

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



EVALUACION DE METODOS PREGERMINATIVOS EN SEIS
ESPECIES FORESTALES DE DIFICIL GERMINACION

POR:

ALBERTO PEREZ, ROLANDO ABELINO
JERONIMO DIAZ, ALVARO FRANCISCO

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

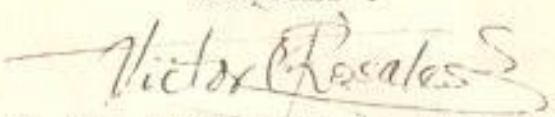
SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1989.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

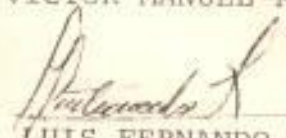


ING. AGR. JOSE RICARDO VILANOVA ARCE

ASESORES :

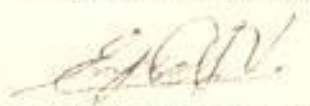


M. Sc. VICTOR MANUEL ROSALES

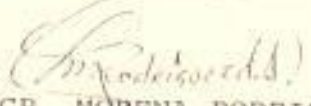


ING. AGR. LUIS FERNANDO CASTANEDA

JURADO EXAMINADOR



LIC. EMPERATRIZ CABEZAS DE MAYORGA



ING. AGR. MORENA RODRIGUEZ DE SOTO



ING. AGR. MARIO ANTONIO ORELLANA NUÑEZ

RESUMEN

Algunas de las especies forestales nativas y exóticas presentan latencia en sus semillas, careciéndose de información que proporcione métodos prácticos para superar este problema, por lo cual se instaló un ensayo en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada geográficamente a 13°17'59" N y 89°5'48" W, a una altura de 700 msnm, con temperatura promedio anual de 23°C, humedad relativa promedio anual de 73% y una precipitación promedio anual de 1794 mm de lluvia.

El objetivo principal del trabajo fue evaluar la eficiencia de diferentes tratamientos pre-germinativos en seis especies forestales las cuales fueron: Conacaste (Enterolobium cyclocarpum), leucaena (Leucaena leucocephala), copinol (Hymenaea courbaril), pacún (Sapindus saponaria), teca (Tectona grandis) y nogal (Juglans sp.).

El ensayo se inició el 25 de abril de 1989 y finalizó el 3 de agosto de 1989; utilizándose un diseño completamente al azar, con tres repeticiones y seis tratamientos como sigue: ácido sulfúrico concentrado a dos tiempos diferentes; agua caliente a dos distintas temperaturas; un tratamiento mecánico y un testigo.

Las medias de porcentajes de germinación por tratamiento compararon con la prueba de Duncan, encontrándose alta significancia al 1% de probabilidad en las primeras cinco especies; únicamente en nogal no hubo significancia estadística.

En conacaste, leucaena, copinol y pacún, los tratamientos que dieron los mejores resultados fueron los químicos y el mecánico; en teca el mecánico; y en nogal el agua a 80°C con posterior imbibición de 48 horas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer :

- A nuestra Alma Mater, por habernos formado profesionalmente.
- A las personas que de una u otra forma colaboraron con el presente trabajo.
- A nuestros asesores :
M.Sc. Víctor Manuel Rosales e Ing. Luis Fernando Castañeda, por su guía y colaboración.
- A las señoritas :
Cecilia M. Rodríguez P. y Mélida del Carmen Ramírez O., - por su valiosa colaboración.
- A los compañeros :
José Roberto Moreno O. e Ismael Alveño López por su ayuda desinteresada.
- Al señor Salvador Leiva por su valiosa ayuda.
- A la señora Marina del Carmen Rodríguez Por su colaboración, comprensión y paciencia.
- A los señores miembros del jurado examinador.

DEDICATORIA

- ESTA OBRA LA DEDICO :

A DIOS TODOPODEROSO:

Que con su luz iluminó mi camino todos los días y a cada momento, permitiéndome vivir y alcanzar mis metas y propósitos.

A MIS PADRES :

Juan Francisco Alberto Alvarenga y María Carmen Pérez de Alberto, por darme la vida y guiarme a través de ello con su ejemplo y apoyo, haciendo de mí lo que soy. Padres: Nuestro sueño se ha cumplido.

A MIS HERMANOS :

Irma Rubia, Beatríz del Carmen, María Magdalena, Mariano Omar, Jenny Liliana y Xenia Maricruz, por todo su cariño y comprensión.

A MIS SOBRINOS :

Marily Carolina, Oscar Francisco y Josemar Alfonso
Con mucho cariño.

A MI NOVIA :

Cecilia Margarita Rodríguez Piche, por aceptarme con mis defectos y darme un nuevo motivo para seguir adelante.

