

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RESPUESTA DE LA SEMILLA DE TRES ESPECIES FORESTALES
(Abies guatemalensis Rehder, (Tectona grandis Linneo y
Junqlans guatemalensis Manning)

A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS



TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

GUILLERMO RENE GARCIA RODRIGUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS
DE PRODUCCION AGRICOLA

Guatemala, julio de 1989

DL
01
T(1292)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL CUARTO	P.A. Hernán Perla
VOCAL QUINTO	P.A. Julio López Maldonado
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

17 de julio de 1989

Ingeniero Agrónomo
Hugo Tobías
Director del Instituto de Investigaciones
Agronómicas -IIA-
Facultad de Agronomía

Ingeniero Tobías:

De manera atenta le informo que he asesorado en el trabajo de investigación de tesis de grado, al estudiante GUILLERMO RENE GARCIA RODRIGUEZ, carnet No. 80-14293.

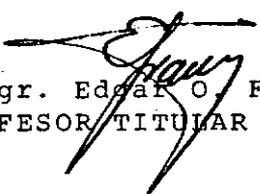
El referido trabajo se denomina "RESPUESTA DE LA SEMILLA DE TRES ESPECIES FORESTALES (Abies guatemalensis Rehder, Tectona grandis Linneo y Juglans guatemalensis Manning) A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS".

Considero que el trabajo llena los requisitos que se exigen para la tesis de grado y además es una valiosa aportación para el sector forestal.

Agradeciendo su atención,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Edgar O. Franco
PROFESOR TITULAR IV

cc. archivo

EOF/edee

Guatemala,
Julio de 1989

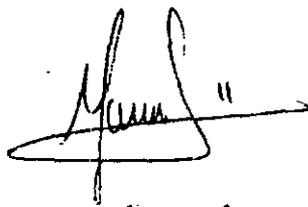
HONORABLES MIEMBROS DE
JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PRESENTE

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"RESPUESTA DE TRES ESPECIES FORESTALES (Abies guatemalensis Rehder, Tectona grandis Linneo y Junglans guatemalensis Manning) A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS".

Atentamente,



Guillermo René García Rodríguez

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	POR DARME SUFICIENTE SABIDURIA
A MIS PADRES:	Roberto García Margarita Rodríguez
A MIS HERMANOS:	Jaime Floridalma Edgar Estuardo María Eugenia José Roberto Delfina Margarita
A MI ESPOSA:	Gloria Azucena
A MI HIJA:	Débora Virginia

CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
I INTRODUCCION	1
II HIPOTESIS	2
III OBJETIVOS	3
IV REVISION BIBLIOGRAFICA	4
1. Factores que afectan la germinación de la semilla	4
2. Tratamientos pregerminativos	5
3. Distribución y estudios realizados en las especies estudiadas	8
V MATERIALES Y METODOS	13
1. Ubicación del área experimental	13
2. Selección de especies	13
3. Diseño experimental	13
4. Modelo estadístico	13
5. Descripción de los tratamientos	14
6. Manejo del experimento	15
7. Variables respuesta	17
8. Toma de datos y evaluación	17
9. Análisis estadístico	17

	PAGINA
VI RESULTADOS Y DISCUSION	18
VII CONCLUSIONES	30
VIII RECOMENDACIONES	31
IX BIBLIOGRAFIA	32
X APENDICE	34

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de pinabete	19
2	Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de teca	23
3	Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de nogal	27

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1	Comportamiento de la germinación de la semilla de pinabete con los diferentes tratamientos aplicados	21
2	Comportamiento de la germinación de la semilla de te- ca con los diferentes tratamientos aplicados	25
3	Comportamiento de la germinación de la semilla de no- gal con los diferentes tratamientos aplicados	29

"RESPUESTA DE LA SEMILLA DE TRES ESPECIES FORESTALES (Abies guatemalensis Rehder, Tectona grandis Linneo y Junglans guatemalensis Manning) A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS"

SEED RESPONSE OF THREE FORESTRY SPECIES (Abies guatemalensis Rehder, Tectona grandis Linneo y Junglans guatemalensis Manning) TO VARIOUS PREGERMINATIVE TREATMENTS.

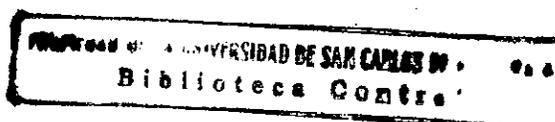
R E S U M E N

Guatemala es un país eminentemente forestal, de sus 108,889 kilómetros cuadrados de superficie que conforman el territorio, el 72 por ciento son considerados de vocación forestal. La deforestación ha disminuído la cubierta forestal, en 1980 se estimó que sólo el 39 por ciento del territorio nacional estaba cubierto de bosques.

Muchas especies de árboles forestales presentan problemas en la germinación de sus semillas, en algunas especies ésta es lenta, su porcentaje es bajo y no uniforme. Lo anterior puede ser debido a problemas ontogenéticos, genéticos y fisiológicos.

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio del Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) de la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS), situado en la ciudad capital. Se evaluó la respuesta a diferentes tratamientos pregerminativos de las siguientes especies forestales: Abies guatemalensis Rehder (pinabete), Tectona grandis Linneo (teca) y Junglans guatemalensis Manning (nogal), especies que presentan problemas en su germinación.

Se utilizó el diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental la constituyeron dos hileras de 54 centímetros de longitud de una caja de madera conteniendo arena blanca, lavada y desinfectada con pentacloronitrobenceno.



El trabajo se enmarcó dentro de los siguientes objetivos: evaluar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en tres especies forestales y determinar el mejor tratamiento pregerminativo dentro de los evaluados para cada una de las especies estudiadas. Se midieron las variables siguientes: porcentaje de germinación y días a la germinación.

De acuerdo a los resultados obtenidos para Abies guatemalensis, el mejor tratamiento fue la estratificación en arena húmeda en cuarto frío a 4°C durante 30 días, secado por un día y estratificación nuevamente por 29 días. El segundo mejor tratamiento fue el de estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días. Los otros tratamientos estimularon en menor escala la germinación y el que más bajo porcentaje de germinación mostró fue el testigo.

Para Tectona grandis fue la combinación de escarificación mecánica con lija para madera número 50 mas inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos. El segundo tratamiento que mejor estimuló la germinación fue la combinación de escarificación mecánica con lija mas inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos y así fue disminuyendo el porcentaje de germinación a la vez que también aumentaba el tiempo de emergencia de las plántulas.

En Junglans guatemalensis el mejor tratamiento fue la escarificación mecánica con esmeril. El otro tratamiento que le sigue en orden de estímulo es la escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 60 minutos. A medida que disminuyó el tiempo de inmersión y la concentración del ácido, bajó la respuesta de las semillas a los diferentes tratamientos aplicados.

