerlo si la humedad atmosférica es baja durante el periodo de maduración de las semillas (Hartmann y Kester, 1971; y Rolston, 1978).

Se ha encontrado que la cantidad de semillas impermeables producidas por varias plantas es mayor en años y lugares secos que en los lluviosos (Hartmann y Kester, 1971; Nikolaeva, 1969; y Rolston, 1978). No obstante la aplicación de riego, la cantidad de semillas impermeables no disminuye (Copeland, 1976).

El efecto de la humedad ambiental es más marcado en el periodo de maduración de las semillas debido a que éstas adquieren la impermeabilidad al final de su desarrollo (Rolston, 1978), por ello se ha recomendado en algunas especies que producen semillas con latencia física, éstas se cosechen antes de que maduren completamente y sembrarlas enseguida sin dejar que se sequen o almacenen en un ambiente seco, con lo cual se evita la aparición de semillas impermeables (Hartmann y Kester, 1971); la influencia de la humedad atmosférica en semillas con latencia física se manifiesta también en lotes almacenados en los que la producción de semillas impermeables aumenta en los meses secos y disminuye en los húmedos (Hartmann y Kester, 1971; Nikolaeva, 1969; y Rolston, 1978). El efecto de la humedad ambiental sobre la latencia física se debe a que ésta afecta el contenido de humedad de las semillas, por lo tanto la proporción de las semillas de un lote va

riará con los cambios de la humedad ambiental; Lebedeff, citado por Rolston(1978), encontró que en un lote de semillas de frijol con un contenido de humedad de 14.1% se tiene el 1% de semillas impermeables y cuando éste era de 5.39% se tiene un 90% de las semillas mencionadas.

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 estrechamiento 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 suposición es lógico esperar que mientras más secas estén las semillas de un lote mayor sea la compactación de las células del macroesclerénquima, por lo tanto habrá una mayor cantidad de semillas impermeables; en apoyo a esto Rolston (1978) menciona que mediante impactos se han habierto fisuras en el macroesclerénquima del estrofiolo de semillas de trébol subterráneo, lo cual las hace permeables, si estas semillas se almacenan con una humedad relativa

menor del 20% las fisuras se cierran después de cierto tiempo, por lo que las semillas recuperan su impermeabilidad, si la humedad es mayor del 20% las fisuras permanecen abiertas, el cierre de las fisuras en el caso mencionado, puede deberse a que conforme el contenido de humedad de las semillas se reduce las células del macroesclerénquima se presionan unas contra otras, estas presiones son tan fuertes que pueden cerrar las fisuras provocadas por el impacto.

En la subfamilia Papilionoideae el hilio actúa como una válvula higroscópica que controla el contenido de humedad de la semilla (Koller, 1969; y Rolston, 1978); cuando el contenido de humedad de la semilla es mayor que la del medio el hilio presenta fisuras que permiten que la humedad salga de las semillas; este tejido cierra sus fisuras impidiendo la salida de la humedad cuando ésta es menor en la semilla. Se cree que la apertura y cierre del hilio en estas plantas se debe a diferencias en el secamiento e hidratación de las células de las dos capas del macroesclerénquima presentes en esta estructura. Debido al efecto del contenido de humedad de la semilla en la impermeabilidad de la testa Rolston (1978) considera que éste es el factor que determina la profundidad de la latencia, la --

cual se manifiesta por la proporción de las semillas en un lote.

MECANISMOS DE ELIMINACION

El letargo físico se elimina cuando el agua puede penetrar a la semilla, para ello es necesario que la impermeabilidad desaparezca en un sitio de la testa (McDonough, - 1977; Nikolaeva, 1969; y Rolston, 1978). Las variaciones que sufre la proporción de semillas impermeables de otras especies de leguminosas, en los lotes durante todo el año - no puede explicarse de igual manera como en la familia - Papilionoideae, pues solo en ésta se presenta el hilio con doble capa de macroesclerénquima; la explicación en estos casos es que de alguna manera el contenido de humedad de las semillas aumenta con los meses húmedos, lo que permite que disminuya el contenido de semillas impermeables - en los lotes.

La temperatura tiene un marcado efecto en la germinación de las semillas con latencia física, ya que el número de semillas germinadas aumenta conforme lo hace la temperatura; a una exposición con temperaturas de 40°C o más incrementa el número de semillas susceptibles de germinar y amplía el intervalo de germinación de las semillas con este tipo de problemas (Nikolaeva, 1969 y 1977), también -

temperaturas bajas pueden ayudar en la germinación de dichas semillas. Jordan y Jordan (1982) encontraron que al exponer semillas de Convolvulus arvensis a 5°C durante 21 y 42 días germinan el 55 y 85%, respectivamente, mientras que las semillas sin tratamiento solamente germinan el 10%.

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 temperatura o más bien de los choques térmicos en semillas con latencia física consiste en separar las células del macroesclerénquima, lo cual puede deberse a diferencias en la expansión de las partes de la testa (Brant et al., 1970; Jordan y Jordan, 1982; Liu, Khatamina y Fretz, 1981; y Rolston, 1978). En muchos otros casos la ruptura de la impermeabilidad se lleva a cabo en la capa de las células del macroesclerénquima, los ácidos disuelven sus puntas quedando los lumenes de las células expuestos y sirviendo, por lo tanto, de vía para la entrada de agua (Brant et al., 1970; y Liu, Khatamina y Fritz, 1981); incluso se ha

encontrado que los hongos llegan a penetrar por estas células (Gouge y Emino, 1979). La impermeabilidad también puede romperse en estructuras que parecen ser destinadas para ello; por ejemplo, el ESTROFIOLO, las células largas y estrechas de esta estructura se separan con facilidad al sufrir un impacto o calentamiento (Nikolaeva, 1969; y Rolston, 1978); otros puntos donde puede perderse la impermeabilidad son el HILIO, MICROPILO y la PERFORACION CHALAZAL. En las semillas impermeables de Lezpedesa capitata y Melilotus alva los impactos pueden romper la base del hilio y los ácidos disolver las células en Lupinus angustifolia; el micropilo de las semillas de Rhus ovata se rompe en su base con el calentamiento, en las especies desérticas del género Convolvulus la rotura de su tapón ocurre con los impactos o puede ser disuelto por los ácidos; la perforación chalazal de las semillas que la presentan también parece ser un sitio destinado para la rotura de la impermeabilidad, ya que el tapón de parénquima puede ser eliminado con el calor (Rolston, 1978).

En la naturaleza las semillas con latencia física pueden perder la impermeabilidad de varias maneras: fluctuaciones de la temperatura y humedad en el suelo, el congelamiento en invierno, el calentamiento durante un in

endio, el ataque de los microbios a la testa, la digestión parcial de las semillas cuando éstas pasan a través del tubo digestivo de los animales que las comen, y la abrasión contra las partículas del suelo (Copeland, 1976; Hartmann y Kester, 1971; y Rolston, 1978).

Artificialmente la impermeabilidad de la testa de este tipo de semillas puede eliminarse mediante varios tratamientos.

TRATAMIENTOS CON CAUSTICOS

Estos tipos de tratamientos son los que más riesgos implican para los operarios, ya que se usan sustancias altamente corrosivas como el ácido sulfúrico concentrado de tipo industrial, aunque también se emplean otros ácidos, así como la lejía y el reactivo de Croos y Bevan (Hartmann y Kester, 1971; Heydecker y Coolbear, 1977; y Bonner, McLemore y Barnett, 1974). El tratamiento varía de 10 min a 6 hr o más de duración dependiendo de la especie (Rolston, 1978). El tratamiento con ácido y en general con cáusticos pueden efectuarse por medio del método de la pila e inmersión (Bonner y McLemore, 1974).

SOLVENTES ORGANICOS

Consiste en sumergir las semillas en sustancias tales como acetona, metanol, etanol (Doran et al, 1983). Estas téc

nicas producen resultados variables y no son útiles para todas las especies que presentan latencia física; además no es más ventajosa que el agua caliente (Doran et al, -1983; y Crocker y Barton, 1957), y pueden reducir la viabilidad de las semillas (Lewis y Papavizas y O'Neil, 1979).

CONGELAMIENTO

Consiste en someter a las semillas a bajas temperaturas, generalmente en seco; estas temperaturas pueden lograrse con la aplicación de aire líquido (-190°C), oxígeno líquido (-185°C), Nitrógeno líquido (-195°C), o mediante aparatos de refrigeración (Rolston, 1978).

ESCARIFICACION MECANICA

Este tratamiento consiste en dañar por quebraduras o perforaciones las cubiertas de las semillas, lo cual se puede lograr para pequeñas cantidades de semillas frotandolas con papel lija o lima, presionandolas con unas tenazas o un tornillo de banco, golpeandolas con un martillo, cortandolas con un bisturí o pinchandolas con una aguja (Bonner, McLemore y Barnett, 1974).

En lotes grandes la escarificación mecánica puede emplearse de tres maneras: a) abrasión con un material suelto. Se mezclan las semillas con arena o piedras en tambores giratorios e incluso en una mezcladora de con-

creto (Hartmann y Kester, 1971); b) abrasión contra superficies rasposas. Esta se lleva a cabo con aparatos que pueden ser tambores forrados con papel lija o tener discos giratorios (Calderón, 1977; Doran et al, 1983; Brant, 1979; -- Hartmann y Kester, 1971; y USDA, 1958); c) percusión. Consiste en sacudir violentamente las semillas dentro de un recipiente de tal forma que las semillas se golpeen entre ellas y contra las paredes del recipiente, aunque este -- tratamiento no es útil para todas las especies con semillas impermeables (Crocker y Barton, 1957; y Rolston, 1978).

RADIACION Y TRATAMIENTOS SONOROS

Rolston menciona las siguientes técnicas empleadas con éxito: a) rayos infrarojos, b) radio frecuencia, c) radiación de alta frecuencia, d) radiación de gas plasma, e) microondas, y f) ultrasonido. El uso de estas técnicas es poco conocido ya que su evolución es lenta y además requieren de un aparato que no siempre es fácil de conseguir (Doran et al, 1983; y Nelson et al, 1980); como un aspecto ventajoso de su uso es que estas técnicas pueden ser una alternativa barata al uso de la escarificación mecánica ya que las semillas quedan secas y no se dañan (Rolston, 1978). Las técnicas de mayor ventaja son los rayos infrarrojos y las microondas, la primera porque su aplicación -

es sencilla, y la segunda porque se dispone de una mayor información. El tratamiento con microondas puede aplicarse con un aparato doméstico; se ha visto que aplicaciones mayores de 20seg reduce la viabilidad de varios cultivos de trébol y alfalfa (Crawnfor, 1977). Es recomendable poner las semillas en agua para evitar el sobre calentamiento y un efecto letal en dichas semillas (Cavanagh y Tran, 1980).

CALENTAMIENTO EN SECO

Consiste en calentar las semillas sobre una plancha térmica o dentro de un horno (Doran et al, 1983; y Mott y McKeon, 1979). En este tipo de tratamiento es muy importante considerar la baja conductividad térmica de las semillas, debido a ello el tratamiento de lotes grandes de semillas requiere de varios días (1-3) y no se obtienen resultados uniformes, pues para que las semillas alejadas de la fuente de calor pierdan la impermeabilidad es necesario que las más cercanas pierdan la viabilidad, para que esto no suceda las semillas que están más alejadas de la fuente de calor tienen que dejarse sin tratamiento (Mott y McKeon, 1979). Debido quizás a esto Doran et al (1983) recomiendan se realice con aire caliente.

AGUA CALIENTE

Este tratamiento es útil principalmente para hacer permeables las semillas duras (Hartmann y Kester, 1971), se ha visto que también puede estimular la germinación de las semillas cuyas cubiertas externas contienen inhibidores; por ejemplo, Tectona grandis (Fairlamb y Davison, 1976); incluso se ha encontrado que las semillas de algunas especies como Acer negundo y Fraxinus pennsylvanica requieren de enfriamiento en húmedo para germinar; la germinación puede lograrse poniendo las semillas en agua de 45-65°C por unos cuantos días (Dik, Omaskovskii y Shustova, citados por Nikolaeva, 1969). El tratamiento con agua caliente además de eliminar el letargo físico tiene la cualidad de esterilizar la superficie de las semillas (Hartmann y Kester, 1971).