A MI MADRINA :

María Elba Alberto de González, por todo su apoyo durante mi carrera.

A MIS ABUELOS.

A MIS DEMAS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS.

Rolando Abelino Alberto Pérez

DEDICATORIA

- EL PRESENTE TRABAJO LO DEDICO :

A DIOS :

Por haberme iluminado en mis años de estudio.

A MI MADRE :

Juana Alicia Díaz, con amor especial y cariño, por los sabios consejos que me ha brindado durante todos estos años.

A MI PADRE :

Pedro Jerónimo, con respeto.

A MIS HERMANAS :

Ana Emperatriz y Armida Carolina, por su apoyo y comprensión.

A MIS SOBRINOS :

César Eduardo y Sheyly Carolina, con cariño.

A MI NOVIA :

Silvia Margoth Mejía, por el amor y que me ha brindado y sus palabras de ánimo para seguir adelante.

A MIS ABUELOS :

Por el amor brindado.

A MI TIA :

Leonor vda. de Nova, por todo su apoyo y ayuda.

A LOS SEÑORES :

Gabriel García y Blanca de García (Q.E.P.D.), por la ayuda -
brindada.

A MIS DEMAS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS:
Que en una u otra forma me ayudaron.

Alvaro F. Jerónimo Díaz



I N D I C E

	Página
- RESUMEN	iii
- AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS	iv
- INDICE DE CUADROS	xv
- INDICE DE FIGURAS	xviii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. La semilla	3
2.1.1. Semilla forestal	3
2.1.1.1. Tipos de semilla	3
2.1.1.1.1. Recalcitrantes	3
2.1.1.1.2. Ortodoxas	4
2.1.2. Partes de la semilla	4
- Embrión	4
- Tejidos de almacenamiento	5
- Cubiertad de la semilla	6
2.1.3. Germinación de la semilla	6
2.1.3.1. Fases de la germinación	7
2.1.3.1.1. Imbibición de agua ..	7

	Página
2.1.3.1.2. Digestión de alimentos almacenados	8
2.1.3.1.3. Movilización y transporte de nutrientes.	9
2.1.3.1.4. Asimilación	9
2.1.3.1.5. Respiración	9
2.1.3.1.6. Crecimiento del embrión	10
2.1.3.2. Tipos de germinación	11
2.1.3.2.1. Germinación epigea .	11
2.1.3.2.2. Germinación hipógea.	11
2.1.4. Latencia de la semilla	12
2.1.4.1. Tipos de latencia	12
2.1.4.1.1. Latencia física	13
2.1.4.1.2. Latencia fisiológica.	14
2.1.5. Métodos de ruptura de la latencia o métodos pregerminativos	14
2.1.5.1. Escarificación mecánica	15
2.1.5.2. Escarificación química	16
2.1.5.3. Inmersión en agua	17
2.1.5.4. Estratificación	18
2.1.5.4.1. Estratificación fría.	18

	Página
2.1.5.4.2. Estratificación en - caliente	18
2.2. Aspectos generales de las especies en estudio	19
2.2.1. Conacaste	19
2.2.1.1. Sinónimos y nombres comunes	19
2.2.1.2. Botánica	20
2.2.1.2.1. Taxonomía	20
2.2.1.2.2. Descripción	20
2.2.1.3. Hábitat y distribución	22
2.2.1.4. Usos	22
2.2.2. Leucaena	23
2.2.2.1. Sinónimos y nombres comunes	23
2.2.2.2. Botánica	24
2.2.2.2.1. Taxonomía	24
2.2.2.2.2. Descripción	24
2.2.2.3. Hábitat y distribución	25
2.2.2.4. Usos	25
2.2.3. Copinol	26
2.2.3.1. Nombres comunes	26
2.2.3.2. Botánica	27

	Página
2.2.3.2.1. Taxonomía	27
2.2.3.2.2. Descripción	27
2.2.3.3. Hábitat y distribución	28
2.2.3.4. Usos	29
2.2.4. Pacán	29
2.2.4.1. Sinónimos y nombres comunes	29
2.2.4.2. Botánica	30
2.2.4.2.1. Taxonomía	30
2.2.4.2.2. Descripción	30
2.2.4.3. Hábitat y distribución	32
2.2.4.4. Usos	32
2.2.5. Teca	33
2.2.5.1. Nombres comunes	33
2.2.5.2. Botánica	33
2.2.5.2.1. Taxonomía	33
2.2.5.2.2. Descripción	34
2.2.5.3. Hábitat y distribución	35
2.2.5.4. Usos	35
2.2.6. Nogal	36
2.2.6.1. Botánica	36

