

Efecto de cuatro tratamientos pregerminativos en semillas de *Acacia bilimekii* (Tehuixtle)

Saúl Martínez Ramírez*

Juan Manuel García Blanco**

Resumen

Las semillas de algunas especies de leguminosas presentan problemas en cuanto a la velocidad, uniformidad y porcentaje de germinación, esto se debe generalmente a que poseen una cubierta demasiado dura que impide el paso del agua y, por lo tanto, inhibe en parte el proceso de germinación. En el presente ensayo se reportan los resultados del efecto que tienen en las semillas de *Acacia bilimekii* (tehuixtle) cuatro de los tratamientos pregerminativos de mayor empleo en semillas de otras especies de leguminosas para promover la germinación uniforme, abundante y rápida de las semillas del tehuixtle, especie que es particularmente importante en la Mixteca Baja Oaxaqueña por ser una de las que poseen buenas características para utilizarse como maderable. En este experimento se probaron, además del testigo, los siguientes tratamientos: escarificación mecánica, escarificación química, escarificación con agua caliente a 70°C y un tratamiento combinado que consistió en la escarificación mecánica de las semillas más remojo en agua a temperatura ambiente. Las pruebas se realizaron en el laboratorio de semillas del Instituto de Hidrología de la Universidad Tecnológica de la Mixteca en febrero de 1994. Los resultados que se obtuvieron muestran que entre los tratamientos testigo, escarificación mecánica y la escarificación mecánica complementada con el remojo en agua a temperatura ambiente no existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de germinación. Los

tratamientos que incluyen la escarificación química y la escarificación con agua caliente no presentan diferencias significativas entre ellos, sin embargo, tienen una diferencia considerable cuando se les compara con los tres tratamientos mencionados anteriormente. Los porcentajes de germinación son los siguientes: para el tratamiento testigo, 98.5%; para la escarificación mecánica, 99.25%; para la escarificación mecánica complementada con el remojo en agua, 99%; para la escarificación química, 88%; y para la escarificación con agua caliente, 89%. En lo que se refiere a la rapidez de germinación se encontró que la escarificación mecánica en combinación con el remojo en agua resultó la más rápida, ya que en 24 horas germinaron el 97% de las semillas. La escarificación mecánica le siguió, empleando 48 horas para conseguir el 98.25% de germinación. La escarificación química empleó cinco días (120 horas) para alcanzar el 88%. La escarificación con agua caliente empleó 16 días (384 horas) para alcanzar el 89% de germinación. Finalmente, el tratamiento testigo empleó 27 días (648 horas) para que el lote de semillas germinara en un 98.5%.

1. Introducción

El tehuixtle (*Acacia bilimekii*) es una de las principales especies arbóreas que se encuentran distribuidas en la Mixteca Baja Oaxaqueña.

Tradicionalmente su madera se utiliza como leña para combustible y como postes para la construcción de cercas; su corteza es utilizada en el proceso de curtición de pieles, en sustitución de la corteza de timbre (*Acacia angustissima*), sus ramas se utilizan en el cercado rústico de parcelas agrícolas y su follaje es de gran importancia como alimento para el ganado caprino.

Debido a que su explotación se ha hecho sin ninguna base técnica y obedeciendo únicamente a las necesidades apremiantes de los moradores de la región, esta especie forestal ha ido en decadencia, tanto en cantidad como en calidad, por lo que es necesario emprender acciones para su recuperación y mejoramiento.

* Jefe del Instituto de Hidrología de la Universidad Tecnológica de la Mixteca

** Profesor-Investigador en el Instituto de Hidrología de la Universidad Tecnológica de la Mixteca

Entre las acciones más urgentes está la de utilizarlo en programas de reforestación en terrenos marginales en donde aún existe suelo suficiente para su sustento, pero para llevar acabo esta acción es necesaria su reproducción en forma masiva y controlada en condiciones de vivero. Esta necesidad inicial obligó a someter a las semillas de tehuixtle a cuatro tratamientos orientados a controlar y homogeneizar su germinación para de esa manera iniciar su reproducción en grandes cantidades bajo condiciones de vivero.

En una prueba preliminar para la germinación de las semillas de tehuixtle se encontró que ésta es muy irregular, ya que la germinación de un grupo de semillas se distribuyó dentro de un periodo muy amplio.

2. Antecedentes

En las semillas de la mayoría de las plantas existen métodos de control de la germinación. Se cree que estos mecanismos de control se han originado como una respuesta a la supervivencia (Hartmann, Kester y Davies Jr. 1990).