Según la literatura consultada este tratamiento puede aplicarse de tres maneras:

i) Las semillas a tratar se siembran en almacigos o camas, las cuales se cubren con sacos de yute o un material similar; realizada la siembra se vierte una gran cantidad de agua a punto de ebullición, esta forma de aplicar el tratamiento tiene como ventaja el esterilizar el suelo (Forbs y Reves, 1967). Al aplicar de esta forma el tratamiento surgen algunas desventajas como: y) verter grandes

volumenes de agua en ebullición implica un riesgo para los operarios, z) la temperatura y la duración a la que se realice el tratamiento no son fáciles de controlar, debido a ello no se obtienen los mismos resultados.

ii) 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 12-24hr en el agua, la cual se enfria paulatinamente; se recomienda que la cantidad de agua a emplear sea de 4-5 veces el volumen de las semillas a tratar. La manera de aplicar este tratamiento tiene como ventaja el permitir detectar las semillas que permanecen duras después del tratamiento, lo que hace más fácil su separación de las embebidas volviendolas a tratar posteriormente. Los resultados, con esta forma de aplicar el tratamiento, suelen ser erróneos 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 (la cantidad de agua a emplear es un punto crítico para este efecto), otra desventaja que se advierte con este tipo de tratamiento es que muchas semillas quedan embebidas haciendo difícil su manejo durante la siembra, -

misma que debe realizarse inmediatamente después del tratamiento. Esta desventaja puede eliminarse dejando las semillas en remojo por un periodo de tiempo que no les permita embeberse, secandolas enseguida; aunque con esto se pierde la ventaja mencionada anteriormente (Bonner, McLemore, Barnett, 1974; Doran et al, 1983; y Hartmann y Kester, 1971).

iii) Las semillas a tratar se colocan dentro de una canastilla de tela de alambre y se sumergen durante unos cuantos minutos o segundos en agua caliente a una temperatura constante (Doran et al, 1983). A diferencia de los metodos anteriores, éste, permite un buen control de la temperatura y del tiempo al que se realice el tratamiento (Bonner, McLemore, Barnett, 1976; y Hartmann y Kester, 1971); además esta manera de tratar a las semillas está menos influenciada por el volumen de las semillas, la cantidad de agua y el tipo de recipiente.

La temperatura del agua es un punto crítico en la aplicación de este tratamiento; mientras que Niembro (1978) recomienda que se realice a una temperatura comprendida entre los 70°C y el punto de ebullición, menciona también que aplicando el tratamiento de una manera inadecuada se puede causar la muerte de las semillas. Doran et al (1983)

opinan que mientras mayor sea la temperatura mayor es el riesgo de dañar a las semillas, y temperaturas entre los 60 y 90°C son tan efectivos como los 100°C para eliminar el letargo; en general no se recomienda exponer a las semillas a temperaturas de ebullición (Hartmann 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 et al., 1983). Debido a lo anterior Mott y McKeon (1979) recomiendan exponer las semillas de algunas especies a temperaturas mayores de los 100°C, pero con tiempos cortos.

Con respecto al tema se han seleccionado las siguientes fuentes de información.

1) En un estudio realizado por el Instituto de Merida -- (1963) se probaron tratamientos con agua caliente en varias especies con semillas duras: 1) las semillas de Ochroma lagopus fueron tratadas en: a) agua hirviendo durante 5, 15, 30 y 60 seg, y b) agua hirviendo hasta enfriar. El tratamiento que ofreció mejores resultados fue el de calentamiento por 5 seg, 2) en Pithecolobium saman las semillas fueron tratadas con agua hirviendo: a) durante 15, 30, 60, y 120 seg, y b) hasta enfriar. La germinación alcanzó el 100% con duraciones de 120 seg y agua hirviendo hasta

enfriar, 3) en Acacia decurrens el tratamiento consistió en someter a las semillas en: a) agua destilada durante - 24hr a temperatura ambiente, b) 24hr en agua destilada que se enfrió del estado de ebullición a temperatura ambiente, c) 15seg en agua hirviendo y dejadas 24hr en esta misma agua a temperatura ambiente, y d) 30, 60, 120, y 240seg en agua a punto de ebullición. Con el tratamiento c) la germinación fue más rápida y la capacidad germinativa elevada.

II) Brito (1980) llevo a cabo un trabajo con semillas de 3 especies de zonas áridas, en el cual utilizó agua caliente a 86°C con duraciones de 1-6min. En el reporta como el mejor tratamiento para superar el letargo en las semillas de Acacia farnesiana inmersiones de 5-6min, 4-6 min en Prosopis laevigata, y 3-6min en Prosopis glandulosa.

III) Olvera (1983) aplicó a las semillas de Leucaena leucocephala tipo gigante y mediana agua caliente a 100°C de 0-120seg. El autor reporta que con 2seg se obtienen los mejores resultados.

IV) Shaybany y Rouhani (1976) efectuaron un trabajo con semillas de Acacia cyanophylla, en el cual utilizaron: a) a) agua a punto de ebullición dejandola enfriar a temperatura ambiente (23°C), y b) agua caliente por 5 o 10min hasta enfriar. Las semillas de ambos tratamientos fueron pues-

tas a germinar a 5, 10, 15, 20, 25, 30, y 35°C en la obscuridad. Con el tratamiento (b) a 15°C no solamente hubo una buena germinación (90 y 95%, respectivamente) también, en general, hubo una germinación más rápida (el 50% de la germinación ocurrió cerca de los 7 días).

Como puede verse los resultados que aportan algunos de los estudios que se han realizado al respecto son variables, pues el tratamiento (temperatura/tiempo) dependerá de la especie.

Se ha dicho que el tratamiento con agua caliente no es recomendable en lotes grandes de semillas (Bonner, McLemore, Barnett, 1974; y Rolston, 1978). Esta posición es discutible si el tratamiento se aplica de acuerdo con el último método de aplicación (inmersión de las semillas en canastillas a temperatura constante), ya que con éste no habrá limitaciones mayores que impidan su uso en lotes grandes y obtener resultados uniformes. Por otra parte -- con el tratamiento con agua caliente, a diferencia de otros tratamientos térmicos, no hay riesgo de una baja conductividad térmica entre las semillas, pues el calor lo transmite el agua, la cual circula homogéneamente por los espacios que hay entre las semillas.

Finalmente, el tratamiento con agua caliente, sobre todo

el tercer metodo de aplicación, tiene como ventajas; el requerir un escaso equipo de trabajo, mismo que puede - conseguirse con facilidad, e implicar pocos riesgos para los operarios (Doran et al,1983).

MATERIALES Y METODOS

Para realizar este trabajo se utilizaron semillas de 6 - especies de la familia de las leguminosas: Acacia cyanophylla, Delonix regia, Enterolobium cyclocarpum, Erythrina americana, Leucaena leucocephala, y Prosopis juliflora (las características de las especies aparecen en el anexo A). Las semillas fueron proporcionadas por el Departamento de Plantaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (en el cuadro 1 aparece la procedencia de las semillas; así como el porcentaje de semillas impermeables contenido en cada lote, el cual fue superior, en todas las especies, al 50%).

Para cada especie se realizó un diseño experimental completamente al azar; éste consistió en someter 40 o 60 semillas a baño de agua, probando todas las combinaciones posibles entre 4 temperaturas (65, 75, 85, y 92°C) y 4 tiempos (3, 6, 9, y 12 min); considerando a cada combinación y al testigo (semillas sin tratamiento) como un tratamiento, cada tratamiento se aplicó en cuatro repeticiones.

Al término de cada uno de los tiempos de inmersión - fueron retiradas del baño de agua una a una las canastillas, inmediatamente después se sembraron 10 o 20 semi--

Cuadro 1. Procedencia de las especies estudiadas.

ESPECIES	PROCEDENCIA	FECHA DE RECO- LECCION	* SEMILLAS IMPER- MEABLES
<u>Acacia cyanophylla</u>	Remitido; Dirección de manejo de suelos forestales.	- / 1982	71.25 %
<u>Delonix regia</u>	El Tormento Campeche	Abril/ 1978	95.50 %
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	La Chacóna Chiapas	Abril/ 1978	97.50 %
<u>Erythrina americana</u>	Chapingo Estado de México	Enero/ 1983	87.50 %
<u>Leucaena leucocephala</u>	La Paz Baja California Sur	Abril/ 1978	77.50 %
<u>Prosopis juliflora</u>	Cananea Sonora	Agosto/ 1982	58.75 %

* porcentaje de semillas sin tratamiento, embebidas en siembras anteriores

llas(considerando su tamaño y el diámetro de la caja) en cajas de petri con papel filtro como sustrato. Se efectuaron varios riegos con una solución fungicida, "manzate", (Etilen Bisditio Carbamato de Manganeso), el riego inicial fue abundante, ya que una vez eliminada la impermeabilidad las semillas tienden a absorber grandes cantidades de agua, los riegos posteriores se efectuaron de acuerdo a las necesidades de las semillas. El período de germinación se llevo a cabo en una germinadora ajustada a 27°C con luz difusa en el día, dicho período duró 15 días, pues se consideró que era tiempo suficiente para que la radícula emergiera (Brant et al, 1971); una vez concluido el período de germinación se determinó el porcentaje de las semillas clasificadas en las siguientes categorías:

- a) SEMILLAS GERMINADAS. Son aquellas en las que emerge la radícula.
- b) SEMILLAS DURAS. Son las que no se embeben y al tocarlas están tan duras como en el día que fueron sembradas.
- c) SEMILLAS FIRMES. Son aquellas que se embeben pero no germinan ni tienen síntomas de pudrición.
- d) SEMILLAS PODRIDAS. Son las evidentemente muertas; con

descomposición de tejidos.

En algunas especies se realizaron pruebas de viabilidad (aunque los resultados de dicha prueba no fueron considerados en el análisis estadístico) para establecer cuantas de las semillas que quedaron en la categoría de firmes estaban vivas; la prueba consistió en sumergir las mitades de las semillas en una solución de 2,3,5 Cloruro de Trifenil Tetrazolio, durante 60min (ISTA,1976).

ANALISIS ESTADISTICO

Siguiendo a Reyes(1978), el análisis estadístico aplicado a los resultados consistió en:

- i) Transformación del porcentaje de las semillas germinadas, duras, firmes, y podridas al arco seno $\sqrt{\text{porcentaje}}$, para cumplir con los supuestos del análisis de varianza (homogeneidad de varianza).
- ii) Realización del análisis de varianza del diseño completamente al azar, para comparar los tratamientos contra el testigo.
- iii) Realización del análisis de varianza factorial excluyendo al testigo para determinar el efecto de la

temperatura, tiempo e interacción.

- iv) Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad. Al final del trabajo se anejan tanto los promedios reales como los transformados (anexo B).

ANALISIS DE EFECTOS

Debido a que se presentaron problemas en la interpretación de resultados en más de una variable, sobre todo -- cuando los grupos de medias se interseccionaron, fue necesario aplicado el metodo ideado por *Camacho (1984), llamado Análisis de Efectos (comunicación personal). Por otra parte este metodo permite conocer directamente el efecto de las temperaturas y tiempos de tratamiento sobre cada una de las variables de respuesta y de las cuatro en conjunto. En dicho metodo el efecto de los tratamientos sobre las variables se dividen en tres tipos: 1) positivo, cuando los valores superan estadísticamente al testigo, 2) ausente o sin efecto, cuando los valores son estadísticamente iguales al testigo, y 3) negativo, cuando los valo

*Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Depto. de Plantaciones).

res son estadísticamente inferiores al testigo. Para hacer más claro el uso de este análisis, el cuadro 2 muestra un ejemplo basado en los datos de Leucaena leucocephala. Los efectos positivos y negativos se subdividieron (en base al primer valor de un grupo de medias, es decir, que este valor no sea estadísticamente igual al del grupo anterior o posterior) a su vez, siempre que fue posible, en tres categorías (cuadro 2): a) máximo; todos los valores que sean estadísticamente iguales al valor más alto, en el caso de ser positivo, y todos los que sean iguales al valor más bajo, en el caso de ser negativo, b) medio; son los valores estadísticamente iguales al primero que ya no sea igual al del máximo o mínimo, según sea positivo o negativo, y c) mínimo; todos los valores que sean estadísticamente iguales al valor más bajo, en el caso de ser positivo, y todos los valores que sean iguales al valor más alto en el caso de ser negativo.