I INTRODUCCION

Guatemala es un país eminentemente forestal, de los 108,889 kilómetros cuadrados de superficie que conforman el territorio, el 72 por ciento son considerados de vocación forestal, en 1980 se estimó que solo el 39 por ciento del territorio nacional estaba cubierto de bosques (11).

La deforestación en los países subdesarrollados está causando una transformación rápida de los bosques naturales en bosques artificiales. Los bosques naturales formados por especies nativas están -- siendo reemplazadas por especies seleccionadas, nativas o exóticas de valor económico. Esto se hace debido a que los bosques mixtos -- naturales son de crecimiento lento y varias industrias que utilizan madera requieren un material uniforme preferiblemente de una especie en particular; otras especies son utilizadas como fuente de energía o en la industria química (13).

Muchas especies de árboles forestales presentan problemas en la germinación de sus semillas, en algunas semillas ésta es lenta, su porcentaje es bajo y no uniforme. La dormancia es un aspecto evolutivo de las especies, sirve en condiciones naturales para proteger -- las semillas y asegurar la sobrevivencia de la especie (8).

En la reforestación la semilla es de suma importancia; las semillas pueden presentar diferentes problemas: ontogenéticos, genéticos y -- fisiológicos, los cuales impiden su germinación. Los tratamientos pregerminativos ayudan a superar estos problemas, proporcionando una germinación uniforme (13).

En el presente trabajo se estudió la respuesta a diferentes tratamientos pregerminativos de las siguientes especies forestales: Abies guatemalensis Rehder (pinabete), Tectona grandis Linneo (teca) y -- Junglans guatemalensis Manning (nogal), especies que presentan problemas en la germinación de sus semillas.

II HIPOTESIS

Entre los tratamientos pregerminativos a evaluar en las especies Abies guatemalensis (pinabete), Tectona grandis (teca) y Junglans guatemalensis (nogal), existe para cada especie, por lo menos uno que aumenta significativamente el porcentaje de germinación en relación al testigo.

III OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en tres especies forestales.
2. Determinar el mejor tratamiento pregerminativo dentro de los evaluados para cada una de las especies estudiadas.

IV REVISION BIBLIOGRAFICA

1. FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACION DE LA SEMILLA

1.1 Embriones rudimentarios o no diferenciados:

El tamaño del embrión varía desde aquellos muy pequeños hasta los que llenan por completo las cubiertas de la semilla. Su proporción respecto a los tejidos de almacenamiento (endospermo y perispermo) también varía. Los embriones que en el tiempo de la maduración del fruto son muy pequeños deben aumentar de tamaño antes de que se efectúe la germinación - (12).

Muchas semillas parecen maduras, pero el embrión no está aún formado o bien está completo anatómicamente, pero las células no han sufrido la diferenciación para pasar al siguiente estado fásico y permitir la germinación (15, 18).

1.2 Embriones fisiológicamente inmaduros:

Condición en la cual los embriones están completamente desarrollados, pero no germinan cuando se colocan en condiciones ambientales favorables, para que la germinación se lleve a cabo éstos deben sufrir una serie de cambios enzimáticos y químicos, lo cual se denomina postmaduración (20, 22).

1.3 Cubiertas o Integumentos resistentes:

Las semillas tienen una cubierta permeable al oxígeno y al agua pero no permiten la expansión del embrión. Algunos autores consideran que una vez la semilla ha absorbido agua, si el embrión no está latente, la fuerza expansora de la germinación rompe las cubiertas de la semilla y separa cualquier cubierta exterior (5, 12).

1.4 Cubiertas impermeables:

Muchas semillas poseen cubiertas que son relativamente duras, pero principalmente impermeables al agua y al oxígeno, factores básicos para que los coloides del embrión se hidraten y exista energía respiratoria para que puedan entrar en actividad (18, 22).

1.5 Presencia de inhibidores:

Los inhibidores son sustancias naturales que pueden impedir la germinación de las semillas. Estos se producen durante el desarrollo del fruto, de la semilla y algunos de ellos se acumulan en el fruto, en las cubiertas de la semilla o en el embrión (12).

Los inhibidores son una parte del sistema de control de la germinación que intervienen en la dormancia de semillas recién cosechadas de frutos carnosos. El principal inhibidor es el ácido abscísico y otros como la cumarina, el ácido parasorbico y el amoníaco, dentro de los que han sido identificados (5, 12).

Los inhibidores naturales no reducen la viabilidad de las semillas ni producen anomalías en el crecimiento de la plántula una vez realizada la germinación (5).

2. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

2.1 Escarificación mecánica:

Escarificación es cualquier proceso de ruptura, rayado o alteración mecánica de las cubiertas de la semilla para hacerlas permeables al agua o a los gases. Este tratamiento se aconseja para semillas que posean cubiertas muy duras - (5, 12, 22, 23).

2.2 Escarificación química:

Para este tratamiento se pueden utilizar los ácidos: sulfúrico, nítrico, clorhídrico concentrados o diluidos, también se pueden utilizar disolventes orgánicos como: acetona, alcohol, éter y xileno, así también se puede utilizar carbonato de calcio diluido; cuando se use éter se debe tener cuidado ya que si no se calcula bien el tiempo de inmersión se puede dañar el embrión y alterar la germinación. (5, 12, 17, 18, 23).

El tiempo de inmersión depende de la temperatura, de la clase de semilla y a veces del lote específico de semilla. La duración del tratamiento varía desde 10 minutos hasta 6 horas, según la consistencia de la cubierta de la semilla (12, 23).

2.3 Remojo en agua:

El propósito de remojar las semillas en agua es modificar - las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación. El remojo puede hacerse con agua a temperatura ambiente o con agua caliente (12).

2.3.1 Remojo en agua a temperatura ambiente:

Las semillas se colocan en recipientes con agua, durante diferentes intervalos de tiempo, al hincharse las semillas se sacan y se siembran, es aconsejable para semillas de testa dura (23).

2.3.2 Remojo en agua caliente:

Este tratamiento se aconseja para semillas de testa dura, las semillas se sumergen en agua caliente a - temperaturas alrededor de 80°C, desde 1 minuto hasta 10 minutos, según sea la consistencia de la testa (23).

2.4 Estratificación:

La estratificación es un tratamiento que consiste en proporcionar a la semilla bajas temperaturas, las cuales son requeridas para lograr una germinación rápida y uniforme. Este tratamiento es necesario para que germinen semillas de especies forestales, la baja temperatura induce cambios fisiológicos en el embrión y la postmaduración. El tiempo necesario para estratificar semillas varía de uno hasta cuatro meses, aunque depende de la clase de semilla y de los lotes individuales de semilla. Los sustratos utilizados pueden ser arena, turba u otro material parecido, las temperaturas con que se debe trabajar varían de 0°C hasta 10°C (5, 8, 12, 15).