El fenómeno de que las semillas no germinen puede deberse a un factor o a una combinación de factores, entre las causas principales se pueden mencionar las siguientes: presencia de embriones rudimentarios, embriones inmaduros, cubiertas mecánicamente resistentes, cubiertas impermeables y presencia de sustancias inhibitoras (Amen 1968 y Bonner 1965, citados por Weaver 1982).

Para superar estos mecanismos de control de la germinación de semillas existen varios métodos que se aplican dependiendo del tipo de mecanismo de que se trate; los métodos más comúnmente empleados son: escarificación mecánica, remojo en agua, escarificación con ácido, estratificación y la combinación de dos o más tratamientos.

Hartmann, Kester y Davies Jr. (1990) describen estos métodos de la siguiente manera:

- La escarificación mecánica consiste en romper, rayar o alterar mecánicamente las cubiertas de las semillas

para hacerlas permeables al agua o a los gases; para escarificar un lote pequeño de semillas puede utilizarse papel lija, limas, martillo o un tornillo de banco.

- El remojo en agua consiste en colocar las semillas en agua a temperaturas de entre 77°C a 100°C, retirar del fuego y dejar enfriar gradualmente durante un periodo de 12 a 24 horas. Con este tratamiento se lo gran modificar las cubiertas duras, remover las sustancias inhibitoras, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación.
- La escarificación con ácido consiste en colocar las semillas secas en un recipiente de vidrio o de barro y cubrir las con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos partes de ácido, el tratamiento puede durar desde 10 minutos hasta seis o más horas y depende del tipo de semilla. Finalmente se escurre el ácido y las semillas se lavan con agua abundante.
- La estratificación consiste en remojar las semillas durante un periodo de 12 a 24 horas, escurrirlas, mezclarlas con algún medio que retenga la humedad y almacenarlas por un periodo de uno a cuatro meses en ambientes con temperaturas de 2°C a 7°C. El almacenamiento puede hacerse en cajas, frascos con tapas perforadas o en bolsas de polietileno.

Para la germinación de semillas de *Acacia spp* la cubierta dura de la semilla debe ser ablandada antes de la siembra por medio de remojo en ácido sulfúrico concentrado por un periodo de 20 minutos a dos horas, o por medio de la inmersión de las semillas en agua caliente y dejándolas en remojo por un periodo de 12 horas en el agua que se enfría gradualmente (Hartmann, Kester y Davies Jr. 1990). Las semillas de *Acacia cyanophylla*, *A. farnesiana* y *A. koa* deben ser escarificadas por medio de remojo en agua tibia durante una noche.

3. Materiales y métodos

Las pruebas de germinación de semillas de *Acacia billymerii* se llevaron a cabo en el laboratorio de usos múlti-

ples del Instituto de Hidrología de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, durante el periodo comprendido del 24 de enero al 21 de febrero de 1994.

Las semillas empleadas en estas pruebas fueron obtenidas a finales de abril de 1993 de árboles que se localizan entre los poblados de Rancho Castillo y Rancho Dolores, mismos que se ubican a seis km. al norte de la ciudad de Huajuapán de León, Oax.

Los tratamientos a que se sometieron las semillas de *Acacia bilimekii* son: escarificación mecánica, escarificación con ácido, remojo en agua caliente y escarificación mecánica combinada con remojo en agua.

La escarificación mecánica consistió en quitar una porción muy pequeña de la cubierta dura de la semilla, esta operación se realizó utilizando una navaja de muelle que mediante una ligera presión en el extremo distal de la semilla hace que la quebradiza testa se fracture y se desprenda sin dañar el endospermo de la misma.

La escarificación con ácido sulfúrico consistió en sumergir las semillas en ácido sulfúrico concentrado y mantenerlas así durante un periodo de 30 minutos, para este tratamiento se utilizó un vaso de precipitados de 250 ml en donde se colocó una cantidad de ácido equivalente al doble del volumen de las semillas, durante los 30 minutos que duró la inmersión fue necesario agitar la mezcla con el fin de que el ácido actuara uniformemente en todas las semillas. Al final de los 30 minutos se escurrió el ácido y las semillas se lavaron en una corriente de agua durante un periodo de 10 minutos con el fin de remover todo el ácido.