Cuando la agrupación de medias del testigo y la de algún efecto se intersecten: i) si lo hacen en una sola letra y el resto no, esta agrupación pertenece al testigo, ii) si se intersectan en más de una letra la agrupación pertenece al efecto positivo o negativo según sea el caso (ver anexo Prosopis juliflora). Se presentaron ca

Quadro 2. Aprobación de medias y diferencia mínima honesta en:
leucaena leucocephala, a) semillas germinadas,
 b) duras, c) firmes y d) podridas.

a) OAH: 14-76			b) OAH: 14-26		
Trat's. °C / min.	Valor trans- formado	Valor real	Trat's. °C / min	Valor trans- formado	Valor real
75 9	70.08	85.00	Testigo	62.03 [a]	77.50 [sin efecto]
75 6	69.38	87.50	65 3	39.15 [b]	40.00 [efecto mínimo]
75 3	66.64	83.75	65 6	29.08 [c]	23.75 [negat.]
65 12	63.38	78.75	75 12	27.33 [c]	21.25 [efecto mínimo]
65 9	61.93	77.50	65 9	27.10 [c]	21.25 [efecto mínimo]
65 6	60.91	76.25	65 12	25.78 [c]	20.00 [efecto mínimo]
75 12	60.86	76.25	75 3	22.50 [d]	15.00 [efecto mínimo]
65 3	50.82	60.00	75 6	19.23 [d]	11.25 [efecto mínimo]
85 3	46.41	52.50	75 9	18.03 [e]	12.50 [efecto mínimo]
85 6	30.80	26.26	85 3	9.69 [f]	3.75 [efecto mínimo]
Testigo	27.96	22.50	85 6	6.46 [f]	2.50 [efecto mínimo]
85 9	19.95	12.50	85 9	6.46 [f]	2.50 [efecto mínimo]
85 12	4.61	2.50	85 12	0.00 [f]	0.00 [efecto mínimo]
92 3	0.00	0.00	92 3	0.00 [f]	0.00 [efecto mínimo]
92 6	0.00	0.00	92 6	0.00 [f]	0.00 [efecto mínimo]
92 9	0.00	0.00	92 9	0.00 [f]	0.00 [efecto mínimo]
92 12	0.00	0.00	92 12	0.00 [f]	0.00 [efecto mínimo]
c) OAH: 14-26			d) OAH: 14-83		
85 3	31.73	38.75	92 12	90.00	100.00
85 6	25.66	20.00	92 9	90.00	100.00
85 9	19.69	15.00	92 6	86.77 [a]	98.75
85 12	19.52	11.25	92 3	86.77 [a]	98.75
92 3	3.23	1.25	85 12	68.44 [b]	86.25
92 6	3.23	1.25	85 9	57.63 [b]	70.00
92 9	0.00	0.00	85 6	39.82 [c]	41.25
92 12	0.00	0.00	85 3	29.94 [c]	25.00
75 12	0.00	0.00	75 12	4.61 [d]	2.50
75 6	0.00	0.00	75 9	3.23 [d]	1.50
75 3	0.00	0.00	75 6	3.23 [d]	1.50
65 12	0.00	0.00	75 3	3.23 [d]	1.50
65 9	0.00	0.00	65 12	3.23 [d]	1.50
65 6	0.00	0.00	65 9	3.23 [d]	1.50
65 3	0.00	0.00	65 6	0.00 [d]	0.00
Testigo	0.00	0.00	65 3	0.00 [d]	0.00
			Testigo	0.00 [d]	0.00

sos en los que solamente se formaron dos grupos, máximo y mínimo, los cuales se consideraron bajo los mismos criterios (mencionados anteriormente).

En el cuadro 3, denominado de efectos, aparece la subdivisión de dichos efectos para cada variable con la simbología que les fue asignada para codificarlos.

Siguiendo la simbología de este cuadro, se marcó el área ocupada por cada uno de los diferentes tipos de efectos (cuadros 4 y 5). La codificación de cada una de las variables de respuesta se conjuntó en un solo cuadro, llamado de efecto conjunto (cuadro 6).

Con el fin de establecer cual fue el efecto de cada uno de los tratamientos, se definieron los siguientes tipos de tratamientos en base a su efecto principal sobre las semillas:

- 1.- Tratamiento Positivo
- 2.- Tratamiento Estimulante Detrimental
- 3.- Tratamiento sin Efecto
- 4.- Tratamiento Incompleto
- 5.- Tratamiento Letal
- 6.- Tratamiento Estimulante sin Reducción de Semillas Duras.

Cuadro 3. Clave empleada

TIPO	EFECTO	SIMBOLO
POSITIVO	MAXIMO	A
	MEDIO	B
	MINIMO	C
SIN EFECTO	—	O
NEGATIVO	MAXIMO	X
	MEDIO	Y
	MINIMO	Z

Cuadro 4. Simbología asignada para codificar tipos de efectos en Leucaena leucocephala. a) semillas germinadas, b) duras, c) firmes, y d) podridas. b)

min oc	3	6	9	12	3	6	9	12
65	C	A	A	A	X	Y	Y	Y
75	A	A	A	A	Y	Y	Y	Y
85	C	O	O	O	Z	Z	Z	Z
92	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
testigo: 0					TESTIGO: A			
65	O	O	O	O	O	O	O	O
75	O	O	O	O	O	O	O	O
85	A	A	A	A	C	C	B	B
92	O	O	O	O	A	A	A	A
testigo: 0					TESTIGO: 0			

c)

d)

Cuadro 5. Distribución de los tipos de efectos en Leucaena leucocephala. a) semillas germinadas, b) duras, c) firmes, y d) podridas. b)

min oc	3	6	9	12	3	6	9	12
65	Efecto Mínimo Positivo	EFECTO MAXIMO POSITIVO			Efecto Mínimo Negativo	EFECTO MAXIMO NEGATIVO		
75								
85	Efecto Mínimo Positivo	SIN EFECTO			EFECTO MAXIMO NEGATIVO			
92	EFECTO NEGATIVO							
65	SIN EFECTO				SIN EFECTO			
75								
85	EFECTO POSITIVO				EFECTO MINIMO POSITIVO	EFECTO MEDIO POSITIVO		
92	SIN EFECTO				EFECTO MAXIMO POSITIVO			

c)

d)

Para la definición y asignación de cada uno de los tratamientos se realizó la siguiente clave (de efectos):

CLAVE PARA IDENTIFICAR LOS DIFERENTES TIPOS DE EFECTOS

1. TRATAMIENTO CON EFECTOS POSITIVOS EN LA GERMINACION

1.1. Con efecto negativo en semillas duras

1.1.1. Sin efecto o con efecto negativo en semillas firmes y podridas.

x. Efecto máximo positivo en semillas germinadas y efecto máximo negativo en semillas duras..... Tratamiento medio positivo.

y. Efecto de máximo a medio positivo en semillas germinadas (si sólo hay dos grupos se toma el grupo medio como - máximo) y efecto medio o mínimo negativo en duras.... Tratamiento medio positivo.

z. Efecto mínimo positivo en la germinación y efecto mínimo negativo en semillas duras..... Tratamiento mínimo positivo.

1.1.2. Con efecto positivo en semillas firmes y sin efecto o efecto negativo en semillas podridas..... Tratamiento incompleto (ver *x y *y).

1.1.3. Con efectos positivos en semillas podridas

x. Efecto máximo positivo en semillas germinadas y efec

to mínimo positivo en semillas podridas..... Tratamiento muy estimulante detrimental.

y. Efecto de máximo a mínimo positivo en semillas germinadas y máximo positivo en semillas podridas..... Tratamiento estimulante muy detrimental.

z. Efecto de medio a mínimo positivo en la germinación y efecto mínimo en semillas podridas..... Tratamiento estimulante y detrimental.

1.2. Sin efecto en semillas duras

1.2.1. Sin efecto en semillas duras..... Tratamiento estimulante sin reducción de semillas duras(indica ausencia de latencia física).

2. SIN EFECTO EN LA GERMINACION

2.1. Sin efecto en semillas duras, firmes y podridas

2.1.1. Sin efecto en semillas duras, firmes y podridas... Tratamiento sin efecto.

2.2. Efecto negativo en semillas duras

2.2.1. Efecto positivo en semillas firmes y sin efecto o efecto negativo en semillas podridas.

*x. Efecto máximo negativo en semillas duras..... Tratamiento incompleto con máxima reducción de semillas duras (indica que debe aplicarse un segundo tratamiento para eliminar otro tipo de latencia).

*y. Efecto medio o mínimo negativo en semillas duras....
Tratamiento incompleto con mínima reducción de semillas duras.

2.3. Cualquier efecto en semillas firmes y con efecto positivo en semillas podridas.

2.3.1. Cualquier efecto en semillas firmes y con efecto positivo en semillas podridas..... Tratamiento letal.

3. EFECTO NEGATIVO EN LA GERMINACION

3.1. Efecto negativo en la germinación.....Tratamiento letal.

Finalmente se marcó el área ocupada por cada uno de los tratamientos, con el fin de conocer el efecto general de la temperatura y del tiempo sobre las cuatro variables de respuesta (cuadro 7).

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre las 4 variables de respuesta de Leucaena leucocephala.
*De izquierda a derecha semillas germinadas, duras, firmes y podridas.

Minutos °C	3	6	9	12
65	*C X O O	A Y O O	A Y O O	A Y O O
75	A Y O O	A Y O O	A Y O O	A Y O O
85	C Z A C	D Z A C	D Z A B	Z Z A B
92	Z Z O A	Z Z O A	Z Z O A	Z Z O A

Cuadro 7. Efecto conjunto de las 4 variables de respuesta en Leucaena leucocephala.

Minutos °C	3	6	9	12
65	tratamiento mínimo positivo	TRATAMIENTO MEDIO POSITIVO		
75				
85	tratamiento estimulante de la germinación de- trimental.	TRATAMIENTO LETAL		

RESULTADOS

La exposición de esta parte se hace por especie, comparando el efecto de los tratamientos de manera independiente cuando éstos fueron significativos. También se hace una comparación de efecto entre el análisis factorial y el análisis de efectos sobre cada variable de respuesta y después el efecto conjunto de estos tratamientos.

Acacia cyanophylla

GERMINADAS. En esta variable de respuesta ningún tratamiento estimuló la germinación, es decir, no hubo efecto en ningún tipo de análisis.

DURAS. Todos los tratamientos tuvieron efectos negativos tanto en el análisis factorial como en el de efectos. En el primero el número de semillas duras se definió por la temperatura, dicho número fue menor del 20% con 65°C, llegando a desaparecer a 85 y 92°C. En el segundo el tiempo tomó importancia al elevar la temperatura a 75°C, ya que hubo una mayor reducción de semillas duras a 6, 9, y 12 min que con 3 min. En términos generales se tiene en este tipo de análisis un efecto negativo que varía de mínimo a máximo con temperaturas de 85 y 92°C independientemente del tiempo (cuadro 8).

FIRMES. Aquí al igual que en el caso anterior no se advirtió una semejanza total entre el análisis factorial y el de efectos, pues en este último el tiempo fue importante a 92°C; describiendo este análisis se tiene que de 65-85°C independientemente del tiempo se presentó un efecto máximo positivo, al cual le correspondió un valor mayor del 60%. A 92°C con 6 y 12min el efecto varió de máximo a mínimo positivo, sin que hubiera una relación evidente de éste con la duración del tratamiento.

PODRIDAS. Al igual que en las variables de respuesta anteriores ambos análisis difieren en cuanto a efectos; además en esta variable de respuesta no solamente la temperatura fue significativa al 99%, también el tiempo lo fue (cuadro 13).