2.5 Reguladores del crecimiento:

Cuando la dormancia es debida a la presencia de inhibidores de la germinación se pueden utilizar promotores de la germinación como el ácido giberélico (GA_3) a diferentes concentraciones e intervalos de tiempo. También se sospecha que el ácido giberélico acelera la postmaduración, disminuyendo el tiempo que tardan las semillas para germinar (20).

2.6 Combinación de tratamientos:

El propósito de combinar dos o mas tratamientos es para superar los efectos de la cubierta impermeable de las semillas y de un embrión latente o de estimular la germinación de semillas con latencia compleja del embrión. La combinación de escarificación mecánica, escarificación química o con agua caliente, seguidos por enfriamiento en húmedo es efectiva para semillas que tienen tegumentos duros, impermeables y un embrión latente. Otra combinación puede ser escarificación mecánica o química y luego aplicación de promotores de la germinación como el ácido giberélico (12).



3. DISTRIBUCION Y ESTUDIOS REALIZADOS EN LAS ESPECIES ESTUDIADAS

3.1 Abies guatemalensis Rehder (pinabete):

Esta especie se conoce con los nombres comunes de pinabete y pashaque, pertenece a la familia Pinaceae. Es un árbol de hasta 50 metros de altura y de 1.6 metros de diámetro. Sus semillas son aladas de color café pálido, cuneadas, ovoides, de 8 a 10 milímetros de diámetro y de 1 hasta 1.5 centímetros de largo (19).

3.1.1 Distribución natural en Guatemala:

Se localiza desde una altitud de 2,500 a 3,500 msnm, encontrándose en los departamentos de: El Quiché, Totonicapán (Momostenango y San Francisco El Alto), Huehuetenango (los Cuchumatanes), Quetzaltenango (volcán de Zunil, Palestina, Sibilía y San Francisco Ostuncalco), San Marcos y Jalapa; se encuentra asociado con Pinus ayacahuite Ehren., Pinus rudis Endl. y Cupressus lusitanica Miller (10, 16, 19).

3.1.2 Usos actuales:

Se usa para forros de interiores, techos de construcciones rurales y urbanas, producción de oleorrecina (aceite de pinabete) tiene propiedades balsámicas por lo que se usa en la medicina y en la industria de madera; además es utilizado como adorno navideño (1).

3.1.3 Estudios realizados:

Los únicos estudios son los que reporta la Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (CAMCORE). Estos se refieren a tratamientos de estratificación; se colocan lotes de semillas en bolsas de plástico, se llenan con agua y se escurre el exceso. Se guardan las bolsas plásticas con las semillas hume-

decidas en cuarto frío de 2° a 3°C durante cuatro semanas. Se debe hacer una perforación en la parte superior de la bolsa para que haya buena ventilación. Una vez concluidas las cuatro semanas del período de estratificación, la semilla tendrá un contenido de humedad de aproximadamente 40 por ciento. Se deben sacar las semillas de las bolsas y poner a secar durante dos o tres horas hasta cuando la cubierta de la semilla esté seca. Colocar las semillas de nuevo en un sitio de almacenaje frío en bolsas de plástico, durante 8 semanas más (16).

3.2 Tectona grandis Linneo (teca):

Esta especie se conoce con el nombre común de teca, pertenece a la familia Verbenaceae. Es árbol de 30 a 40 metros de altura, el cual se desarrolla en climas tropicales y subtropicales con marcada estación seca en elevaciones de 0 a 900 msnm. El fruto consiste en una drupa coriácea pilosa, es un fruto de más o menos media pulgada de diámetro, rodeado de una cubierta gruesa afelpada de color café claro, que contiene de una a tres semillas o raramente cuatro y tiene una cavidad central que tiene la apariencia de una quinta celda embrional (14, 16, 17, 21).

3.2.1 Distribución en Guatemala:

Debido a que es una especie exótica, se reporta sólo en los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez, en donde recolecta semillas el Banco de Semillas Forestales.

Esta especie es nativa del sureste de Asia; dentro del género Tectona es la especie más importante en India, Burma, Tailandia e Indochina (6, 14, 17).

3.2.2 Usos actuales:

Se utiliza para construcciones pesadas y livianas, muebles finos, cajas, postes para alumbrado eléctrico, cercas, carbón, leña y tableros contrachapados (6, 21).

3.2.3 Estudios realizados:

Para acelerar y uniformizar la germinación se ha recurrido a diversos tratamientos, tales como: escarificación con ácidos, entierro en termiteros, quema de paja sobre la semilla desparramada y soflamado leve con soplete (14).

Murty (13), quien revisó todo el trabajo hecho en el mundo sobre la germinación de la semilla de teca, en el Simposio Internacional de Bergen declaró lo siguiente: "La germinación de la semilla de teca es muy fluctuante y afectada por cuidados que resultan significativos. La cubierta dura de la semilla, el letargo, la edad, el tamaño de la semilla y la edad de los árboles padres, son todos los factores de la semilla que deben ser investigados. La necesidad de oxígeno, condiciones de la mezcla del sustrato, luz y temperatura durante la germinación son los principales factores que requieren atención y un estudio detallado. Por lo que un método seguro y simple de pre-tratamiento de la semilla debe ser desarrollado. Un estudio detallado de la fisiología y el mecanismo de su germinación, mencionados anteriormente, pueden contribuir a resolver los problemas de germinación. Los métodos de rayos "X" pueden usarse en estos estudios para determinar el grado y etapa del desarrollo embrionario, así como la viabilidad para asesorar la intensidad en la búsqueda de una respuesta favorable."

En Argentina se han obtenido porcentajes de germinación

arriba del 60 por ciento con escarificación química, utilizando ácido sulfúrico (8).

Se reportan buenos resultados cuando la semilla es remojada en agua y puesta a germinar en arena a 30°C en presencia de luz (3). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) reporta que al remojar la semilla y desparararla sobre una superficie dura y exponerla al sol aumenta el porcentaje de germinación (14).

Estrada B. (7), realizó ensayos de campo: sembró la semilla en bancales sobre el mismo suelo, luego dispersó la semilla sobre la superficie en bandas a 15 centímetros entre líneas y a 5 centímetros de una semilla a otra. Por las tardes los bancales fueron regados y la semilla muy poco cubierta de tierra permaneció húmeda toda la noche. A la mañana siguiente y durante todo el día recibía el sol directo hasta secarse la cubierta muy delgada de tierra, por la tarde se irrigaba nuevamente. Esta semilla permaneció en el suelo en esa forma y a los 16 días había completado su germinación.

3.3 Junglans guatemalensis Manning (nogal):

Esta especie se conoce con el nombre común de nogal, pertenece a la familia Junglandaceae. Es un árbol de hasta 55 metros de altura y 2 metros de diámetro. Sus frutos son subglobosos, piriformes de 4.7 a 5.8 centímetros de largo y de 4.3 a 5.5 centímetros de diámetro, esencialmente glabros, de color café verdosos, brillantes, fuertes y conspicuos, verrugosos, punteados, las verrugas de color blanco y se abren como si fueran lenticelas, exocarpo grueso, nuez de color café rojiza, ligeramente aplanada de 3.4 a 3.5 centímetros de grueso y de 3.2 a 4.2 centímetros de largo, fuertemente anillada, los anillos son anchos

con ápice aplanado o interrumpido (19).