	Página
2.2.6.1.1. Taxonomía	36
2.2.6.1.2. Descripción	37
2.2.6.2. Hábitat y distribución	38
2.2.6.3. Usos	38
3. MATERIALES Y METODOS	40
3.1. Localización del experimento	40
3.1.1. Características climáticas	40
3.1.2. Características microclimáticas	40
3.2. Metodología	41
3.2.1. Recolección de semilla	41
3.2.2. Preparación del cantero	41
3.2.3. Esterilización de las semillas	42
3.2.4. Tratamientos	42
3.2.4.1. Tratamientos físicos	42
3.2.4.2. Tratamientos químicos	43
3.2.4.3. Tratamiento mecánico	43
3.2.4.4. Testigo	44
3.2.5. Instalación del experimento	44
3.2.6. Diseño estadístico	44
3.2.6.1. Diseño experimental	44
3.2.6.2. Factores en estudio	45
3.2.6.3. Variables evaluadas	45

	Página
3.2.6.4. Toma de datos	46
3.2.6.5. Modelo estadístico	46
4. RESULTADOS	47
4.1. Conacaste	47
4.2. Leucaena	52
4.3. Copinol	57
4.4. Pacún	62
4.5. Teca	67
4.6. Nogal	72
5. DISCUSION	76
5.1. Conacaste	76
5.2. Leucaena	77
5.3. Copinol	78
5.4. Pacún	79
5.5. Teca	80
5.6. Nogal	82
6. CONCLUSIONES	85
7. RECOMENDACIONES	86
8. BIBLIOGRAFIA	88
9. ANEXOS	97

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Porcentajes de germinación diaria para <u>conacaste</u> (<u>E. cyclocarpum</u>), a partir de su inicio para cada tratamiento	49
2	Porcentajes de germinación diaria para <u>leucaena</u> (<u>L. leucocephala</u>), a partir de su inicio para cada tratamiento	54
3	Porcentajes de germinación diaria para <u>copínol</u> (<u>H. courbaril</u>), a partir de su inicio - para cada tratamiento	59
4	Porcentajes de germinación diaria para <u>pacún</u> (<u>S. saponaria</u>), a partir de su inicio - para cada tratamiento	64
5	Porcentajes de germinación diaria para <u>teca</u> (<u>T. grandis</u>), a partir de su inicio para cada tratamiento	69
6	Porcentajes de germinación diaria para <u>nogal</u> (<u>Juglans</u> sp), a partir de su inicio para cada tratamiento	73

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	Página
A.1 Análisis de varianza para porcentajes de germinación en conacaste	98
A.2 Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en conacaste	98
A.3 Análisis de varianza para porcentajes de germinación de leucaena	99
A.4 Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en leucaena	99
A.5 Análisis de varianza para porcentajes de germinación en copinol	100
A.6 Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en copinol	100
A.7 Análisis de varianza para porcentajes de germinación en pacún	101
A.8 Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en pacún	101
A.9 Análisis de varianza para porcentajes de germinación en teca	102
A.10 Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en teca	102
A.11 Análisis de varianza para porcentajes de germinación en nogal	103

ANEXO	Página
A.12 Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en nogal	103
A.13 Formulario utilizado para la toma de datos durante el ensayo	104

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Porcentajes de germinación en semillas de <u>E. cyclocarpum</u> , tratadas con diferentes métodos pregerminativos, evaluados durante 30 días .	50
2	Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días resultantes de la aplicación de tratamientos en conacaste (<u>E. cyclocarpum</u>)	51
3	Porcentajes de germinación en semillas de <u>L. leucocephala</u> tratadas con diferentes métodos pregerminativos, evaluadas durante 40 días .	55
4	Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días resultantes de la aplicación de tratamientos en leucaena (<u>L. leucocephala</u>)	56
5	Porcentajes de germinación en semillas de <u>H. courbaril</u> tratadas con diferentes métodos en leucaena (<u>L. leucocephala</u>)	60
6	Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en copinol (<u>H. courbaril</u>)	61
7	Porcentajes de germinación en semillas de <u>S. saponaria</u> tratadas con diferentes métodos - pregerminativos, evaluadas durante 74 días .	65

Figura		Página
8	Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en pacón (<u>S. saponaria</u>)	66
9	Porcentajes de germinación en semillas de <u>T. grandis</u> tratadas con diferentes métodos pregerminativos evaluados durante 60 días	70
10	Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en teca (<u>T. grandis</u>)	71
11	Porcentajes de germinación en semillas de <u>Juglans</u> sp., tratadas con diferentes métodos pregerminativos, evaluadas durante 90 días	74
12	Porcentaje de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en nogal (<u>Juglans</u> sp.)	75

1. INTRODUCCION

En los últimos años los recursos naturales en El Salvador y en especial el recurso forestal, han sufrido una explotación irracional, lo cual ha generado un sin número de problemas tales como: deterioro de los suelos, escasez de agua y leña, extinción de la fauna y en general una extrema reducción de la cobertura vegetal, especialmente arborea.