El efecto del tiempo dada la temperatura en el análisis de efectos es el siguiente: Con 75°C a partir de los 9min se presentó un efecto mínimo positivo, mismo -- que se manifestó hasta los 85°C a partir de los 6 min. A 92°C se logró el máximo efecto positivo, sin importar la duración del tratamiento; a este efecto le corresponde el máximo valor de semillas podridas (ligeramente mayor del 60%) (cuadro 8). Con lo que respecta al efecto de la temperatura dado el tiempo se tiene lo siguiente: con -

el mínimo tiempo de duración hubo un efecto máximo positivo a 92°C. Con duraciones de 6min también hubo un efecto positivo que varió de mínimo con 85°C a máximo con 92°C. Con 9 y 12min a partir de los 75°C se presentó un efecto positivo, mismo que varió de mínimo a máximo a 92°C (cuadro 8).

EFFECTO CONJUNTO

Con tratamientos a 65°C sin importar el tiempo de inmersión y 75°C con 3min de duración, hubo una reducción significativa de semillas duras sin germinación y con incrementos en semillas podridas. La reducción de semillas duras sin incrementos en semillas podridas se observó con tratamientos a 75 y 85°C durante 6 y 3min, respectivamente; este efecto forma parte del tratamiento llamado incompleto con máxima reducción de semillas duras. El efecto del resto de los tratamientos fue letal (cuadro 8).

EVALUACION DE UN SEGUNDO TRATAMIENTO EN SEMILLAS DE ACACIA CYANOPHYLLA.

Debido a que el tratamiento con agua caliente únicamente rompió la impermeabilidad de las semillas de esta especie sin lograr su germinación, se consideró necesario aplicar un segundo tratamiento a las semillas previamente tratadas con agua caliente a 75°C con 6min de inmersión,

Cuadro 8. Efecto conjunto sobre las 4 variables de respuesta en Acacia cyanophylla. *De izquierda a derecha semillas germinadas, duras, firmes y podridas.

Minutos °C	3	6	9	12
65	*O X A O			
75		-O Z A O-	O Z A C	O Z A C
85	-O Z A O-	O Z A C	O Z A C	O Z A C
92	O Z A A	O Z C A	O Z A A	O Z C A

Tratamiento incompleto sin germinación con mínima reducción de semillas duras.

■ Tratamiento letal.

- Tratamiento incompleto sin germinación con máxima reducción de semillas duras.

pues con este tratamiento se conservó una gran cantidad de semillas firmes, de las cuales la mayoría no perdió la viabilidad. A continuación se hace una descripción de cada tratamiento aplicado, así como la evaluación de los resultados.

TIUREA

Se probaron diferentes concentraciones de tiurea (0.5, 1.0 y 2.0), con las cuales se realizó un riego inicial abundante a las semillas previamente sembradas en cajas de petri (con las mismas condiciones de siembra aplicadas en el primer tratamiento) los riegos posteriores se efectuaron, con Etilen Bisditio Carbomato de Manganeso al 0.3%, de acuerdo a las necesidades de las semillas.

Los resultados de esta prueba indican una germinación mayor a concentraciones de 2.0 y 1.0, siendo lenta y anormal en la primera. Con la de 0.5 la germinación es estadísticamente igual a la del testigo (1.25) (cuadro 8.1).

ENFRIAMIENTO EN HUMEDO

Surgió la necesidad de evaluar una segunda prueba, enfriamiento en húmedo. También en ésta fueron sembradas 20 semillas en cajas de petri con arena húmeda como substrato; se tuvieron cuatro repeticiones distribuidas completamente al azar. Inicialmente las semillas fueron sometidas a

una temperatura de 5°C durante 12 días en un refrigerador casero, como se inició la germinación al cabo de este periodo, la temperatura antes mencionada se alternó con una de 10°C durante 8 días con el fin de promover dicha germinación sin perder el efecto del enfriamiento en húmedo (Nikolaeva, 1969). Finalmente, para acelerar la germinación, las semillas fueron llevadas a una germinadora ajustada a 22°C con periodos de luz difusa en el día, durante 35 días; se empleó esta temperatura porque una más alta puede ser perjudicial para las semillas (Nikolaeva, 1969).

Con respecto a los resultados, en términos generales, se tiene que en un periodo menor de 25 días germinan más del 65% de las semillas y aunque se presentó un ligero incremento de germinación de los 48-55 días, puede decirse que hubo una germinación superior al 80% desde los 48 días (cuadro 8.2).

Delonix regia

GERMINADAS. En ésta se presentó una interacción significativa al 95% (cuadro 13) y el efecto de los tratamientos en ambos análisis presentaron una concordancia aceptable, a excepción de 65 y 75°C con 3min de inmersión.

De acuerdo con el análisis de efectos, el efecto del

Cuadro 8.1. Porcentaje de germinación en Acacia cyano phylla; después del tratamiento con Tiurea.

Tratamiento Repetición	TIUREA			
	[0.5] gra. (%)	[1.0] gra. (%)	[2.0] gra. (%)	TESTIGO
1	0.00	25.00	35.00	0.00
2	0.00	20.00	25.00	0.00
3	0.00	10.00	20.00	5.00
4	20.00	25.00	45.00	0.00
Σ	20.00	80.00	125.00	5.00
\bar{x}	5.00	20.00	31.25	1.25
Agrupación de medias	b	a	a	b

Cuadro 8.2. Porcentaje de germinación en Acacia cyanophylla, después del tratamiento con Enfriamiento en húmedo.

ENFRIAMIENTO EN HUMEDO			
Días Repetición	23	48	55
	1	75.00	95.00
2	65.00	75.00	85.00
3	65.00	85.00	95.00
4	70.00	85.00	80.00
Σ	275.00	335.00	355.00
\bar{x}	68.75	83.88	88.75

tiempo dada la temperatura es el siguiente: con 65°C sin importar el tiempo de inmersión no se presentó ningún efecto, como tampoco se presentó a 75°C con 3min de inmersión, a esta temperatura a partir de los 6min de duración ya hubo un efecto mínimo positivo, el cual pasa a máximo con 85 y 92°C independientemente de la duración del tratamiento (con este tipo de efecto se alcanzó un 90% de germinación) (cuadro 9).

Con lo que se refiere al efecto de la temperatura dado el tiempo se encontró que: Con 3min solamente hubo un efecto, máximo positivo, a 85 y 92°C. Con 6, 9, y 12min hubo un efecto mínimo positivo a 75°C y máximo a 85 y 92°C -- (cuadro 9).

DURAS. Aquí tanto la temperatura como el tiempo fueron significativos al 99 y 95%, respectivamente (cuadro 13).

Efecto de la temperatura: con 65°C se observó un porcentaje de semillas duras estadísticamente igual al del testigo (mayor del 90%) no habiendo efecto, por lo tanto, a esta temperatura. A 75°C con 6 y 9min se presentó un efecto mínimo negativo, con el tiempo más largo de inmersión no se observó una asociación clara entre éste y el efecto, ya que no hay diferencias de respuesta entre el tiempo más largo y el tiempo más corto de duración, es decir no

hubo efecto. A 85 y 92°C hubo un efecto máximo positivo, - con lo que prácticamente las semillas duras desaparecen (cuadro 9).

En cuanto al efecto del tiempo se tiene que: con -- 3min solamente a 85 y 92°C hubo efecto, el cual fue máximo negativo. Con 6 y 9min la respuesta de la variable fue similar, excepto que desde los 75°C hubo un efecto, mínimo negativo, mismo que varió a máximo a partir de los 85°C. Con 12min no hubo una clara asociación entre esta dura-- ción y el efecto, pues la respuesta de la variable es la misma tanto para el tiempo más largo de inmersión como - para el más corto (cuadro 9)

FIRMES Y PODRIDAS. En estas variables de respuesta tanto la temperatura como el tiempo no tuvieron efecto (cuadro 13).

EFECTO CONJUNTO

A 65°C sin importar la duración del tratamiento no se -- presentó ningún tipo de efecto, como tampoco se presentó a 75°C con 3min; a esta misma temperatura con 6 y 9min - la germinación y la resucción de semillas duras fue míni ma, por lo que le corresponde un tratamiento mínimo posi- tivo; con 12min también se tiene una mínima germinación - pero sin reducción de semillas duras, correspondiendole -

un tratamiento estimulante de la germinación sin reducción de semillas duras. Con 85 y 92°C independientemente de la duración del tratamiento se logró el máximo valor positivo, con éste se alcanzó un alto porcentaje de semillas germinadas y una ausencia de semillas duras (cuadro 9).

Enterolobium cyclocarpum

GERMINADAS. Únicamente la temperatura muestra un efecto altamente significativo (cuadro 13). De acuerdo con el análisis factorial a 65, 75, y 85°C sin importar la duración del tratamiento se tuvo la misma capacidad germinativa. A 92°C no hubo germinación. El análisis de efectos, en cambio revela que el tiempo si tiene importancia en la germinación, además, con excepción de 92°C (donde no hubo efecto) las temperaturas tuvieron un efecto positivo en la germinación. Describiendo este análisis se tiene que: a 65°C se presentó un efecto positivo que varió de medio a máximo sin que los cambios en la duración del tratamiento tuvieran una asociación clara con el tipo de efecto. A 75°C el incremento del tiempo tuvo un efecto más claro, ya que éste oscila de medio a máximo positivo a partir de los 6min, alcanzándose un 100% de germinación. Este efecto también se observó a 85°C con 3min de duración, pe

ro al incrementar el tiempo (6 y 9min) dicho efecto disminuye, reduciéndose, por lo tanto la germinación; con la inmersión más larga el tipo de efecto no tuvo una clara asociación con la duración del tratamiento, pues con esta duración el efecto varió de mínimo a máximo positivo. A 92°C no hubo germinación como tampoco la hubo en el testigo, considerándolo como un tratamiento sin efecto (cuadro 10).

DURAS. Aquí se observó una interacción altamente significativa (cuadro 13). A grandes rasgos puede decirse que el efecto en ambos análisis fue negativo en todos los tratamientos.

Efecto del tiempo dada la temperatura: con 65°C - el efecto a partir de los 9min varió de mínimo a medio sin que hubiera una relación evidente de éste con la duración del tratamiento. Con 75°C el efecto varió de medio a máximo a partir de los 6min de inmersión. Con 85 y 92°C independientemente de la duración del tratamiento se presentó un efecto máximo cuyos valores son estadísticamente iguales a cero (cuadro 10). El efecto de la temperatura dado el tiempo es el siguiente: con 3min el efecto -- del tratamiento cambió de medio a máximo con 85 y 92°C . Con 6 y 12min la respuesta a la duración del tratamiento

de efecto, este se presentó a partir de los 85°C, incrementándose de medio a máximo positivo a 92°C. En este caso la interacción estuvo dada porque con el mínimo tiempo - de inmersión la falta de efecto se manifestó hasta los - 85°C (cuadro 10).

PODRIDAS. Al igual que en los casos anteriores la interacción fue significativa, aunque al 95% de probabilidad (cuadro 13). En ésta la interacción se debió a que únicamente se presentó un efecto, máximo positivo, con 85°C, 6min y 92°C, 3min de duración; con los demás tratamientos no hubo efecto, es decir, prácticamente no hay semillas podridas (cuadro 10).

El análisis factorial revela que dada la duración del -- tratamiento, la temperatura afecta notablemente el número de semillas podridas, pues aunque no se observan este tipo de semillas con 3min de 65-85°C, con 92°C se tiene - una cantidad cercana al 50%. Con 6 y 9min no se observan semillas podridas a 65 y 75°C, pero con las demás temperaturas se tuvo un 15% de estas semillas. Cuando el tratamiento duró 12min, estadísticamente no hubo diferencia entre los valores analizados, pero numéricamente el valor a 92°C supera cuando menos tres veces el valor a 65°C.