3.3.1 Distribución natural en Guatemala:

Se encuentra en altitudes de 500 hasta 1,500 msnm; en los departamentos de Alta Verapaz, El Quiché, Huehuetenango, Sacatepéquez y ocasionalmente plantado en Guatemala (19).

3.3.2 Usos actuales:

La madera es apta para mueblería en general, tornería, carrocerías, vigas y pilares de resistencia en templos, para leña y conservación de cárcavas (2).

3.3.3 Estudios realizados:

Para esta especie no se reportan estudios realizados, únicamente pruebas de germinación realizadas en el Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR-, éstas consisten en cuatro réplicas de 100 semillas en cajas de plástico, utilizando como sustrato arena blanca, esterilizada en horno, pero no se ha obtenido germinación de la semilla de esta especie bajo condiciones de laboratorio.

V MATERIALES Y METODOS

1. UBICACION DEL AREA EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio del Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) de la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

2. SELECCION DE ESPECIES

Las especies fueron seleccionadas con base en su importancia como especies forestales, por los problemas de germinación que presentan sus semillas y la escasa información existente sobre la germinación de las mismas.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el estudio se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar, con cuatro repeticiones, independiente para cada especie. - Para pinabete una repetición consistió en 60 semillas, con un distanciamiento entre posturas de dos centímetros, cuatro centímetros entre hileras y a una profundidad de dos veces su diámetro; para teca 36 semillas y para nogal 20 semillas, para las tres especies se siguió la misma metodología de siembra.

4. MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i ...ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental.

5. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos para pinabete (Abies guatemalensis) fueron los siguientes:

- T1: Testigo (sin ningún tratamiento)
- T2: Estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días.
- T3: Estratificación en arena húmeda a 4°C durante 60 días.
- T4: Estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días, secado por un día y estratificación nuevamente por 29 días.
- T5: Inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante una hora.
- T6: Inmersión en una solución con 100 ppm de ácido giberélico durante una hora.
- T7: Inmersión en una solución con 150 ppm de ácido giberélico durante una hora.

Para teca (Tectona grandis) los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- T1: Testigo (sin ningún tratamiento).
- T2: Escarificación mecánica con lija.
- T3: Inmersión en una solución con 30 ppm de ácido giberélico durante una hora.
- T4: Inmersión en una solución con 60 ppm de ácido giberélico durante una hora.

- T5: Inmersión en una solución con 90 ppm de ácido giberélico durante una hora.
- T6: Escarificación química con ácido sulfúrico al 50% durante 15 minutos.
- T7: Escarificación química con ácido sulfúrico al 50% durante 30 minutos.
- T8: Escarificación mecánica con lija más inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos.
- T9: Escarificación mecánica con lija más inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos.

Para nogal (Junqlans guatemalensis) se tuvieron los tratamientos siguientes:

- T1: Testigo (sin ningún tratamiento).
- T2: Escarificación mecánica con esmeril.
- T3: Escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 30 minutos.
- T4: Escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 45 minutos.
- T5: Escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 60 minutos.
- T6: Escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 30 minutos.
- T7: Escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 45 minutos.
- T8: Escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 60 minutos.

6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento se desarrolló bajo condiciones de laboratorio en el BANSEFOR. Se utilizaron cajas de madera de 82 cm x 54 cm x 12 cm;

como sustrato arena blanca, cernida, lavada y desinfectada con el fungicida pentacloronitrobenceno en polvo al 75%, diluido a razón de 40 g/m², un día antes de la siembra.

Para los tratamientos de pinabete que requerían la estratificación durante 60 días y el que requería la estratificación durante 30 días, secado por un día y nuevamente estratificación por 29 días se llenaron bandejas de plástico con arena blanca, cernida, lavada y desinfectada con pentacloronitrobenceno, luego se humedecieron para sembrar la semilla y colocarlas en cuarto frío a 4°C. A los 30 días después se procedió a sacar la semilla del tratamiento que incluía un día de secado, luego se volvió a sembrar conjuntamente con el que fue estratificado por 30 días. Cumplido el período de estratificación, se retiró la semilla del cuarto frío y se procedió a sembrarla en las cajas de germinación debidamente preparadas. Para los tratamientos con ácido giberélico, éste fue pesado en balanza analítica para preparar las soluciones en ppm, utilizándose beakers con 300 mililitros de solución.

En los tratamientos de teca, la escarificación mecánica se efectuó con lija para madera número 50, y consistió en quitarle por completo la cubierta felposa y parte del hueso que recubre a los embriones. Para los tratamientos con ácido giberélico, se pesó en balanza analítica para preparar las soluciones en partes por millón, utilizando beakers con 600 mililitros de solución. En la escarificación con ácido sulfúrico, primero se preparó a la concentración deseada, rebajándolo con agua y agitándose lentamente, luego se sumergieron las semillas en beakers con 600 mililitros de solución a diferentes intervalos de tiempo. En la combinación de tratamientos, primero se escarificaron las semillas con lija para madera número 50, luego se sumergieron en las soluciones de ácido giberélico preparadas para tal caso a diferentes concentraciones, esto se hizo al mismo tiempo.

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Para nojal la escarificación mecánica se realizó con esmeril y consistió en quitarle 3/4 partes del exocarpo, para permitir la hidratación y el intercambio de gases del embrión para dar lugar a la germinación. En la escarificación química con ácido sulfúrico al 95% se utilizaron beakers de 1000 mililitros de capacidad, como para la escarificación química con el mismo ácido al 65%, el cual con antelación fue rebajado con agua y agitado lentamente, luego de tener tratados todos los lotes de semillas se sembraron en las cajas de germinación.

7. VARIABLES RESPUESTA

Las variables respuesta evaluadas en el estudio fueron el porcentaje de germinación y los días a la germinación.

8. TOMA DE DATOS Y EVALUACION

Los registros de germinación fueron tomados a partir del segundo día después de la siembra. Se asumió una semilla germinada cuando aparecían las hojas cotiledonares.

9. ANALISIS ESTADISTICO

Para la realización de los análisis de varianza, fue necesario transformar los datos por el método de la raíz cuadrada:

$$\sqrt{X + 1}$$

Donde:

X = valor de los datos originales;

1 = valor constante.

VI RESULTADOS Y DISCUSION

1. Abies guatemalensis (PINABETE)

Con esta especie se utilizaron siete tratamientos, el tratamiento pregerminativo que mejor estimuló la germinación fue el de estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días, secado por un día y estratificación nuevamente por 29 días. En orden descendente el porcentaje de germinación disminuyó con los tratamientos de la siguiente manera: estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días; inmersión en una solución con 100 ppm de ácido giberélico durante una hora; estratificación en arena húmeda a 4°C durante 60 días; inmersión en una solución con 150 ppm de ácido giberélico durante una hora; inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante una hora; testigo (sin ningún tratamiento). El cuadro 1 muestra el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos.