En el país a pesar de su estrechez territorial se cuenta con alrededor de 700 especies arboreas nativas ^{1/}; muchas de ellas en peligro de desaparecer, lo que obliga su inmediato rescate. Por otro lado, se cuenta en el país con especies introducidas y de rápido crecimiento, con las que se pretende abastecer a corto plazo de los productos forestales necesarios, y de esta manera reducir el deterioro de la flora nativa.

Toda esta problemática hace que sea urgente y necesario incrementar la producción de plantas para suplir la demanda de programas y proyectos de reforestación a corto plazo.

Según Holdridge (26), es recomendable el establecimiento de parques nacionales o reservas naturales para conservar la belleza escénica de la vegetación nativa de muchas zonas del país, además de que existen muchas tierras cuya vocación es únicamente forestal.

^{1/} ROSALES SORIANO, V.M. 1989. Recursos forestales en El Salvador. San Salvador, El Salv., U.E.S. (Comunicación personal).

Prob
Existe un obstáculo y es la dificultad que presentan muchas especies para obtener buenos porcentajes de germinación y uniformidad de esta en el menor tiempo posible.

correct
Para algunas especies la propagación sexual resulta ser la más económica y práctica de realizar, además de mantener la variabilidad genética, lo que justifica que se investiguen métodos que permitan superar los problemas antes mencionados.

ab 5
Tratando de dar bases para la incipiente investigación en el área de semillas forestales en el país, se realizó este trabajo cuyo objetivo principal fue el de evaluar la eficacia de diferentes tratamientos pre-germinativos en especies forestales que presentan algún grado de dificultad en la germinación, para lo cual se planteó la hipótesis de encontrar un método pre-germinativo adecuado para romper la latencia en semillas forestales y obtener una mayor y mejor germinación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. La semilla

Generalmente la semilla es la base en la producción de plantas, y han sido centro de atención de muchos estudios cuya finalidad es obtener los conocimientos necesarios de sus procesos internos y de los mecanismos que permiten la multiplicación de la especie, así como de características externas que tienen influencia en éstos (57).

A pesar de su aparente simplicidad, la semilla de los árboles y arbustos constituye una de las estructuras más complejas que se han originado en el reino vegetal. Las semillas de algunas especies son muy variables (eurispermas); sin embargo, las de la gran mayoría presentan caracteres morfológicos, anatómicos e histológicos generalmente estables (stenospermas), por lo que son usadas como elemento de identificación en taxonomía, arqueología y paleobotánica, así como en diversas actividades prácticas relacionadas con el manejo de viveros, jardines botánicos y bancos de germoplasma (42).

2.1.1. Semilla forestal

2.1.1.1. Tipos de semilla

2.1.1.1.1. Recalcitrantes:

Son las semillas de viabi-

lidad corta, no toleran baja temperatura y no se puede reducir el contenido de humedad. Normalmente estas semillas tienen un contenido de humedad elevado, ej. Juglans sp. y Sapindus saponaria (8).

2.1.1.1.2. Ortodoxas:

Estas son las semillas que presentan una viabilidad larga, las cuales se pueden almacenar durante mucho tiempo, pues se puede reducir su contenido de humedad hasta un 4-5%, sin causar daño alguno (8). ejemplo: leucaena, teca, conacaste.

2.1.2. Partes de la semilla

La estructura de las semillas de las latifoliadas es semejante a la de las coníferas, excepto que todos los tejidos son diploides, mientras que en estas el endospermo es aploide, correspondiendo al tejido gametofítico femenino (10).

Las partes básicas de la semilla son tres: el embrión, los tejidos de almacenamiento y la cubierta seminal (16, 25).

Embrión:

El embrión es una nueva planta que se origina de la unión durante la fertilización, del gameto masculino con el femenino (25).

En las semillas de dicotiledoneas el embrión está cons-

tituido por un eje y las dos primeras estructuras foliares, es decir, los cotiledones (42).

Al eje del embrión se le conoce como hipocótilo, ya que se localiza por debajo del punto de inserción de los cotiledones, y en cuyo extremo basal se encuentra una radícula incipiente, a partir de la cual se formará la raíz primaria de la planta. En el extremo apical del eje del embrión se localiza otra zona, que al igual que la anterior está formada por tejido meristemático, cuando dicha zona carece de hojas embrionarias recibe el nombre de epicótilo y cuando las presenta se le conoce con el nombre de plúmula (42).