EFFECTO CONJUNTO

Con la mínima duración del tratamiento y la mínima temperatura no se logró una germinación máxima ni se eliminaron todas las semillas duras y muchas semillas quedaron firmes, a la descripción anterior le corresponde un tratamiento incompleto con germinación y una mínima reducción de semillas duras; al incrementar el tiempo de inmersión se presentó un efecto medio positivo, mismo que se manifestó a 75°C con 3min, a partir de los 6min se logró el máximo positivo, a éste le corresponde una germinación completa y una ausencia de semillas duras. Corresponde, también, un efecto máximo positivo a 85°C, 3min; incrementos en la duración del tratamiento, a esta temperatura, permiten la germinación de las semillas, salvo que con 6min aparece una cantidad considerable de semillas podridas, y un incremento de semillas firmes con 9 y 12min, correspondiéndoles un tratamiento estimulante de la germinación pero muy detrimental, e incompleto con germinación y máxima reducción de semillas duras, respectivamente. A 92°C, 3min el efecto resulta letal; en el resto de las duraciones no hubo germinación ni hubieron semillas podridas, pues la mayoría de las semillas en tratamiento permanecieron firmes, debido a esto se consideró al tratamiento incompleto sin germinación y con máxima reducción de

en la cantidad de semillas duras fue la misma, esto es, el efecto medio que se presentó a 65°C varió a máximo negativo al incrementar la temperatura. Una situación semejante se observó con 9min, aunque aquí el efecto fue mínimo, mismo que varió a máximo con temperaturas mayores de --- 65°C (cuadro 10).

FIRMES. También aquí la interacción resultó altamente -- significativa (cuadro 13), aunque los análisis solamente - tuvieron una semejanza parcial en efectos.

Efecto del tiempo dada la temperatura: a 65 y 75°C independientemente del tiempo no hubo efecto, exceptuando al tratamiento a 65°C con 3min, donde hubo una cantidad míni ma pero significativa de semillas firmes. A 85°C se mani festó un efecto positivo a partir de los 6min de inmer sión, este efecto cambio de medio a mínimo con 12min. A - 92°C el incremento de la duración del tratamiento de --- 3-6min originó una oscilación del efecto, de medio a máxi mo positivo, mismo que fue constante hasta los 12min (cua dro 10). Efecto de la temperatura dado el tiempo; aunque la semejanza entre los análisis fue parcial, de todas ma neras la respuesta de la variable al tipo de efecto fue similar. En términos generales, puede decirse que con cual quier tiempo de inmersión no se manifiesta ningún tipo -

semillas duras (cuadro 10).

Erythrina americana

GERMINADAS. Solamente la temperatura fue significativa - (99%) en ambos análisis (cuadro 13). A grandes rasgos se tiene que el efecto de todos los tratamientos a excepción de 75°C, 3min, donde se presentó un efecto máximo positivo, fue nulo (cuadro 11).

DURAS. Como en la variable de respuesta anterior únicamente la temperatura tuvo un gran efecto en los dos tipos de análisis (cuadro 13). En términos generales, puede decirse que solamente con temperaturas de 75°C se tiene un efecto, el cual fue negativo (cuadro 11).

FIRMES. Ningún tratamiento tuvo efecto sobre esta variable de respuesta (cuadro 13).

PODRIDAS. Los análisis tuvieron una semejanza de efectos, y hubo una interacción significativa al 95% (cuadro 13). Efecto del tiempo dada la temperatura. Con temperaturas de 65 y 75°C independientemente del tiempo no hubo efecto, éste se presentó al incrementar la temperatura a 85°C, asociado con el alargamiento del tiempo dicho efecto varió de mínimo a máximo positivo. Se logró un efecto máximo con 92°C sin importar el tiempo de inmersión, a este e

fecto le corresponde un 90% de semillas podridas (cuadro 11).

Efecto de la temperatura dado el tiempo: con 3min a 65 y 75°C no hubo efecto, éste se presentó a 85°C, el cual varió de mínimo a máximo positivo con 92°C. Una situación semejante se observó con 6, 9, y 12min, con excepción de 85°C, donde hubo un efecto medio positivo en las dos primeras duraciones y máximo en la última (cuadro 11).

EFFECTO CONJUNTO

No hubo efecto aplicando temperaturas de 65 y 75°C , -- exceptuando en esta última, duraciones de 3min, con ésta la germinación se vio estimulada pero no se redujeron las semillas duras. El efecto con 85 y 92°C fue letal -- (cuadro 11).

Leucaena leucocephala

GERMINADAS. Ambos análisis coincidieron en cuanto a efectos y la interacción fue altamente significativa (cuadro 13).

Efecto del tiempo dada la temperatura. Con 65°C, 3min se presentó un efecto que osciló de mínimo a máximo positivo al incrementar el tiempo, y la temperatura a 75°C. A 85°C, con el alargamiento del tiempo, el efecto varió de mínimo positivo con 3min a una falta del mismo

con 6 y 9min. Finalmente con 12min hubo un efecto negativo a 92°C (cuadro 7).

Efecto de la temperatura dado el tiempo. Con 3min el incremento de la temperatura definió una parábola, esto es, con temperaturas de 65 y 85°C se presentó un efecto mínimo positivo y uno máximo a 75°C, finalmente conforma a la parábola un efecto negativo a 92°C. Con 6 y 9min a 85°C no hubo efecto, a 65 y 75°C se presentó un efecto máximo positivo, y máximo negativo a 92°C. Una situación semejante se presentó con 12min, salvo que con esta duración el efecto negativo apareció desde los 85°C (cuadro 7).

DURAS. Como en el caso anterior no hubo diferencias de efectos entre los análisis, y la interacción solamente fue significativa al 95% (cuadro 13).

Efecto del tiempo dada la temperatura. A 65°C la duración del tratamiento hace cambiar el tipo de efecto, pues éste varía de mínimo positivo con 3min a medio negativo con el resto de las duraciones. También se observó un efecto medio negativo a 75°C y máximo negativo a 85 y 92°C (cuadro 7).

Efecto de la temperatura dado el tiempo. Con 3min el efecto varió asociado con el incremento de la temperatura, es decir, el efecto mínimo negativo a 65°C varió a máximo

con 85 y 92°C. También con 6,9,y 12min hubo un efecto negativo que varió de medio a máximo a 85 y 92°C(cuadro 7). FIRMES. Solamente la temperatura tubo efecto(al 99%) sobre esta variable de respuesta(cuadro 13) y no se observó diferencia de efectos en los análisis mencionados. Dichos efectos indican que únicamente hay efecto a 85°C a cualquier tiempo de inmersión,el cual fue positivo,alcanzando un valor cercano al 20% (cuadro 7).

PODRIDAS. Unicamente con la temperatura se observó un efecto altamente significativo sobre esta variable de respuesta y no surgieron diferencias de efectos entre los análisis.

Efecto del tiempo dada la temperatura. A 65 y 75°C no hubo efecto,pero al incrementar la temperatura a 85°C ya -hubo un efecto que varió de mínimo a medio con 9 y 12min. El efecto máximo se alcanzó a 92°C,correspondiendole un valor del 100%.

Efecto de la temperatura dado el tiempo. Con 3 y 6min de inmersión a 65 y 75°C no hubo efecto, en cambio al incrementar la temperatura a 85 y 92°C se manifestó un efecto positivo que cambió de mínimo con 65°C a máximo con 75°C. Con duraciones de 9 y 12min se presentaron los mismos efectos,descritos anteriormente, salvo que a 85°C el efecto

no fue mínimo sino medio positivo (cuadro 7).

EFECTO CONJUNTO

Con la mínima temperatura y mínima duración del tratamiento, a pesar de que no hubieron semillas firmes ni podridas, la germinación no fue máxima, pues las semillas du
ras no se eliminan totalmente; al incrementar la duración del tratamiento el efecto se eleva a medio positivo, mis
mo que persiste a 75°C. Con 85°C, 3min, no obstante de ha
berse estimulado la germinación de algunas semillas, tam
bien aparece una cantidad, aunque no muy importante (20%), de semillas podridas, por lo que se considera al trata--
miento como estimulante de la germinación pero detrimen
tal; a esta misma temperatura a partir de los 6min de du
ración y a 92°C el efecto resulta letal (cuadro 8).

Prosopis juliflora

GERMINADAS. Unicamente en esta variable de respuesta se presentó una interacción altamente significativa, y la se
mejanza de efectos entre los análisis fue total (cuadro 13).

Efecto del tiempo dada la temperatura. A 65 y 75°C inde
pendientemente del tiempo de inmersión hubo un efecto po
sitivo (con estas temperaturas no fue posible separar gru

pos). A 85°C al variar el tiempo de 3-6min el efecto también varió, de un efecto positivo a una ausencia del mismo. A 92°C hubo un efecto negativo en ambos análisis.

Efecto de la temperatura dado el tiempo. Con 3min de 65-85°C se observó un efecto positivo, y un efecto negativo a 92°C. Con duraciones de 6, 9, y 12min se manifestó un efecto positivo a 65 y 75°C y negativo a 92°C; a 85°C no hubo efecto (cuadro 12).

DURAS. Aquí no se advirtió una semejanza de efectos entre los análisis y solamente la temperatura fue significativa al 99% (cuadro 13). De acuerdo con el análisis de efectos todos los tratamientos tuvieron efectos negativos, los cuales variaron con los diferentes tiempos de inmersión, esto es, con períodos de 3 y 12min (en este último sin que hubiera una clara relación entre el efecto y la duración del tratamiento) hubo un efecto mínimo, el cual osciló a máximo con 6 y 9min (cuadro 12).

FIRMES. También aquí únicamente la temperatura resultó significativa pero al 95% de probabilidad (cuadro 13). De acuerdo con el análisis factorial sólo a 92°C se conservan semillas firmes (menos del 5%) sin importar el tiempo de inmersión. Con el análisis de efectos ningún tratamiento tuvo efecto sobre las semillas (cuadro 12).

PODRIDAS. Tanto la temperatura como el tiempo fueron significativos al 99 y 95% de probabilidad, respectivamente (cuadro 13) y el análisis factorial fue diferente al de efectos. En este último el efecto del tiempo dada la temperatura es el siguiente: únicamente se manifestó un efecto, el cual fue positivo, a 85 y 92°C, dicho efecto varió en la primera temperatura de mínimo con 3 y 9 min a máximo con 12 min; en la segunda temperatura independientemente de los períodos de inmersión se presentó un efecto máximo (cuadro 12).

Efecto de la temperatura dado el tiempo. Con 3, 6, y 9 min a partir de los 85°C se manifestó un efecto, mismo que varió de mínimo a máximo positivo a 92°C. También con 12 min hubo un efecto positivo, sólo que éste fue máximo desde los 85°C (cuadro 12).

EFFECTO CONJUNTO

Con 65°C sin importar el tiempo de inmersión y 75°C con 3 y 12 min se logró una germinación máxima y una mínima - reducción de semillas duras, con una ausencia de semillas firmes y podridas. Una situación semejante se observó con 6 y 9 min, sólo que con estos tiempos la reducción de semillas duras fue máxima; debido a lo anterior a este tratamiento se le consideró como máximo positivo. El trata---

miento a 85°C con 3min de inmersión estimuló la germinación pero con detrimentos; los demás tratamientos fueron letales (cuadro 12).

Cuadro 13. Resumen del análisis factorial en: a) Acacia cyanophylla, b) Daltonix regia, c) Enterolobium cyclocarpum, d) Erythrina americana, e) Leucaena leucocephala y f) Prosopis juliflora.

VARIABLES DE RESPUESTA TRATAMIENTO	a)				b)			
	GERMINADAS	DURAS	FIRMES	PODRIDAS	GERMINADAS	DURAS	FIRMES	PODRIDAS
°C	N.S.	**	**	**	**	**	N.S.	N.S.
min	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	*	N.S.	N.S.
°C/min	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.
c) d)								
°C	**	**	**	**	**	**	N.S.	**
min	N.S.	**	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**
°C/min	N.S.	**	**	*	N.S.	N.S.	N.S.	*
e) f)								
°C	**	**	**	**	**	**	*	**
min	**	N.S.	N.S.	**	*	N.S.	N.S.	*
°C/min	**	*	N.S.	**	*	N.S.	N.S.	N.S.