De acuerdo al análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a la semilla de esta especie, (ver apéndice 2, cuadro número 1).

Los datos de germinación fueron tomados 8 días después de la siembra.

Los resultados mostrados en el cuadro 1, nos indican que se logró incrementar la germinación con los tratamientos aplicados a la semilla de pinabete, el mejor tratamiento concuerda con los resultados obtenidos por la Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (16), con este procedimiento se ha obtenido más del 20% de germinación.

Cuadro 1. Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de pinabete (Abies guatemalensis)

TRATAMIENTO	% DE SEMILLA GERMINADA (X)
Estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días, secado por un día y estratificación nuevamente por 29 días	23
Estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días	18
Inmersión en una solución con 100 ppm de ácido giberélico durante una hora	16
Estratificación en arena húmeda a 4°C durante 60 días	15
Inmersión en una solución con 150 ppm de ácido giberélico durante una hora	14
Inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante una hora	13
Testigo (sin ningún tratamiento)	4

El tratamiento que mostró el mas bajo porcentaje de germinación fue el testigo, el cual concuerda con los resultados obtenidos en el laboratorio de BANSEFOR, lo que demuestra que la semilla de pinabete sí respondió a los tratamientos aplicados.

Con el fin de verificar la presencia de embrión en las semillas de pinabete y obtener un parámetro en cuanto al potencial para germinación, se disectaron 3,000 semillas, obteniéndose 198 semillas con embrión, lo que indica que el 20% tiene la capacidad de germinar. Esto demuestra que esta especie produce una alta cantidad de semilla vana (sin embrión) y la presencia de depósitos de resina que rodean al embrión, posiblemente sean los factores que provocan la dormancia y bajo porcentaje de germinación en las semillas.

En la figura 1 se observa el comportamiento de la semilla de pinabete con los diferentes tratamientos utilizados. Además podemos visualizar que el mejor tratamiento a los 16 días después de la siembra expresó su máximo porcentaje de germinación (23%). Es notorio que todos los tratamientos pregerminativos estimularon la germinación, pero en un período considerable de tiempo; a excepción del testigo que fue el último en iniciar, manifestando un bajo porcentaje de germinación.

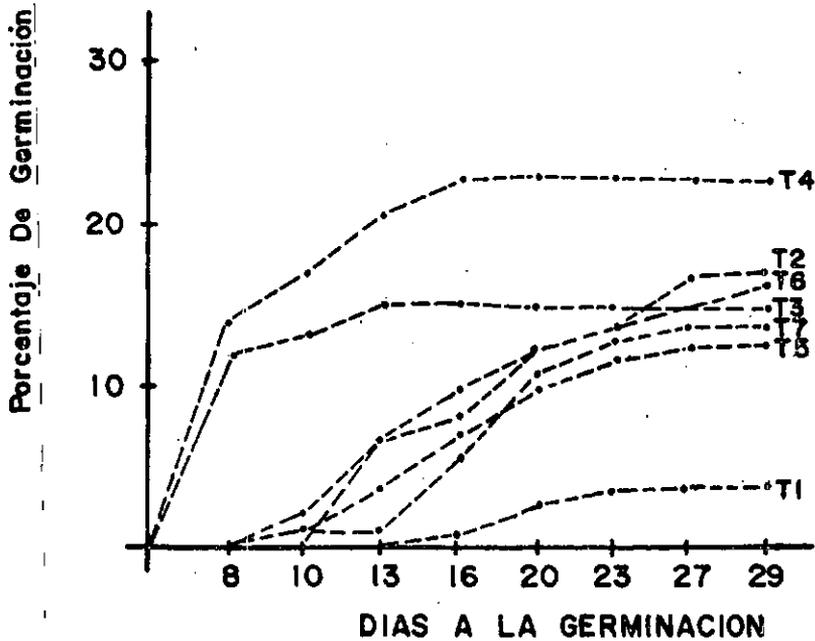


Figura 1. Comportamiento de la germinación de la semilla de pinabete con los diferentes tratamientos aplicados: T1: testigo (sin ningún tratamiento); T2: estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días; T3: estratificación en arena húmeda a 4°C durante 60 días; T4: estratificación en arena húmeda a 4°C durante 30 días, secado por un día y estratificación nuevamente por 29 días; T5: inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante una hora; T6: inmersión en una solución con 100 ppm de ácido giberélico durante una hora; T7: inmersión en una solución con 150 ppm de ácido giberélico durante una hora.

2. Tectona grandis (TECA)

Para esta especie se utilizaron nueve tratamientos pregerminativos; el tratamiento que mayor porcentaje de germinación presentó fue el de escarificación mecánica con lija mas inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos. En orden decreciente la respuesta a los tratamientos pregerminativos se comportó en el orden siguiente: escarificación mecánica con lija mas inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos; inmersión en una solución con 30 ppm de ácido giberélico durante una hora; inmersión en una solución con 90 ppm de ácido giberélico durante una hora; escarificación mecánica con lija; inmersión en una solución con 60 ppm de ácido giberélico durante una hora; escarificación química con ácido sulfúrico al 50 por ciento durante 30 minutos; escarificación química con ácido sulfúrico al 50 por ciento durante 15 minutos; testigo (sin ningún tratamiento).

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre los tratamientos aplicados (ver apéndice 2, cuadro número 2). En base a la prueba de Tukey al 1%, el mejor tratamiento fue el de escarificación mecánica con lija mas inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos. En el cuadro 2 se presenta el efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de teca.

Los datos de germinación fueron tomados 21 días después de la siembra.

Cuadro 2. Efecto de los diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de teca.

TRATAMIENTO	% DE SEMILLA GERMINADA (X)
Escarificación mecánica con lija mas inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico	52 a *
Escarificación mecánica con lija más inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos	42 a b
Inmersión en una solución con 30 ppm de ácido giberélico durante una hora	36 b
Inmersión en una solución con 90 ppm de ácido giberélico durante una hora	28 b
Escarificación mecánica con lija	26 b
Inmersión en una solución con 60 ppm de ácido giberélico durante una hora	22 b
Escarificación química con ácido sulfúrico al 50% durante 30 minutos	21 b
Escarificación química con ácido sulfúrico al 50% durante 15 minutos	17 b
Testigo (sin ningún tratamiento)	15 b

* Porcentajes con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey al 1% de significancia.

Con la finalidad de establecer un promedio de embriones en los frutos de teca, se disectaron 500 frutos, se encontraron 195 frutos vanos (sin embrión), 305 con semillas en número de uno hasta tres, de los cuales solo 28 contenían cuatro semillas. Es notable que esta especie produce frutos vanos, lo que también contribuye al igual que la cubierta felposa y los embriones latentes al bajo porcentaje de germinación que presentan las semillas en forma natural.