El remojo en agua caliente consistió en sumergir las semillas en agua previamente hervida y enfriada a 70°C, manteniéndolas a esta temperatura durante cinco minutos. Después se dejó enfriar el agua junto con las semillas, manteniéndolas en remojo durante 12 horas.

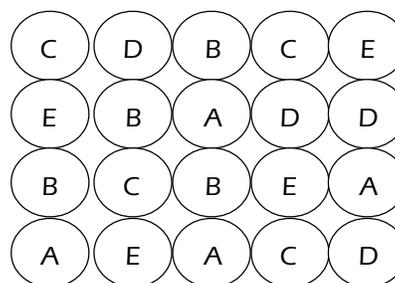
La escarificación mecánica combinada con el remojo en agua consistió en escarificar las semillas por el procedimiento antes descrito, manteniendo posteriormente las semillas sumergidas en agua a temperatura ambiente por

un periodo de 12 horas. Durante el periodo de remojo se cambió el agua cada cuatro horas.

Todas las semillas tratadas, más un grupo de semillas al que no se le dio tratamiento alguno, se colocaron en cámaras de germinación, consistentes en Cajas de Petri de 9 cm de diámetro por 1.5 cm de profundidad, y como medio retenedor de humedad se utilizaron dos discos de papel filtro que se colocaron en el fondo de la Caja de Petri, este medio retenedor de humedad se cambió cada cuatro días en las cámaras que estuvieron bajo observación durante un periodo de tiempo mayor.

Cabe mencionar que el agua utilizada durante las pruebas era previamente hervida durante 10 minutos y enfriada gradualmente hasta la temperatura ambiente (28°C a 32°C) y almacenada en un frasco debidamente cerrado.

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizó un diseño experimental simple ya que se evaluó el efecto de un sólo factor que consistió en el acondicionamiento de las semillas para promover su germinación, esto se hizo con base en lo descrito por Reyes (1981) y Daniel (1982). La distribución de tratamientos fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió en una Caja de Petri con 100 semillas. Las unidades experimentales se colocaron sobre un estante metálico y la posición de cada una de ellas se muestra en la figura 1.



- A. Testigo (semillas sin tratamiento)
- B. Semillas escarificadas mecánicamente
- C. Semillas escarificadas con ácido sulfúrico
- D. Semillas remojadas en agua a 70°C durante 12 horas
- E. Semillas escarificadas mecánicamente en agua a temperatura ambiente por un periodo de 12 horas

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE CADA UNA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES (CAJAS DE PETRI CON 100 SEMILLAS CADA UNA) EN PRUEBAS DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *ACACIA BILIMEKII*. FEBRERO DE 1994.

El levantamiento de datos y las observaciones se realizaban cada 24 horas. El conteo de semillas germinadas se hacía a las 16:00 hrs y se consideraba que una semilla había germinado cuando la radícula salía de la testa y comenzaba a elongarse. El registro de datos de germinación de semillas se realizó en formatos previamente preparados.

4. Resultados y discusión

4.1. Porcentaje de germinación

Al final de las pruebas de germinación se obtuvieron los porcentajes de germinación que aparecen en el cuadro 1.

Repetición	Porcentaje de germinación de semillas por tratamiento				
	A	B	C	D	E
1	99	99	87	85	99
2	97	99	90	88	99
3	99	100	88	89	100
4	99	99	87	94	98
Suma	394	397	352	356	396
Media	98.5	99.25	88	89	99

CUADRO 1. PORCENTAJE DE SEMILLAS DE *ACACIA BILIMEKII* QUE GERMINARON EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS QUE SE LLEVARON A CABO DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DEL 24 DE ENERO AL 21 DE FEBRERO DE 1994.

Donde:

A es el tratamiento testigo

B la escarificación mecánica

C la escarificación química

D el remojo en agua caliente

E la escarificación mecánica más remojo en agua

Con base en los datos de germinación de semillas que se muestra en el Cuadro 1 se realizó el análisis de varianza, encontrándose que existen diferencias significativas entre las medias que se obtuvieron para los tratamientos. En el Cuadro 2 se presentan los datos obtenidos en el análisis de varianza.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	Relación de varianzas
Tratamientos	524	4	131	36.59
Error	53.75	15	3.58	
Total	577.75	19		

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PORCENTAJES DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *ACACIA BILIMEKII*, LIGADO A CADA UNO DE LOS CINCO TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA PROMOVER LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS. Pruebas efectuadas en febrero de 1994 en la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Para determinar la diferencia entre tratamientos se realizaron las pruebas t y Tukey, encontrándose que no hay diferencia significativa, a un 99% de certeza, entre los tratamientos A, B y E. Pero sí se encontraron diferencias altamente significativas entre éstos y los tratamientos C y D. Cabe mencionar que entre estos dos últimos tratamientos no se encontraron diferencias significativas.