** Significancia a un nivel de probabilidad del 1%

* Significancia a un nivel de probabilidad del 5%

NS No significativo

DISCUSION

En trabajos anteriores, Mott y McKeon (1979) encontraron más importante el efecto de la temperatura que el efecto del tiempo; también en este estudio el efecto de la temperatura, en el rompimiento de la impermeabilidad y en la pérdida de la viabilidad de las semillas, fue más importante que la temperatura combinada con un tiempo óptimo y que el tiempo como tal.

El efecto de la temperatura, como puede verse, se definió con base al grado de permeabilidad de la testa al agua y al daño que sufren las semillas por el tratamiento, rompimiento de la impermeabilidad y pérdida de la viabilidad, respectivamente. Así la testa de las semillas de todas las especies estudiadas (salvo Delonix regia) se hizo permeable a cualquier temperatura, con incrementos de la misma, la impermeabilidad es favorecida pero la viabilidad afectada.

Respecto a la mejor temperatura para superar el letargo de las semillas estudiadas, los resultados indican una permeabilidad de la testa sin riesgos de dañar la viabilidad de las semillas a 65°C, aunque a esta temperatura la cantidad de semillas que permanecen duras es alta; este problema desaparece a 85 y 92°C, pero con una

marcada disminución de la viabilidad (es importante mencionar que con estas temperaturas, debido a la forma como se tomaron los datos, se sobrestimó la cantidad de semillas firmes en Enterolobium cyclocarpum, pues la prueba de T.T.C demostró que la mayoría estaban muertas). En relación a lo anterior Doran et al (1980), también mencionan los daños ocasionados con temperaturas altas e inmersiones largas en semillas de algunas especies del genero A acacia; no obstante Brito (1980) menciona resultados óptimos con temperaturas altas (86°C) e inmersiones largas (1-6min) en semillas de Acacia farneciana, Prosopis laevigata, y Prosopis glandulosa.

A diferencia de las temperaturas anteriores a 75°C se asegura no solamente el rompimiento de la impermeabilidad; también se garantiza una germinación satisfactoria sin riesgos de dañar la semilla. Lo anterior también es válido en Acacia cyanophylla si se toma en cuenta el efecto del tratamiento en húmedo, ya que la tiurea estimuló poco, pero significativamente, la germinación; por otra parte los resultados de esta especie concuerdan con los de Shaybany y Bijan (1976) en cuanto a la presencia de una termosensibilidad, es decir, las semillas de esta especie no germinan a altas temperaturas. Esta termosensi

bilidad se minimiza con la aplicación de un segundo tratamiento, tiurea o enfriamiento en húmedo. En Delonix regia las semillas resisten altas temperaturas (85 y 92°C) sin perder la viabilidad, y con temperaturas bajas (65°C) la testa no pierde la impermeabilidad, ni aún con 12min de inmersión.

Con lo que se refiere a la interacción, es importante decir que generalmente ésta se presenta al variar de 3-6min y de 6-9min la duración del tratamiento, esta última sólo afecta el número de semillas podridas, incrementándolo considerablemente a 85°C y disminuyéndolo ligeramente a 92°C en Leucaena leucocephala y Enterolobium cyclocarpum, respectivamente, en la primera duración (3-6min) a 65 y 75°C se presenta un incremento de semillas germinadas y un decremento en duras, con 85 y 92°C la germinación disminuye y el número de semillas firmes y podridas se incrementa.

Con respecto a los mejores tratamientos para cada especie se encontró lo siguiente: se asegura un resultado máximo positivo, es decir, una germinación óptima, sin riesgos de dañar la semilla, con un tratamiento a 75°C -- con 6min de inmersión en Acacia cyanophylla; 85 y 92°C -- con 3 y 12min en Delonix regia; 75°C, 6-12min y 85°C, 3min

en Enterolobium cyclocarpum; y 75°C, 6y 9min en Prosopis juliflora .En Leucaena leucocephala y Erythrina americana no se obtuvo el máximo positivo, ya que en la primera especie el mejor resultado fue medio positivo con un tratamiento a 65°C, 6-12min y 75°C, 3-12min de duración, obteniéndose con éstos una buena germinación pero también una cantidad de semillas duras que impiden alcanzar un resultado máximo; en la segunda especie a 75°C, 3min se estimuló la germinación sin reducción de semillas duras. Ambas especies se caracterizan por tener el mismo problema, es decir, con las temperaturas más bajas la impermeabilidad no se elimina totalmente y con las más altas (85 y 92°C) la testa se hace tan permeable que la viabilidad llega a dañarse.

Olvera (1983) en uno de sus estudios sobre escarificación sobre agua caliente en Leucaena leucocephala menciona que la impermeabilidad en estas semillas se elimina aplicando temperaturas de 100°C, 2seg; alargando el tiempo a 5seg la viabilidad de la semilla empieza a dañarse. Mott y McKeon (1979) también sugieren aplicar temperaturas altas (arriba de los 100°C) por unos cuantos segundos; aunado a estos autores el Instituto de Merida (1963) reporta resultados óptimos con temperaturas altas y tiempos cortos. Considerando estas experiencias y las propias se sugiere

aplicar, a estas especies, temperaturas a 85°C por tiempos cortos; por ejemplo. Aunque la aplicación de tiempos cortos implicaría un difícil manejo, ya sea de pequeñas o -- grandes cantidades de semillas; además en esta última -- existe el inconveniente de una mayor transferencia de calor más efectiva en las semillas inmediatas al agua, lo cual implicaría la obtención de resultados no uniformes.

Como alternativa en Erythrina americana para romper la impermeabilidad de las semillas se sugiere aplicar un tratamiento diferente al del agua caliente, pues como ya se vió anteriormente, con temperaturas bajas la testa se muestra casi insensible y demasiado sensible a temperaturas altas.

Otro aspecto que debe mencionarse es que las semillas de algunas especies como las de Enterolobium cyclocarpum pierden la viabilidad sin presentar síntomas de putrefacción durante el período de germinación, por lo que se les puede tomar como semillas firmes, sobrestimándolas, como ya se mencionó anteriormente, lo cual lleva a interpretaciones equívocas.

Para evitar estos errores se sugiere llevar a cabo pruebas de viabilidad, pues son un medio más preciso para establecer el contenido de semillas muertas, ya que no se

lamente se tomarían en cuenta las semillas evidentemente podridas (como en la definición incluida en materiales y metodos) sino también a las semillas que no presentan -- síntomas de putrefacción pero que ya han perdido la viabilidad.

Lo anterior hace discutible el uso del término, -- semillas podridas, aplicado en este estudio, pues dicho -- término es tan evidente que no requiere pruebas de viabilidad, pero la estimación del efecto letal de los tratamientos es limitada, por lo que se sugiere hacer uso del término semillas muertas, siempre y cuando se empleen -- pruebas de viabilidad después del tratamiento.

En cuanto a la prueba de medias utilizada pue de decirse que al evitar la formación de numerosos grupos de medias se ocasiona la interacción de los mismos, -- lo que hace más difícil la interpretación de datos.

Respecto al metodo de Camacho (1984), puede decirse que éste ofrece ventajas importantes tales como:

i) Permite una clara y por lo tanto sencilla interpretación de datos, basándose en pocas divisiones y subdivisiones.

ii) Se analizan conjuntamente las cuatro variables de -- respuesta, así como el efecto de la temperatura y del --

tiempo.

iii) Muestra las limitaciones de los tratamientos.

En trabajos anteriores los autores solamente se limitan a mencionar cual tratamiento es el mejor pero no establecen si pueden obtenerse resultados máximos con el tratamiento aplicado, ya que sus estudios se basan únicamente en una o dos variables de respuesta (Brito, 1980; -- Mott y McKeon, 1980, etc.). En cambio con el método mencionado puede saberse si se necesita o no otros estudios y así lograr resultados óptimos. Por ejemplo, el resultado en Leucaena leucocephala, fue aceptable pero no el máximo que pudo obtenerse, por lo que es necesario, como ya se -- mencionó anteriormente, otro tratamiento; otro ejemplo es Acacia cyanophylla, donde fue necesario aplicar un segundo tratamiento para lograr una germinación máxima.

Estas limitaciones pueden verse más claramente - si los datos son aplicados en suelo y en un ambiente natural. Así se tiene que para lograr un establecimiento exitoso de leguminosas y en general de plantas con semillas duras (ya sea con importancia económica o con interés meramente científico) debe saberse no solamente si - el tratamiento que se quiera aplicar es adecuado, que nos permita obtener resultados satisfactorios en economía y

tiempo,también deben saberse las limitaciones que dicho tratamiento ofrece.

El tipo de tratamiento a emplear dependerá de las condiciones de siembra;por ejemplo, en un vivero siempre se requiere de una máxima producción de cierta especie, por lo que el tratamiento a emplear obviamente deberá ser uno máximo positivo;en cambio en una zona de pastoreo, en el caso de las leguminosas forrajeras, el tratamiento más indicado sería uno medio o mínimo positivo, o uno estimulante de la germinación sin reducción de semillas duras;debido a que las semillas duras que se conservan con estos tratamientos serían un potencial de reserva (siempre y cuando las condiciones ambientales siguientes sean favorables) que evitarían los claros dejados por el sobrepastoreo.

Ahora bien, cuando el mejor tratamiento sea estimulante de la germinación pero detrimental, lógicamente su aplicación no sería recomendable, ya que éste resulta de temperaturas altas (85 y 92°C), las cuales además de producir detrimentos afectan las semillas que logran germinar en condiciones controlables, provocando una desventaja (germinación lenta y/o anormal) de establecimiento. Sin -

embargo pueden presentarse casos en los que sea necesario aplicar este tipo de tratamiento, por lo que se sugiere incrementar o duplicar la densidad de siembra, y así contrarrestar la pérdida de las semillas más afectadas -- por dicho tratamiento.

CONCLUSION

En base a los resultados obtenidos puede concluirse lo siguiente:

- i) En los intervalos estudiados la temperatura es más importante que el tiempo y que la temperatura combinada con un tiempo óptimo.
- ii) El tratamiento que ofrece una germinación óptima sin riesgos de dañar la semilla es el de 75°C con 6min - de inmersión, en la mayoría de las especies estudiadas.
- iii) El tratamiento con agua caliente, es tan efectivo, para romper la impermeabilidad, como cualquier otro de costo más elevado y difícil manejo; pues aunque no se estudió el efecto de otro tipo de tratamiento para llevar a cabo comparaciones, los resultados obtenidos, en la mayoría de las especies, hacen valida esta afirmación.

REFERENCIAS

- Atwater, B.R. 1980. Germination, Dormancy and Morphology' of the Seeds of Herbaceous Ornamental Plants. Seed - Science and Technology. 8(4): 523-573.
- Bailey, L.H. 1977. Manual of Cultivated Plants. Mcmillan - Publishing Co; Inc; N.Y. 592pp.
- Bhalla, P.L. and Alatter, H.D. 1984. Callose Deposits Make Clover Seed Impermeable to Water. Anales of Botany. 53(1): 125-128.
- Bonner, F.T; McLemore, B.F. and Barnett, J.P. 1974. Preso-- wing Treatment of Seed to Speed Germination. Shopme-- yer, C.S (Ed). USA. Forest Service. Agricultural No. 450 Washington, USA. p 126-135.
- Brant, R.E; McKee, G.W. and Cleveland, R.W. 1971. Effect of Chemical and Phisical Treatment on Hard Seed of Penn gift Crownvetch. Crop Science. 11: 1-6.
- Brito, N.R. 1980. Tratamiento a la Semilla de Tres Espe-- cies Forestales de Zonas Aridas y Semiáridas y su In fluencia en la Germinación. Tesis Profecional. Univer sidad Autónoma de Chapingo, edo. de Mexico.
- Calderón, A.E. 1977. Fruticultura General (primera parte). ECA, México. 759pp.