La figura 2 indica que el mejor tratamiento escarificación mecánica con lija número 50 mas inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos, inició la germinación a los 21 días después de la siembra y en término de 6 días expresó el máximo porcentaje de germinación (52%); los otros dos tratamientos que le siguen en el orden de estímulo a la germinación están comprendidos en este mismo período de tiempo, hasta concluir con los demás tratamientos que a los 23 días después de la siembra iniciaron, manifestando un bajo porcentaje de germinación principalmente el testigo (15%).

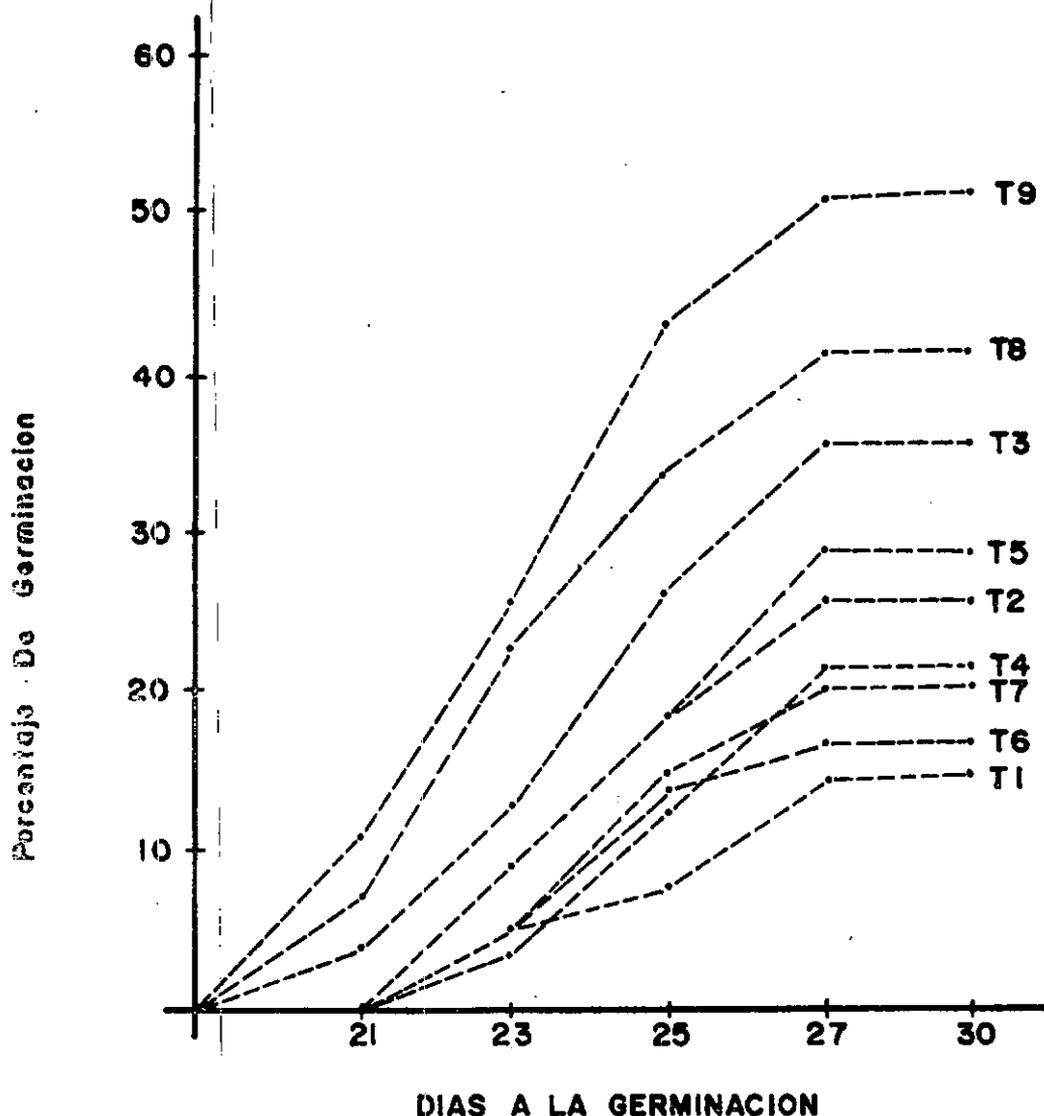


Figura 2. Comportamiento de la germinación de la semilla de teca con los diferentes tratamientos aplicados: T1: testigo (sin ningún tratamiento); T2: escarificación mecánica con lija; T3: inmersión en una solución con 30 ppm de ácido giberélico durante una hora; T4: inmersión en una solución con 60 ppm de ácido giberélico durante 1 hora; T5: inmersión en una solución con 90 ppm de ácido giberélico durante 1 hora; T6: escarificación química con ácido sulfúrico al 50% durante 15 minutos; T7: escarificación química con ácido sulfúrico al 50% durante 30 minutos; T8: escarificación con lija mas inmersión en una solución con 50 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos; T9: escarificación con lija mas inmersión en una solución con 75 ppm de ácido giberélico durante 45 minutos.

PROPIEDAD DE ... SAN CARLOS DE GUATEMALA
Bibliotec... entral

3. Junqlans guatemalensis (NOGAL)

Con esta especie se utilizaron ocho tratamientos y la escala de mayor a menor efecto sobre la germinación se estableció de la siguiente manera: escarificación mecánica con esmeril; escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 60 minutos; escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 45 minutos; escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 30 minutos; escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 60 minutos; escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 45 minutos; escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 30 minutos; testigo (sin ningún tratamiento). El cuadro 3 muestra el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos aplicados a la semilla de nogal.

El análisis de varianza mostró que no existe diferencia significativa entre tratamientos (ver apéndice 2, cuadro número 3), pero con base al porcentaje de germinación podemos decir que el mejor tratamiento fue el de escarificación mecánica con esmeril y considerando que en el laboratorio de BANSEFOR no se ha logrado hacer germinar a esta especie, estos resultados son alentadores, pues el testigo al que no se le aplicó ningún tratamiento reportó 10 por ciento de germinación.

Para esta especie según disección practicada en sus semillas, indica que el principal factor que afecta la germinación es la presencia de un exocarpo lignificado y grueso que provoca resistencia mecánica al embrión impidiendo la germinación en un período corto de tiempo. Al incrementarse el tiempo de exposición al ácido sulfúrico, aumenta el porcentaje de germinación, a mayor concentración de ácido sulfúrico se observa mayor respuesta a la germinación, lo que indica que existe problema mecánico.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de nogal.

TRATAMIENTO	% DE SEMILLA GERMINADA (\bar{X})
Escarificación mecánica con esmeril	49
Escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 60 minutos	45
Escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 45 minutos	35
Escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 30 minutos	28
Escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 60 minutos	24
Escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 45 minutos	20
Escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 30 minutos	15
Testigo sin ningún tratamiento	10

Datos de germinación tomados 28 días después de la siembra.