- Tejidos de Almacenamiento

Los tejidos de almacenamiento pueden ser los cotiledones, el endospermo, el perispermo, o en las gimnospermas el gametofito femenino haploide. A las semillas que presentan endospermo grande se les denomina "albuminosas" y aquellas que carecen de él o lo tienen reducido a una capa delgada se les llama "exalbuminosas" (16, 25).

Químicamente los tejidos de almacenamiento están constituidos por carbohidratos, lípidos y proteínas. Los carbohidratos de las semillas de árboles y arbustos se encuentran principalmente en forma de almidones, hemicelulosas y galactomanas. Los lípidos están constituidos por ácidos grasos entre los que se destacan los ácidos láurico, mirístico, palmítico, esteárico

co, lenoleico, linolénico, etc. (10, 42).

En cuanto a las proteínas, Osborne, citado por Niembro Rocas (42), las clasificó en cuatro grupos principales conocidos con los nombres de albúminas, globulinas, glutelinas y prolaminas. Estas proteínas se encuentran almacenadas en pequeñas estructuras subcelulares llamadas cuerpos proteínicos o granos de aleurona.

- Cubiertas de la semilla

Las envolturas de la semilla pueden estar formadas por las cubiertas de la misma, por los restos de la nucela y a veces por parte del fruto. Por lo común son una o dos (raramente tres) y se derivan de los integumentos del óvulo (25).

Al llegar a la madurez, la cubierta seminal de árboles y arbustos presentan diversas características, las mas sobresalientes son el tipo de superficie, la consistencia, el color, como la presencia de estomas y otras estructuras (42).

2.1.3. Germinación de la semilla

La germinación de la semilla es por definición: la emergencia y desarrollo, a partir del embrión, de las estructuras esenciales que son indicativas de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables (7).

Es una cadena de cambios que empiezan con la absorción

de agua y conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la radícula o por la plántula.

Aunque la verdadera germinación comienza largo tiempo antes de la ruptura de la cubierta seminal, suele poderse patentizar de forma visible mediante la observación de la salida de la raicilla o del brote (13).

2.1.3.1. Fases de la germinación

Para desarrollarse completamente, el proceso de germinación sigue una secuencia de fases que involucran varios procesos fisiológicos, los cuales se enumeran a continuación.

2.1.3.1.1. Imbibición de agua

Grandes cantidades de agua son absorbidas por el protoplasto por imbibición y pasan a las vacuolas, aumentando su volúmen, su peso y adquieren turgencia poniendo tirantes los pliegues de la cubierta seminal. La presión de succión se mantiene muy elevada, el hinchamiento de los coloides puede reventar la testa, esto no sucede en las testa dura, gracias a que cuando la semilla está deshidratada solo ocupa una parte del espacio interior (28).

El contenido mínimo de agua al cual germinan las semillas se denomina "nivel crítico de humedad", éste varía de un

30% hasta un 50-55% (7).

2.1.3.1.2. Digestión de alimentos almacenados

Casi todo el material que se encuentra almacenado en los tejidos de reserva, es insoluble e inmóvil, por lo que el embrión antes de agotar sus reservas propias debe transformar estas sustancias en otras más solubles y móviles (10).

La actividad metabólica aumenta y se produce el correspondiente incremento de las actividades enzimáticas y el ritmo respiratorio. Algunas hormonas como las giberilinas desempeñan un papel importante en el incremento de la actividad metabólica. En algunas semillas, las giberelinas aparecen en los embriones y se trasladan a la capa de aleuronas, donde activan a las enzimas. Una de tales enzimas, la amilasa, se secreta en el endospermo, donde convierte el almidón en azúcar (58).

Los lípidos también son convertidos en azúcares a través de las lipasas. Parte de los azúcares son desintegrados por la germinación, mientras que otra fracción va a parar a las células que se están dividiendo en el embrión, en donde son convertidos en nuevo material celular, especialmente en celulosa (28).

Los diversos productos de la hidrólisis de las proteínas peptonas poliptidos y aminoácidos, aparecen al mismo tiempo co

mo resultado de la actividad de las proteasas (28).

2.1.3.1.3. Mobilización y transporte de nutrientes.

Es cuando las reservas previamente hidrolizadas por las enzimas y convertidas en sustancias solubles en agua, se traslocan del endospermo al embrión (10).