- Cavanagh, A.R. and Tran, V.N. 1980. Microwave treatment of Acacia seed, with particular reference to Acacia longifolia. Australian Plants. 10 (82): 203-287.
- Copeland, L.O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. p 121-142.
- Crawford, A.E. 1977. Phytotoxicity Threshold Levels of Microwave Radiation for Trifolium and Medicago Seed. Seed Science and Technology. 5 (4): 671-676.
- Crocker, W. and Barton, L.V. 1957. Physiology of Seeds. An Introduction to the Experimental Study of Seed and Germination Problems. Chronica Botanica Company. Waltham, Massachusetts. 267pp.
- Doran, J.C.; Boland, D.J.; Turhbuli, J.W.; y Gum, B.V. 1983. Manual Sobre Semillas de Acacias de Zonas Secas. FAO. Roma, Italia. 114pp.
- Fairlamb, J.; and Davison, J. 1976. Germination of Teak -- Seed-Preliminary Evidence of a Chemical Germination Inhibitor. Proceedings of the Second International - Symposium on physiology of Seed Germination. I.V.F.R.O. Fugui, Japón. p 73-80.
- F.A.O. 1956. Notas Sobre Semillas Forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimen

tación. Zonas Áridas y Zonas Tropicales Húmedas. p23 y 24.

F.A.O.1980. Recursos Genéticos de Especies Arbóreas en Zonas Áridas y Semiáridas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 103pp.

Forbs y Reyes,A.J.1967. Manual de Silvicultura.Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. 4a.edc. La Habana, Cuba. 251pp.

Goor,A.Y.;and Barney,C.W.1968. Forest Tree Planting in Arid Zones.The Ronald Press Comany.New York. 409pp.

Gougue,G.J.;and Emino,E.R.1979. Seed Coat Scarification on Albizia julibrissin durazz by Natural Mechanisms. Journal of the American Society for Horticultural Science. 10(3): 421-423.

Grant,P.J.1979. Mechanical Scarification of Stylosanthes guianensis Cuoxel Seed. Scarification of the Grass Land Society of Southern Africa. 14: 137-141.

Hartmann,H.T.;y Kester,D.E.1971. Propagación de Plantas; Principios y Prácticas.C.E.C.S.A,México. 809pp.

Heydecker,W.;and Coolbear,P.1977. Seed Treatments for Improved Performance-Surrey and at a Attempted Prog nosis. Seed Science and Technology. 5(3): 353-421.

- Instituto de Merida.1963. Instituto de Silvicultura y -
sus Actividades de Investigación. Venezuela.267pp.
- ISTA.1976. Reglas Internacionales para Ensayos de Semi--
llas.Trad.Luis Martínez y col. I.N.S.P.V. Madrid,Es
paña. 84pp.
- Jordan,L.S.;and Jordan,J.S.1982. Effects Ofprechilling -
on Convolvulus arvensis. Seed Coat and Germination.
Annales of Botany. 49(3): 421-423.
- Koller,D.1959. Germination. Scient.Am. 200(4): 75-84.
- Lewis,J.A.;and Papavizas,G.C.;and O'Neil,N.R.1979.Effect
of Seed Imercion Inorganic Solvent on Germinability.
Journal of Agricultural. Science Uk.92(3): 563-570.
- Liu,N.Y.;Khataminan,H.;and Fretz,T.A.1981. Seed Coat --
Structure of Thee Woody Legume Species After Chemi-
cal and Phisical Treatments to Increase Seed Germi-
nation. Journal of the American Society for Horti--
cultural. Science. 106(5): 691-694.
- Martin,J.A.;y Yarnel,S.A.1962. Problemas y Recompensas -
en el Mejoramiento de Semillas en USDA. Anuario de
Agricultura; C.E.C.S.A. México. p 213-223.
- Martínez,M.1959. Las Plantas Utiles de la Flora Mexicaca
Edic. Botas, México. 621pp.

- Martínez, M. 1969. Las Plantas Medicinales de México. 5a; -
Edc. Botas, México. 656pp.
- Mott, J.J.; and G.M. McKeon. 1979. Effect of Heat Treat---
ments in Breaking Hardseededness in Four Species of
Stylosanthes. Seed Science and Technology. 7 (1):15-25.
- McDonough. 1977. Seed Physiology. Range Science. 4:155-184.
- National Academy of Science. 1979. Tropical Legumes (resour
ces for the future). Washington, D.C. 331pp.
- Nelson, S.O.; et al. 1980. Germination Responces of Pine -
Seed to Radiofrequency Infrared, and Gas Plasma Ra--
diation Treatments. Forest Science. 26 (1): 377-388.
- Niembro, R.A. 1979. Semillas Forestales. Patena, Méx. 137pp.
- Nikolaeva, M.G. 1977. Any Results of the Study of the Dor-
mancy Seeds. Botanicheskii Zhurnal. 62 (9):1350-1358.
- Nikolaeva, M.G. 1969. Physiology of Deep Dormancy in Seeda.
Trad. Z. Shapiro. I.P.S.T press. Jerusalem, Israel. 220pp.
- Olvera, S.E. 1983. Requisitos Referenciales para la Escari
ficación con Agua Caliente de Semillas de Leucaena
leucocephala Tipo Gigante y Mediano. Ponencia pre-
sentada en la reunión de investigación pecuaria en
México; del 30 de Noviembre al 2 de Diciembre. México.
- Pennington, T.D. 1968. Manual para la Identificación de Cam
po de los Principales Arboles Tropicales de México.

- Por T.D. Pennington y Sarukhan, J. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México. 413pp.
- Resúmenes Analíticos Sobre Pastos Tropicales. 1979. Leucaena forraje promisorio y cultivo arbóreo para los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. vol.1. 50pp.
- Reyes, C.P. 1978. Disños de Experimentos Agrícolas. Trillas, México. 344pp.
- Rolston, M.P. 1978. Water Impermeable Seed Dormancy. The Botanical Review. 44(3): 365-396.
- Schopmeyer, C.S. 1974. Technical Coordinator Seeds of Woody Plants in the United States. 883pp.
- Shaybany, B.; and Rouhani. 1976. Effect of Pre-Sowing Treatments and Temperatures on Seed Germination of Acacia cyanophylla Lindl. Hortscience. 11(4): 381-383.
- Standley, C.P. 1929. Trees and Shrubs of Mexico. Unites States National Herbarium. 1721pp.
- Taylorson, R.B.; and S.B. Hendricks. 1977. Dormancy in Seeds. Ann Rev Plant Physiology. 28: 331-354.
- USDA. 1952. Testing Agricultural Handbook and Vegetable -- Seeds. Agricultural Handbook No.30. Washington, USA. -- 440pp.

Vázquez, Y.C.; and G. Pérez. 1977. Notas Sobre la Morfología, la Anatomía de la Testa y la Fisiología de las Semillas de Enterolobium cyclocarpum. Turrialba. 27(4): 427-430.

Villagómez, Villaseñor, y Salinas. 1979. Lineamientos Para el Funcionamiento de un Laboratorio de Semillas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México. p 15 y 16.

Webb, D.B. 1980. Guía y Clave para Seleccionar Especies en Ensayos Forestales de Regiones Tropicales y Subtropicales. Overseas Development Administration. Londres, Inglaterra. 342pp.

Whitesell, C.D. 1974. Seed of Woody Plants. In the United States, Forest Service, U.U. Department of Agriculture; Washington, D.C. p 491 y 492.

ANEXO A. Características de las especies

Acacia cyanophylla

CARACTERISTICAS: Arbol pequeño o arbusto grande (Bailey , 1977), de 4-8m de altura (FAO, 1956), con ramas un poco inclinadas, hojas simples lanceoladas o lanceoladalinéares, estrechandoce en la base, flores pequeñas y amarillas, a grupadas en cabezuelas globosas, en racimos axilares, el fruto es una vaina de 7.6-10cm de longitud (Bailey, 1977), las semillas son ovaladas, planocomprimidas de color obscuro (observación personal), siempre verde, exigente de luz, rebrota, tolera vientos marinos y es susceptible a heladas, produce de 50 000-60 000 sem/kg (webb, 1980); edad de fructificación de 4-6 años (FAO, 1956).

TAXONOMIA: Subfamilia: Mimosoideae

Sinonimia : *Acacia saligna*. Wend/var (Webb, -- 1980).

Nombres comunes: orange wattle (Webb, 1980).

HABITAT: Nativas del suroeste de Australia (FAO, 1956, Goor, 1968); también crecen en suelos arenosos, franco-arenosos, alcalinos, neutros, y suelos superficiales o salinos (Webb,

1980); en varias partes crecen con sólo 305mm de lluvia e incluso menos (FAO, 1956).

USOS: Leña, carbón, mejorador de suelos (FAO, 1956 y 1980); fijación de dunas (1956; y Webb, 1980); rompevientos (FAO, 1980 y Webb, 1980); piso inferior de eucaliptales (FAO, 1956); sombra, postes, follaje (FAO, 1980); ornamental, el ácido que exuda la goma es utilizado como vinagre (National Academy of Sciences, 1979).

Delonix regia (Boj) Raf

CARACTERISTICAS: Arbol de menos de 15m de altura y tronco de 60cm o más de diámetro, de copa ancha y extendida, hojas bipinadas, flores en grandes racimos de color rojo o escarlata, el fruto es una vaina aplanada de 40-50cm de largo, con semillas alargadas, jaspeadas y muy duras, florece de mayo-junio (Martínez, 1956); produce cerca de 2 200 - sem/kg (goor, 1968).

TAXONOMIA: Subfamilia: Caesalpinioideae

Sinonimia : Poinciana regia Boj. Hook (Standley, 1922).

Nombres comunes: Arbol del fuego, tabachín, --

franboyán, chuk-lol-ché o mask ab-ché (Martínez, 1959 y 1969); poinciana (Goor, 1968); flor del camarón, pata león, caballero, flame-tree (Standley, 1922).

HABITAT: Nativa de Madagascar (Goor, 1968; y Miranda, 1952); crece bien en tierras áridas y semiáridas (Goor, 1968); es plantada en regiones tropicales (Standley, 1922).

USOS: Ornamental (Martínez, 1959; Miranda, 1952; Goor, 1968; y National Academy of Sciences, 1979); leña y carbón (Goor, 1968); y para sombra (Standley, 1922).

Enterolobium cyclocarpum (Jacq) Griseb

CARACTERISTICAS: Arbol de 15-30m de altura (Martínez, 1959 y 1969), aunque los hay hasta de 45m, el tronco de 2 y hasta 3m de diámetro (Miranda, 1952); de aplo foliaje, hojas compuestas bipinadas, flores pequeñas y blancas, agrupadas en cabezuelas, solitarias o en pequeños racimos, el fruto es una vaina ancha, aplanada, encorvada y sinuosa, sus semillas son ovoides algo comprimidas, duras y de color oscuro, a veces con tinte rojizo (Martínez, 1959 y 1969).

TAXONOMIA: Subfamilia: Mimosoideae

Sinonimia : Mimosa cyclocarpa. Jacq. Fragm.; Mi-

mosa parota. Sesse y Moc.

Nombres comunes: Orejón, huinecastle, huanacastle, naczle, parota, piche, guanacaste, carito, oreja de judío, árbol de las orejas (Standley, 1922).

HABITAT: Habita en Centroamérica, desde el sureste de México al sur de Norteamérica, y Caribe (Martínez, 1959 y 1969; y National Academy of Sciences, 1979).

USOS: De su madera se obtienen tablas y vigas de construcción rural, utensilios de cocina, carretas o ruedas; industrialmente se usa en la fabricación de duelas y madera acerrada (Pennington y Sarukhan, 1968); también es apreciada en la construcción de muebles, papel y barcos (National Academy of Sciences, 1979); chapa y decoración de interiores (Miranda, 1952); construcción de canoas (Martínez, 1959; y Pennington y Sarukhan, 1968); el pericarpio es usado como jabón, las semillas son comestibles (con valor nutritivo mayor que el de los frijoles; Miranda, 1952; Martínez, 1959; y Standley, 1922); el jugo de la goma es útil para hacer aglomerados de carbón; medicamento es útil contra las almorranas, resfriados y bronquitis (Martínez, 1959 y 1969; y Standley, 1922); ornamental, forraje y sombra (National Academy of Sciences, 1979).