De acuerdo con estos datos el porcentaje de germinación puede analizarse y discutirse haciendo dos grupos: el primero de ellos conformado por los tratamientos A, B y E y el otro grupo por los tratamientos C y D. Con los tres primeros tratamientos mencionados se obtuvieron altos porcentajes de germinación (98.5, 99.25 y 99 por ciento, respectivamente). Los porcentajes de germinación que corresponden a los dos tratamientos restantes fueron del orden del 88 y 89 por ciento, respectivamente.

Los bajos porcentajes de germinación que se obtuvieron al tratar semillas con ácido y con agua caliente probablemente obedecen a que tanto el ácido sulfúrico como el agua caliente destruyen o inhiben la acción de compuestos químicos que protegen a las semillas contra agentes degradadores mientras ocurre el proceso de germinación. Esta apreciación se basa en el hecho de que los lotes de semillas con estos tratamientos fueron más susceptibles al ataque de hongos desde el primer día y aún cuando las semillas infectadas se removieron de las cámaras de germinación.

Cabe señalar que la presencia de hongos fue más acentuada en las semillas que se remojaron en ácido, mientras que las semillas que se sometieron a remojo en agua caliente el ataque por hongos fué menos severo (llegándose a infectar totalmente a los 16 días después de la siembra).

El ataque por hongos es más contrastante si a este respecto se comparan estos lotes de semillas con el grupo de semillas correspondientes al tratamiento testigo, las cuales estuvieron libres del ataque por hongos durante los 27 días que duró su observación, aún bajo las mismas condiciones ambientales y de manejo.

Cabe mencionar que los tratamientos con ácido sulfúrico y el remojo en agua caliente no solamente afectan a la semilla sino que su acción se transmite a las plántulas en desarrollo.

Aunque el objetivo del presente trabajo no fué el de evaluar el desarrollo de las plántulas, se observó que todos los árboles que se obtuvieron de las semillas escarificadas con ácido no tuvieron éxito de desarrollo; estas plántulas desde que emergieron de la testa de la semilla presentaron hojas seminales amarillentas, mismo color que mantuvieron durante varios días hasta que su estado de deterioro se agudizó y fueron desechadas.

Un proceso semejante, aunque en una proporción más baja, ocurrió con las plántulas que se obtuvieron de las semillas tratadas con agua caliente. En contraste, las plántulas que emergieron de las semillas tratadas con escarificación mecánica, escarificación mecánica más remojo en agua y de las semillas que no fueron sujetas a tratamiento alguno, sus hojas seminales mostraron un color verde claro desde el principio, color que se fue haciendo más intenso con el paso del tiempo. Estas plántulas se trasplantaron en macetas con una mezcla de suelo adecuada para su crecimiento y posteriormente crecieron vigorosamente bajo condiciones de vivero.

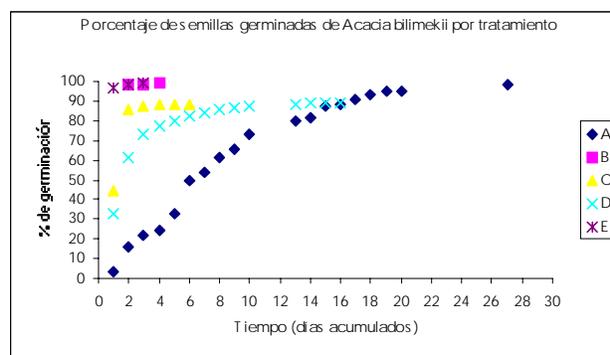
4.2. Rapidez y uniformidad de germinación

En el presente estudio los tratamientos que mostraron mayor rapidez y uniformidad de germinación fueron, en orden decreciente, el de escarificación mecánica más remojo en agua, el de escarificación mecánica, el de escarificación con ácido, el de remojo en agua caliente y, por último, el testigo tal como se puede apreciar con los datos que se muestran en el Cuadro 3.

Con base en las cantidades que se muestran en el Cuadro 1 se construyó la gráfica correspondiente al porcentaje de germinación de semillas por tratamiento, misma que se presenta como figura 2.