2.1.3.1.4. Asimilación

Una vez que los alimentos digeridos llegan a los puntos de crecimiento, son transformados en materia viva (protoplasma) antes de ser utilizados en el proceso de crecimiento (10). La asimilación de las sustancias solubles presentes en los puntos de crecimiento luego de la traslocación desde los tejidos de reserva, sirve para proporcionar energías, las cuales serán utilizadas para el crecimiento y de más actividades celulares (58).

2.1.3.1.5. Respiración

En todas las células vivas, la energía se obtiene a través de la respiración que se lleva a cabo en las mitocondrias del citoplasma (7).

Este proceso se da en la semilla mientras está viva. Durante la germinación aumenta la tasa de respiración y se incre

menta la absorción de oxígeno y se desprende bióxido de carbono en cantidades crecientes, por medio de la siguiente reacción:



Es decir, que a partir de la glucosa y el oxígeno, se obtiene bioxido de carbono, agua y energía (10, 25).

2.1.3.1.6. Crecimiento del embrión

En la semilla que germina, el crecimiento se da por división celular, por elongamiento celular, o conjuntamente por los dos procesos. En los casos en que los dos modos de crecimiento se asocian, según Baldovinos de la Peña, citado por Laboriau (29), se les puede observar especialmente separados.

El crecimiento del embrión puede comenzar en la radícula o en la plúmula según la especie (7).

Según James (28), en casi todas las semillas, el primer órgano que aparece es la radícula o raíz embrionaria que por su geotropismo positivo se inclina y crece hacia abajo sea cual fuere la dirección en que apareció. Poco después aparece el brote joven tomando la dirección opuesta, se aleja del suelo, sintetiza clorofila y comienza la asimilación activa.

2.1.3.2. Tipos de germinación.

El crecimiento inicial de la plántula sigue dos patrones distintos, es decir, que en unas especies la plántula emerge de una forma determinada y en otras lo hace de forma diferente (25); las dos formas o tipos de germinación más comunes que se conocen son.

2.1.3.2.1. Germinación epigea

En este tipo de germinación al emerger la radícula y hundirse en el suelo, se desarrollan las raíces secundarias y los pelos radicales, entonces se alarga rápidamente el hipocótilo arrastrando los cotiledones fuera de la superficie del terreno, que posteriormente se separan de la plúmula dando origen al tallo y follaje (39).

Este es el patrón típico de la mayoría de las coníferas y algunas angiospermas como conacaste, copinol, leucaena y teca (25, 39).

2.1.3.2.2. Germinación hipogea

En este caso la elongación del hipocotilo no se produce y los cotiledones permanecen en la semilla. La raíz primaria se alarga al comienzo, la plúmula se eleva a través del suelo, gracias a la rápida elongación del epicótilo. Este patrón de germinación es muy común en

ciertas angiospermas como Juglans y Sapindus (25, 39).

2.1.4. Latencia de la semilla

Las semillas de muchos árboles forestales germinan sin problemas cuando están sujetas a condiciones favorables, aquellas semillas viables que no germinan son consideradas latentes (41).

Una definición del término latencia es: "Es la incapacidad de las semillas, de otra manera viables, de reiniciar el desarrollo inmediatamente cuando se les suministra agua y oxígeno a temperaturas normalmente favorables para el crecimiento de la planta" (22).

La latencia (también conocida como letargo, período de reposo dormancia), se manifiesta en una germinación demorada y variable, hasta la falla completa (41).

La simple falla en la germinación de las semillas, no significa que éstas están en latencia; las condiciones ambientales pueden ser desfavorables, y a este caso se le denomina quiescencia (39).

2.1.4.1. Tipos de latencia

El retardo en la germinación no es accidental, es el resultado de mecanismos fisiológicos que conservan a la semilla en un estado para que no germine (47).

La causa puede hallarse en una cubierta seminal dura, impermeable al agua y/o a los gases o resistentes físicamente al crecimiento del embrión inmaduro; la necesidad de sobremaduración; la exigencia de un tipo de luz o temperatura; o la presencia de inhibidores (11, 13, 37, 39, 50).

En las semillas de especies leñosas, frecuentemente sucede que la latencia es doble, es decir, que se debe a sus cubiertas seminales así como a su embrión más o menos letárgico (2).

Según las causas antes expuestas, la latencia se puede clasificar en dos tipos: la física y la fisiológica (41, 47).

2.1.4.1.1. Latencia Física

También se conoce como la latencia morfológica, y es cuando una condición morfológica impide la germinación. Ocurre cuando las semillas son diseminadas con un embrión inmaduro; puede ser que el desarrollo morfológico del embrión no está determinado o que el embrión aunque bien desarrollado morfológicamente, debe crecer más en tamaño. La causa más común de latencia física en las especies forestales de Centro América, especialmente en las zonas áridas, es una testa restrictiva o impermeable al agua y/o a los gases, o restringe mecánicamente la hinchazón que sigue a la absorción de agua y multiplicación de células (41).