Erythrina americana. Mill.Gard.

CARACTERISTICAS: Arbol o arbusto de 9m, con ramas espinosas, hojas trifoliadas, flores rojas agrupadas en ramas -- terminales, el fruto es una vaina, sus semillas son rojas y lisas (Martínez, 1959 y 1969).

TAXONOMIA: Subfamilia: Papilionoideae

Sinonimia : Erythrina coralloides.D.C. (National Academy of Sciences ,1979); -
Erythrina cornea.Art.Hort.Kem.

Nombres comunes: Colorín, patol, chocolín, madre-chontal, pito, chak-mool-ché , chilicoteb, zompantle (Martínez, . - 1959 y 1969).

HABITAT: Viven en climas cálidos y templados, en tierras medianamente fértiles (Martínez, 1959); se adapta a suelos no muy húmedos (National Academy of Sciences , 1979).

USOS: Su madera es utilizada para hacer esculturas, tapones de botellas, tablas para clavar insectos, sus semillas se utilizan para hacer collares y plásticos resistentes al agua, alcohol y acetona; la frutilla es usada - contra granos, ponzañas, hinchazones; sus flores son comes

tibles, se cree que uno de los dos alcaloides de la corteza puede ser usado en lugar del curare para experiencias fisiológicas y para el tratamiento de la corea (Martínez, 1959 y 1969); ornamental (Martínez, 1959; y National Academy of Sciences, 1979); para sombra (National Academy of Sciences, 1979; y Standley, 1922).

Leucaena leucocephala (Lamb) de Wit.

CARACTERÍSTICAS: Arbol pequeño o arbusto de 2-9m de altura, con un tronco de más de 10cm de diámetro, en algunas regiones llega a crecer hasta 20m (Whitesell, 1974); flores bisexuales agrupadas en una cabezuela, el fruto es una vaina delgada y plana de 12-18cm de largo, las semillas son elípticas, comprimidas y de color café; la floración y producción de semillas se lleva a cabo durante todo el año (Whitesell, 1974); siempre verde, copa abierta, exigente de luz, tolera sombra cuando jóvenes, rebrota, tolera vientos marinos, resiste heladas moderadas, produce de 20 000-30 000 sem/kg. (Webb, 1980).

TAXONOMIA: Subfamilia: Mimosoideae

Sinonimia : Leucaena glauca (Willd) (Webb, 1980);

Mimosa glauca L. (Standley, 1922).

Nombres comunes: Kua-hable, tangantangan, zarcilla, hediondilla, ipil-ipil (Whitesell, 1974); guaje (en Méx.; observación personal); xaxin, uaxi, aroma blanca (Standley, 1922).

HABITAT: Originaria de Centroamérica, desde el suroeste de México hasta el Salvador; también se encuentra en las islas Filipinas y Hawaii (naturalizada); también crece en el sureste de Asia, es considerada pantropical (Whitesell, 1974); crece bien en suelos superficiales, arenosos, franco-arenosos, arcillosos, alcalinos o neutros (Webb, 1980).

USOS: Producción de madera para pulpa, material de construcción, postes de construcción y de transmisión, leña y carbón (Resúmenes Analíticos Sobre Pastos Tropicales, 1979; y Webb, 1980); cajas y encofrados (Webb, 1980); papel (Resúmenes Analíticos Sobre Pastos Tropicales, 1979); estacas (National Academy of Sciences, 1979; y Webb, 1980); abono verde (Resúmenes Analíticos Sobre Pastos Tropicales, 1979; y National Academy of Sciences, 1979); fijación de nitrógeno, control de la erosión, mejoramiento del suelo (Resúmenes Analíticos Sobre Pastos Tropicales, 1979; y Webb, 1980); la vaina y semillas jóvenes son de consumo humano (Whitesell, 1974); rompevientos, sombra y forraje (el contenido --

proteico del follaje es comparado con el del alfalfa, pero con más vitamina A) (National Academy of Sciences , - 1979; Resúmenes Analíticos Sobre Pastos Tropicales,1979; Webb,1980;y Whitesell,1974).

Prosopis juliflora (Swartz) D.C.

CARACTERISTICAS: Arbol o arbusto con un grosor de 1.2 m (Standley,1922); de 12-13m de altura, con ramas encorvadas e irregulares, hojas alternas, compuestas y bipinadas; flores pequeñas, amarillentas, colocadas en espigas; el fruto es una vaina casi cilíndrica comprimida entre las semillas, de 10-25cm de largo; florece de mayo-julio (Martínez,1959); siempre verde, espinos , exigente de luz, rebrota por chupones, produce de 20 000-26 000 sem/kg (Webb, 1980); resistente a la sequía (National Academy of Sciences ,1979).

TAXONOMIA: Subfamilia: Mimosoideae

Sinonimia : Mimosa juliflora Swartz.; Mimosa rotundata Sesse y Mac. (Standley, 1922).

Nombres comunes: Chachaca, guisanche, algarrobo, tziritzecua, tají, mezquite (Mar

tínez, 1959 y 1969).

HABITAT: Originario del Sudoccidente de los Estados Unidos y América Central hasta el Ecuador, también se desarrolla en climas secos y muy calientes (Goor, 1968); ampliamente distribuida en Sudamérica, naturalizada en las Filipinas y Hawaii (Standley, 1922); es cultivada en Brasil, Perú, Sudán e India (National Academy of Sciences, 1979). Tolera suelos salinos, arenosos o franco-arenosos, arcillosos, alcalinos o neutros (Webb, 1980).

USOS: Su madera es utilizada en la construcción de vehículos, adoquines (Miranda, 1952; y Standley, 1922); durmientes (Webb, 1980; y Martínez, 1959); para cercar caminos y carreteras (Standley, 1922); postes (Goor, 1968; Martínez, 1959; y Miranda, 1952); leña y carbón (Martínez, 1959; Miranda, 1952; y Webb, 1980); estacas (Webb, 1980). El tanino de la corteza se utiliza como curtiente, adulterante sucedáneo de aquilla, demulcente y para dar viscosidad a las mezclas de sustancias insolubles y pesadas, para aprestar tejidos y en la fabricación de pastas alimenticias, mucilagos y betunes (Miranda, 1952); la goma se utiliza en sustitución del catecú y la goma arábiga, también es utilizada como alimento y como medicamento, en este último

mo para hacer gargaras, contra la desinteria, inflamación de los hojos y heridas (Martínez, 1959 y 1969; y Standley, 1922); las vainas son de consumo humano (Martínez, 1959; - Miranda, 1952; y Goor, 1968); control de la erosión, rompimientos (Webb, 1980); fijación de dunas (Goor, 1968; y Webb, 1980); sombra (Webb, 1980; y National Academy of Sciences, 1979); para reverdecer el paisaje (Goor, 1968); fijación - del nitrógeno, y como forraje (Goor, 1968; Martínez, 1959; Miranda, 1952; y National Academy of Sciences, 1979). Las raíces son utilizadas para fabricar cuerdas, garrotes, arados, alambiques y cepas (Standley, 1922).

ANEXO B Agrupación de medias y diferencia mínima honesta de las especies estudiadas.

Acacia cyanophylla ; a) semillas germinadas, b) duras, c) firmes y d) podridas.

a)

b)

DMR 20.34

a)				b)			
Trat's.	Valor trans- °C /min. formado	Valor real		Trat's.	Valor trans- °C /min. formado	Valor real	
75 3	9.69	3.75	No significativo	Testigo	61.44 ^a	71.25	Sin efecto no negativo efecto máximo negativo
65 3	7.84	3.75		65 6	26.90	21.25	
65 9	3.23	1.25		65 12	24.44	17.50	
65 12	3.23	1.25		65 9	22.78	16.25	
75 6	3.23	1.25		75 3	22.41 ^b	15.00	
75 9	3.23	1.25		65 3	21.84	15.00	
85 3	3.23	1.25		75 12	14.30	6.25	
85 12	3.23	1.25		75 9	11.25	7.50	
92 3	3.23	1.25		75 6	7.84	3.75	
92 6	3.23	1.25		85 3	7.84	3.75	
Testigo	3.23	1.25		85 6	3.23	1.25	
65 6	0.00	0.00		85 9	0.00	0.00	
75 12	0.00	0.00		85 12	0.00	0.00	
85 6	0.00	0.00		92 3	0.00	0.00	
85 9	0.00	0.00	92 6	0.00	0.00		
92 9	0.00	0.00	92 9	0.00	0.00		
92 12	0.00	0.00	92 12	0.00	0.00		
c)				d)			
75 6	59.52	73.75	Efecto máximo positivo	92 12	59.05	72.50	Efecto máxi. no positivo efecto mínimo. Sin efecto
85 3	57.63	71.25		92 6	56.08	68.75	
75 9	54.82	66.25		92 9	53.27	63.75	
65 3	54.07	65.00		92 3	42.81	46.25	
65 12	53.79	65.00		85 6	39.17	40.00	
85 9	53.45	63.75		85 12	38.30	37.50	
75 12	53.09	63.75		85 9	36.54	36.25	
65 6	51.69	61.25		75 12	33.01	30.00	
85 12	51.69	61.25		75 9	29.94	25.00	
65 9	51.57	61.25		85 3	28.94	23.75	
75 3	50.77	60.00		75 6	27.33	21.25	
85 6	50.10	58.75		75 3	27.33	21.25	
92 3	46.44	52.50		65 9	27.05	21.25	
92 9	36.72	36.25		65 12	24.67	17.50	
92 6	33.17	30.00	65 6	24.30	17.50		
92 12	30.94	27.50	65 3	23.06	16.25		
Testigo	24.01	21.25	Testigo	12.15	6.25		

DMR: 26.47

DMR: 17.28

Erythrina americana : a) semillas germinadas,
b) duras, c) firmes y d) podridas

a) O.M.H. 27.57			b) O.M.H. 34.62		
Trat's. C / min.	Valor trans- formado	Valor real	Trat's. C / min.	Valor trans- formado	Valor real
75 3	43.55	47.50	Testigo	72.47	87.50
85 3	39.10	40.00	65 3	67.86	85.00
75 6	37.60	37.50	65 12	60.91	80.00
75 9	36.91	37.50	65 6	66.75	80.00
75 12	36.66	37.50	65 9	61.77	77.50
65 9	26.56	20.00	75 12	50.19	57.50
85 6	25.82	20.00	75 6	47.88	51.00
65 12	23.08	20.00	75 9	47.88	50.00
65 3	22.13	15.00	75 3	45.00	50.00
65 6	19.55	15.00	85 3	37.30	30.00
85 9	18.44	10.00	85 9	17.99	17.50
85 12	18.44	10.00	92 3	12.28	12.00
Testigo	15.86	10.00	85 12	12.91	10.00
92 9	6.64	5.00	92 12	11.25	7.50
92 3	0.00	0.00	85 6	9.22	5.00
92 6	0.00	0.00	92 9	9.22	5.00
92 12	0.00	0.00	92 6	4.61	2.50
c)			d)		
75 6	4.61	2.50	92 6	85.39	97.50
75 12	4.61	2.50	92 12	78.75	92.50
85 12	4.61	2.50	92 3	76.72	90.00
65 9	4.61	2.50	92 9	74.14	90.00
65 3	0.00	0.00	85 12	62.30	77.50
65 6	0.00	0.00	85 6	60.64	75.00
65 12	0.00	0.00	85 9	60.11	75.00
75 3	0.00	0.00	85 3	32.83	30.00
75 9	0.00	0.00	75 9	11.25	7.50
85 3	0.00	0.00	75 6	9.32	5.00
85 6	0.00	0.00	65 6	9.32	5.00
85 9	0.00	0.00	75 12	4.61	2.50
92 3	0.00	0.00	75 3	4.61	2.50
92 6	0.00	0.00	Testigo	4.61	2.50
92 9	0.00	0.00	65 12	0.00	0.00
92 12	0.00	0.00	65 9	0.00	0.00
Testigo	0.00	0.00	65 3	0.00	0.00