Días acumulados	Porcentaje de semillas germinadas por tratamiento				
	A	B	C	D	E
1	3.75		44.75	32.75	97.00
2	16.00	98.25	85.75	61.00	98.50
3	21.50	98.50	87.75	73.00	99.00
4	24.00	99.25	88.00	77.50	
5	33.00		88.00	80.00	
6	49.75		88.00	82.50	
7	53.75			83.75	
8	61.00			85.75	
9	65.75			86.75	
10	72.75			87.25	
13	79.75			88.50	
14	81.25			88.75	
15	87.75			89.00	
16	88.50			89.00	
17	90.50				
18	93.00				
19	95.00				
20	95.00				
27	98.50				

CUADRO 3 PORCENTAJE DE SEMILLAS DE *ACACIA BILIMEKII* QUE GERMINARON EN EL TRANSCURSO DEL PERIODO COMPRENDIDO DEL 24 DE ENERO AL 21 DE FEBRERO DE 1994 EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS QUE SE HICIERON PARA PROMOVER LA GERMINACIÓN



Donde:

- A es el tratamiento testigo
- B la escarificación mecánica
- C la escarificación química
- D la escarificación con agua caliente a 70°C
- E la escarificación mecánica complementada con remojo en agua a temperatura ambiente

FIGURA 2. CURVAS QUE SE OBTUVIERON AL SOMETER LAS SEMILLAS DE *ACACIA BILIMEKII* A CUATRO TRATAMIENTOS PARA PROMOVER Y HOMOGENEIZAR SU GERMINACIÓN. PRUEBAS REALIZADAS EN FEBRERO DE 1994.

Las semillas que se escarificaron y que posteriormente se pusieron en agua durante un periodo de 12 horas fueron las que mostraron mayor rapidez de germinación: a las 24 horas había germinado el 97 por ciento y en las 48 horas siguientes alcanzaron a germinar el 2 por ciento restante.

A las semillas que se les trató únicamente con la escarificación mecánica alcanzaron el 98.25 por ciento de germinación a las 48 horas, el 1.75 por ciento restante germinaron dentro de las 48 horas siguientes.

La diferencia de un día para alcanzar el máximo porcentaje de germinación entre estos dos tratamientos obedece a que en el tratamiento E se fuerza a la semilla a absorber humedad suficiente para iniciar el proceso de germinación mediante el remojo en agua durante un periodo de 12 horas, mientras que las semillas que únicamente se escarificaron mecánicamente ocupan el primer día dentro de la cámara para absorber la humedad suficiente capaz de desencadenar el proceso de germinación.

Las semillas que se trataron con escarificación con ácido y con remojo en agua caliente mostraron una rapidez intermedia entre los extremos, esto es, las semillas escarificadas con ácido alcanzaron su máximo porcentaje de germinación a los 5 días, mientras que las semillas tratadas con remojo en agua caliente lo alcanzaron a los 16 días. Esta diferencia en velocidad de germinación se observa desde el primer día en donde se tienen porcentajes de germinación de 44.75 por ciento y de 32.75 por ciento, el 85 por ciento de germinación lo alcanzan a los dos y ocho días respectivamente.

En cuanto a uniformidad de germinación, se observa que existe una marcada diferencia entre los tratamientos. Mientras que las semillas que fueron escarificadas y remojadas en agua durante 12 horas antes de la siembra y las semillas que sólo fueron escarificadas mostraron una excelente uniformidad de germinación, las semillas que se escarificaron con ácido y las semillas que

se remojaron en agua caliente su germinación se fue presentando gradualmente. Cabe aclarar que a las semillas que no se les dio tratamiento alguno mostraron la menor uniformidad ya que su germinación se extendió hasta los 27 días después de la siembra.

El gran periodo que requirió este último grupo de semillas para alcanzar su máximo porcentaje de germinación tal vez se deba a una estrategia propia de la especie, estrategia que le ha permitido reproducirse en condiciones naturales en donde tiene que sortear los azarosos comportamientos de los factores limitantes, principalmente temperatura, humedad y condiciones del suelo; esto quiere decir que de toda la semilla que produce un árbol solamente una parte germina al presentarse condiciones favorables de temperatura y humedad; si estas condiciones se mantienen favorables y las plántulas que germinaron están sobre suelo en buenas condiciones éstas continúan su crecimiento; en el caso de que las condiciones favorables no duren lo suficiente, entonces las plántulas que se originaron de las semillas que germinaron sucumben pero sin poner en riesgo la continuidad de la especie al existir en el campo una gran cantidad de semillas viables en espera de que se presenten nuevamente las condiciones propicias para su germinación y crecimiento.