2.1.4.1.2. Latencia fisiológica

También conocida como latencia interna, caracterizada por una semilla madura en el sentido anatómico, pero que no puede germinar hasta que ciertos cambios fisiológicos han ocurrido después de la diseminación (41).

Algunas especies tienen un embrión latente, en que el bloqueo fisiológico está asociado con una restricción en la respiración mientras que en otras existe un inhibidor químico que previene la germinación, como amoníaco, ácido cinahídrico, etileno, aceites esenciales, ácidos orgánicos no saturados, alcaloides, lactonas no saturadas, cumarina, hormonas como el ácido absísico, etc. (25, 34, 41, 46, 50, 58).

2.1.5. Métodos de ruptura de la latencia o métodos pre-germinativos

Al seleccionar el tratamiento adecuado lo que se hace es imitar los mecanismos que utiliza la misma naturaleza para romper la latencia de la semilla (49).

Bajo condiciones naturales y con suficiente tiempo, los bloqueos a la germinación son eliminados; sin embargo, es necesario adelantar y uniformizar la germinación de semillas latentes en el vivero a través de tratamientos algunos sofisticados, pero lo más práctico para el viverista son, la escarificación

y la inmersión en agua, para latencia física y la estratificación para latencia fisiológica (41).

2.1.5.1. Escarificación mecánica.

El objetivo de esta operación es suprimir el efecto de una testa restrictiva o impermeable y consiste en adelgazar la testa o remover parte de ella, para permitir la entrada de agua y el intercambio de gases (20, 41, 49).

Existen varias modalidades de tratamientos mecánicos, en lotes pequeños de semillas se puede adelgazar la testa con papel lija o lima, así como efectuar cortes de porciones de semilla con cuchillos o tijeras, también se puede rajar la testa con golpes de martillo. En lotes grandes pueden ser escarificados en cilindros forrados con papel lija o mezclando la semilla con arena en un mezclador de cemento (33, 41).

La escarificación mecánica es muy efectiva en ciertas especies forestales tropicales. Menéndez Graniello y Rugamas Estupinian (38), obtuvieron porcentajes de germinación de 100% mediante golpes de martillo y limado a la testa en Enterolobium cyclocarpum.

Según la FAO (43), en Hymenaea courbaril la germinación de las semillas frescas puede mejorarse limando por un lado la envoltura de la semilla o haciendo una incisión con un cuchillo.

2.1.5.2. Escarificación Química.

Es otro método efectivo para las especies con testa resistente; consiste en sumergir la semilla en un producto químico como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, soda cáustica y otras sales en diferentes períodos según la especie; posteriormente las semillas son lavadas en agua corriente y secadas (20, 24, 33, 41).

Cabezas de Mayorga (comunicación personal), obtuvo algunos resultados en la germinación de Tectona grandis sometiendo la semilla a un tratamiento con soda cáustica al 4% en períodos de 1-2 horas ^{1/}; para esta misma especie Flinta (17), recomienda un tratamiento con ácido sulfúrico diluido para aumentar el porcentaje de germinación.

Menéndez Graniello y Rugamas Estupinian (38), ensayaron dos tratamientos químicos en teca, uno con ácido sulfúrico al 8% y otro con soda cáustica al 4%, estos autores aseguran haber alcanzado porcentajes de germinación de 44% para el primer tratamiento y 32% para el segundo.

^{1/} CABEZAS DE MAYORGA, E. 1989. Tratamientos pregerminativos en semillas forestales. San Andrés, El Salvador, CEDEFOR (comunicación personal).

2.1.5.3. Inmersión en agua.

Existen dos tipos de inmersión; inmersión en agua fría y en agua precalentada. La inmersión en agua fría consiste en sumergir la semilla en agua corriente por un período de tiempo que puede oscilar entre 1 a 10 días según la especie, el volúmen de agua a usarse debe ser de 6 a 7 veces mayor que el de las semillas, cambiándola diariamente para evitar fermentaciones (20).

El tratamiento en agua caliente consiste en sumergir las semillas en 4 ó 5 veces su volúmen de agua caliente, y dejarlas enfriar en la misma agua durante 24-48 horas. La temperatura del agua varía según la especie (4, 20, 21, 33, 41, 46).

Un tratamiento de inmersión en agua fría es recomendado para T. grandis por la FAO (43), el cual consiste en remojar las semillas dos o tres días alternando el remojo con el secado al sol y otros dos o tres días de remojo.