En la figura 3 se muestra que el mejor tratamiento, escarificación mecánica con esmeril, inició la germinación a los 28 días después de la siembra y en término de 18 días expresó el máximo porcentaje de germinación (49%); el segundo mejor estímulo ocurrió en un lapso de 24 días después de la siembra (45%); como se observa los demás tratamientos iniciaron la germinación a los 33 días después de la siembra hasta concluir con el testigo que se llevó un período de 52 días para expresar el 10 por ciento de germinación.

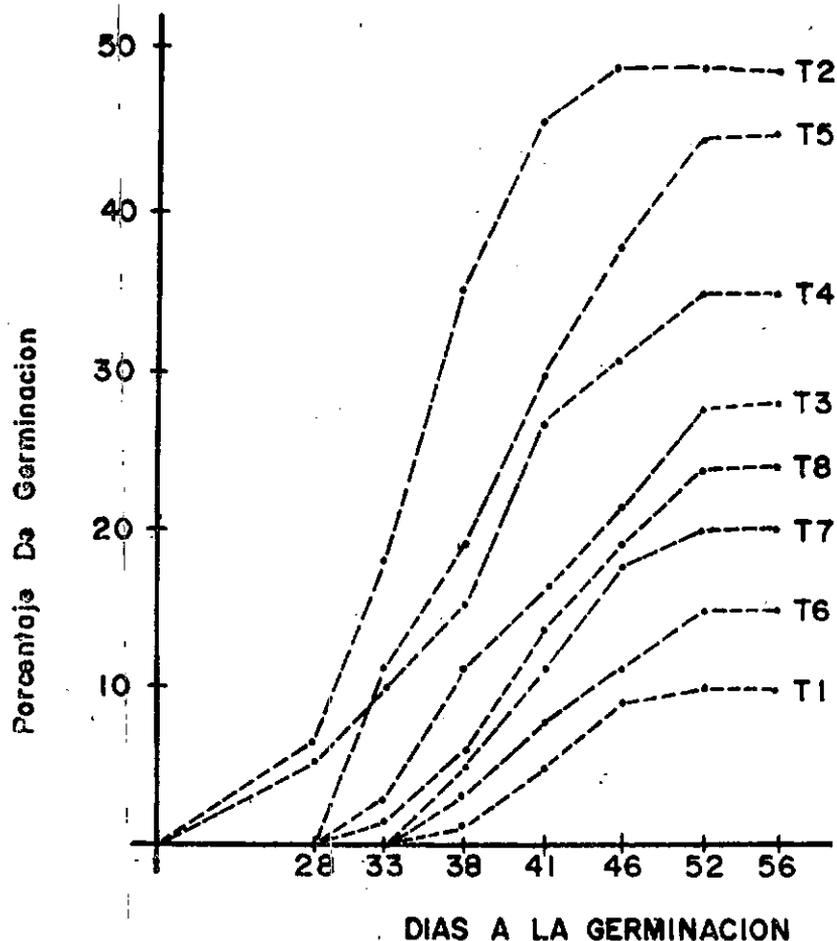


Figura 3. Comportamiento de la germinación de la semilla de nogal con los diferentes tratamientos aplicados: T1: testigo (sin ningún tratamiento); T2: escarificación mecánica con esmeril; T3: escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 30 minutos; T4: escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 45 minutos; T5: escarificación química con ácido sulfúrico al 95% durante 60 minutos; T6: escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 30 minutos; T7: escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 45 minutos; T8: escarificación química con ácido sulfúrico al 65% durante 60 minutos.

VII CONCLUSIONES

1. Para Abies guatemalensis (pinabete), el mejor tratamiento fue la estratificación en arena húmeda en cuarto frío a 4°C durante 30 días, secado por un día y estratificación nuevamente por 29 días. Por lo que se deduce que las bajas temperaturas son esenciales para acelerar la postmaduración y aumentar el porcentaje de germinación.
2. En Tectona grandis (teca) es notorio que el principal factor que retarda la germinación es la presencia de una cubierta felposa - que actúa como una capa semipermeable dificultando la absorción de agua y gases indispensables para que se de la germinación. Pero no sólo esta cubierta dificulta la germinación, sino que también los embriones presentan letargo, posiblemente se debe a que los embriones son fisiológicamente inmaduros. Esto se demuestra al obtener el mayor estímulo de las semillas a la germinación con la combinación de tratamientos que incluyen reguladores del crecimiento como el ácido giberélico, que actúa como estimulador de la germinación acelerando la postmaduración.
3. De los tratamientos utilizados en Juglans guatemalensis (nogal) el mayor estímulo a la germinación se logra con la escarificación mecánica con esmeril, eliminando en buena proporción el exocarpo lignificado que le sirve de barrera mecánica al embrión.

VIII RECOMENDACIONES

1. Para pinabete se recomienda utilizar estratificación en arena húmeda en cuarto frío a 4°C durante 30 días, secado por un día y es tratificado nuevamente por 29 días. Así también se deben continuar estudios con diferentes tiempos de estratificación y la utilización de reguladores del crecimiento a diferentes dosis y -- tiempos de inmersión.
2. Para la germinación de teca se recomienda como tratamiento pregerminativo la combinación de tratamientos como la escarificación mecánica con lija para madera número 50, mas inmersión en ácido giberélico en soluciones con 75 ppm.
3. Para las semillas de nogal, la escarificación mecánica con esmeril dá buenos resultados como tratamiento pregerminativo. Se recomienda continuar estudios que oncluyan otros ácidos en la esca rificación química como el clorhídrico y el nítrico a diferentes concentraciones y tiempos de inmersión.

IX BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, J.I. 1961. Pinos de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 32 p.
2. _____. 1966. Relaciones de algunos aspectos de la flora útil de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. p. 64-66.
3. ASOCIACION INTERNACIONAL PARA ENSAYOS DE SEMILLAS (GINEBRA). 1977. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Trad. por Luis Martínez Vasallo y Gloria Angulo Asencio. Madrid. p. 124-132.
4. COCHRAN, W.; COX, G. 1981. Diseños experimentales. Trad. por Alfonso Carrillo Liz. México, Trillas. p. 120-132.
5. DEVLIN, R. 1980. Fisiología vegetal. Trad. por Xavier Llimona Pagés. España, Omega. p. 471-488.
6. ESTADOS UNIDOS. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. s.f. Seeds and wood in the United States. Washington, D.C. Handbook of Agriculture no. 450. p. 803-804.
7. ESTRADA, B. 1980. Comportamiento de especies forestales plantadas para leña en la granja penal de Escuintla. Guatemala, Instituto Nacional Forestal/CATIE. 11 p.
8. FLINTA, C. 1972. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO. Cuaderno Forestal no. 11. p. 87-88.
9. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registro climáticos, estación central, período 1975-1985.
Sin publicar.
10. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1977. Tablas de volumen para especies coníferas de Guatemala. Guatemala. 162 p. (Documento de trabajo no. 17).
11. _____. SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO DE PLANIFICACION ECONOMICA; INSTITUTO NACIONAL FORESTAL; INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1981. Memoria explicativa. Guatemala. 24 p.
12. HARTMANN, H.; KESTER, D. 1982. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. p. 124-215.