El periodo que dura la existencia de semillas viables en el campo probablemente sea mayor a un mes ya que en el presente estudio algunas de las semillas del grupo sin tratamiento germinaron hasta los 27 días, aún cuando las condiciones de temperatura y humedad estuvieron presentes en forma continua.

Por otra parte, el alto porcentaje de germinación que se obtuvo en las semillas sin tratamiento indica que toda la semilla de tehuixtle que esté expuesta a buenas condiciones para su germinación lo hará si este periodo se prolonga por lo menos durante un mes; es muy probable que en condiciones naturales todas las semillas producidas germinen durante los meses de julio a septiembre, periodo en el que se concentran las lluvias en la Mixteca Baja Oaxaqueña.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- La escarificación mecánica y la escarificación mecánica complementada con remojo en agua durante un periodo de 12 horas resultaron excelentes tratamientos para promover, homogeneizar y controlar la germinación de las semillas de tehuixtle (*Acacia bilimekii*), especie forestal nativa de la Mixteca Baja Oaxaqueña.
- La escarificación mecánica combinada con el remojo en agua durante un periodo de 12 horas resultó ser el tratamiento más eficiente en cuanto a rapidez y uniformidad de germinación de las semillas de *Acacia bilimekii*, ya que en 72 horas se alcanza la germinación del total de semillas bajo condiciones controladas. Con la escarificación mecánica se alcanza el total de germinación en 96 horas.
- Con la escarificación mecánica, la escarificación mecánica combinada con el remojo en agua durante un periodo de 12 horas y con el tratamiento testigo se obtiene porcentajes similares de germinación de semillas de *Acacia bilimekii*. En el presente estudio se obtuvieron porcentajes de germinación del orden de 99.25, 99.00 y 98.5 por ciento, respectivamente.
- La escarificación con ácido sulfúrico por un periodo de 30 minutos y el remojo en agua a 70°C durante cinco minutos mostraron porcentajes similares de germinación de semillas de *Acacia bilimekii*, siendo del orden de 88.00 y 89.00 por ciento, respectivamente. Además, la rapidez de germinación es mayor con la escarificación química que con el remojo en agua caliente.
- La escarificación química y el remojo en agua caliente son tratamientos poco favorables para controlar la germinación de semillas de *Acacia bilimekii*, ya que aparentemente hacen a las semillas susceptibles al ataque de hongos que posteriormente se transmiten a las plántulas, muchas de las cuales no pueden recuperarse,

principalmente las provenientes de semillas escarificadas con ácido sulfúrico.

5.2. Recomendaciones

- Con base en los resultados que se obtuvieron en este estudio se recomienda que para controlar la germinación de semillas de *Acacia bilimekii* (tehuixtle) se les someta a una escarificación mecánica, remojándolas después en agua previamente hervida y puesta a temperatura ambiente por un periodo de 12 horas, durante este periodo de remojo el agua deberá cambiarse por lo menos cada cuatro horas con el fin de mantener el oxígeno en cantidades suficientes para favorecer la germinación.
- Con el fin de pasar de la fase experimental, en donde es más fácil controlar los factores que intervienen en la germinación de semillas, a la práctica en condiciones de vivero, en donde las condiciones ambientales son más difíciles de controlar, se recomienda efectuar pruebas de germinación de semillas de *Acacia bilimekii* previamente tratadas con escarificación mecánica combinada con remojo en agua por un periodo de 12 horas, utilizando camas de germinación hechas a base de mezcla de suelo 

Bibliografía

- WAYNE, DANIEL W.
1982 *Bioestadística: Base Para el Análisis de las Ciencias de la Salud*. 3a. reimpresión. LIMUSA. México. 485 p.
- HARTMANN T., HUDSON; DALE E. KESTER Y FRED T. DAVIES, JR.
1990 *Plant Propagation: Principles and Practices*. Fifth edition. Regents/Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. 647 p.
- REYES CASTAÑEDA, PEDRO.
1981 *Diseño de Experimentos Aplicados*. 1a. reimpresión. Ed. Trillas, S. A. México. 344 p.
- WEAVER J., ROBERT.
1982 *Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura*. 2a. reimpresión. Ed. Trillas S. A. México. 62p.