13. KAMRA, S. 1974. Seeds problems of some developing countries in Asia, Africa and Latin America and scope for international cooperation. Estocolmo, Suecia, Royal College of Forestry. p. 1-7, 37-42.
14. LAURIE, M.V. 1975. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. Roma, FAO. Cuaderno de Fomento Forestal no. 19. 203 p.
15. MILLER, E. 1981. Fisiología vegetal. Trad. por Francisco Latorre. México, UTEHA. p. 245-248.
16. NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. 1985. Conservation of conifers and hardwoods; Abies guatemalensis two year status report. Estados Unidos de América. Bulletin on Tropical Forestry no. 3. 17 p.
17. PADILLA, L.F. 1977. Análisis de germinación de teca (Tectona grandis L.) especie con grandes posibilidades de reforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
18. ROJAS, M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2 ed. México, McGraw Hill. p. 92-97.
19. STANDLEY, P.; STEYERMARK, J. 1946. Flora of Guatemala. Estados Unidos de América, Field Museum of Natural History. Fieldiana Botany. v. 24, pt. 1, 3.
20. WEAVER, R. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contín. México, Trillas. p. 173-204.
21. WEBB, D. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, England, Overseas Development Administration. p. 105.
22. WILSON, C.; LOOMIS, W. 1980. Botánica. Trad. por Irina de Cool. México, UTEHA. p. 333-336.
23. WOTOWIEC, P. 1983. Tratamientos sencillos para semillas forestales en viveros en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal/CATIE. 10 p.

Vo. Bo.
Patualle



X. APENDICE

Apéndice 1. Registro de laboratorio, tratamientos pregerminativos y diseño estadístico utilizado por especie.

ESPECIE	Registro de Laboratorio		Tratamientos pregerminativos	Montaje			Completamente al azar	
	No. de Lote	Fecha de recolección		Fecha Siembra	Fecha de iniciar la germinación	Fecha de finalización de la Germinac.	No. de Semillas por U.E.	No. de repeticiones/Tratam.
<u>Abies guatemalensis</u> Rehder	89	Dic/86	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7.	2-6-87	10-6-87	29-6-87	60	4
<u>Tectona grandis</u> Linneo	4	Dic/86	T1, T2, T3.... T9.	2-7-87	23-7-87	29-7-87	36	4
<u>Junglans guatemalensis</u> Manning	71	Sep/86	T1, T2, T3.... T8.	3-8-87	1-9-87	26-9-87	20	4

Apéndice 2. Análisis de varianza para las tres especies.

Abies guatemalensis

CUADRO 1.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Tratamiento	6	283.43	47.24	1.265 N.S.	2.57	3.81
Error	21	784.00	37.33			
Total	27	1067.43				

C.V. = 32.12%

Tectona grandis

CUADRO 2

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	641.56	80.19	4.45 **	2.30	3.25
Error	27	485.00	17.96			
Total	35	1126.56				

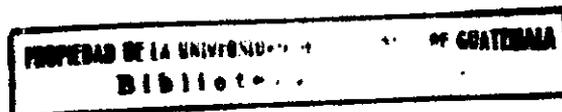
C.V. = 18.54%

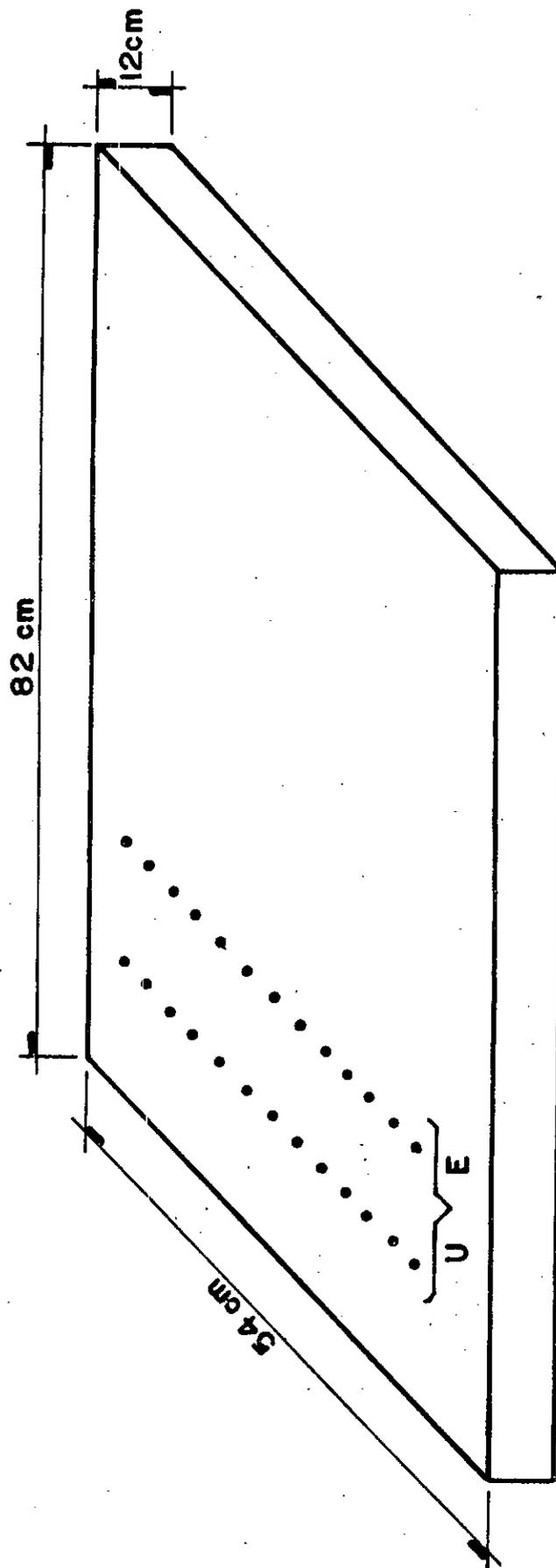
Junglans guatemalensis

CUADRO 3

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Tratamiento	7	215.00	30.71	3.43 N.S.	3.99	3.50
Error	24	214.50	8.94			
Total	31	429.50				

C.V. = 24%





Apéndice 3. Figura que muestra la caja para la germinación de la semilla y la unidad experimental para los diferentes ensayos.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

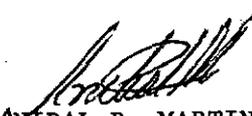


FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

24 - VIII - 89

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O