La inmersión en agua caliente es bastante recomendada. Liegel y Venator (30), la recomienda para grandes cantidades de semillas de legumbres y teca.

Flinta (17), asegura que se obtiene hasta un 85% de germinación en H. courbaril usando agua caliente.

Rodríguez y Murillo (49), mencionan que se pueden utilizar agua con temperatura cercana a los 100°C en E. cyclocarpun y Leucaena. CATIE (6), recomienda para leucaena tratar las semillas antes de la siembra con agua a 80°C, para obtener porcen

tajes de germinación del 80%.

2.1.5.4. Estratificación.

Se conocen con este término los tratamientos fríos y húmedos que aceleran los cambios fisiológicos necesarios en algunas semillas para lograr su germinación (20).

2.1.5.4.1. Estratificación fría.

Las semillas son almacenadas en un medio bien aireado como musgo, arena o turba húmeda y mantenidas a bajas temperaturas de (1-4°C) durante períodos relativamente largos (1-4 meses) (21, 33, 39). Este tipo de estratificación fue usado por Martin y Mason (36), en Juglans regia para determinar la presencia de sustancias endógenas en las almendras, encontrando un inhibidor de la germinación, el cual se cree fue el ácido absísico.

2.1.5.4.2. Estratificación en caliente

Este tipo de estratificación se puede hacer a la intemperie si no se cuenta con ningún medio mecánico para regular la temperatura, la cual debe establecerse, lo mismo que la duración para cada especie. El procedimiento consiste en dejar las semillas en un medio húmedo

como arena, estiércol, musgo, pasto, durante tiempos variables. En algunos casos no se requiere de humedad en el medio. Las temperaturas que se mantienen generalmente oscilan entre los 15 a 20°C (20, 21, 33, 46). Según Goitia Estrada (20), la estratificación es el método pregerminativo más usado cuando se tienen semillas con latencia interna. Flinta (17), la recomienda para semillas de Juglans nigra.

2.2. Aspectos generales de las especies en estudio.

2.2.1. Conacaste (Enterolobium cyclocarpum Jacq.Griseb) (53).

2.2.1.1. Sinónimos y nombres comunes.

Sinónimos: Mimosa cyclocarpa (50);
Inga cuclocarpa (15).

Nombres comunes: conacaste, conacaste negro, guanacaste. En algunos lugares de Guatemala como Petapán y Hueatenango le denominan pit (53). En el país se conocen también con los nombres de palo de orejas, árbol de orejas, caro hembra (5, 30, 59). En México: orejón y paretá (59). En Panamá le denominan corotú. Los indios de Costa Rica le llaman Kurú, kudshiv y shoró (52).

En Colombia recibe los nombres de carito, orejero, piñón, anjera, dormilón y oriera (18). En Perú le conocen como pasha

co y orejas de negro (15).

2.2.1.2. Botánica.

2.2.1.2.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Antófitas, sub división: Angiospermas

Clase: Dicotiledoneas

Orden: Gutiferales

Familia: Leguminosae, sub-familia: mimosoideae

Género: Enterolobium

Especie: cyclocarpum (31, 59).

2.2.1.2.2. Descripción.

Forma: árbol de mediano a grande que alcanza alturas y diámetros variables según la zona donde se encuentre. Así encarnación Cajañaupa (15), reporta alturas de 25 m, con troncos de 0.35-0.60 m de diámetro. En Costa Rica, Stanley (52), menciona árboles que alcanzan 30 m. de altura y hasta 2 m. de diámetro.

En El Salvador, según Witsberger et. al. (59), esta especie alcanza alturas hasta de 38 m y diámetros de 1.60 m. Presenta una copa extendida y corteza de color gris claro o pardusco, cubierta de verrugas rojizas, anaranjadas o cafeseas arregladas en líneas verticales. La corteza interior es

blanca y ligeramente dulce en los árboles jóvenes; en los árboles más viejos se torna gruesa, de color rojo subido, arenosa y de sabor amargo. Las ramitas gruesas de color verde a gris tienen puntos y líneas verrugosas blancas (lenticelas) y grietas finas longitudinales (27, 45, 59).

Hojas: Holdridge y Póveda (27), reportan hojas bipinnadas, con cuatro a quince pares de pinnas, y éstas con 15-30 pares de hojuelas lineal oblongas de 8 a 15 mm de largo. Sin embargo Witsberger et. al (59), mencionan entre 1-12 pares de ejes laterales con pelillos finos cada cual teniendo entre 9 y 50 pares de hojuelas. Además éstos autores reportan dos glándulas redondas en el eje central de la hoja, una cerca de la base y la otra entre el último o los dos últimos pares de ejes laterales.

Flores: presenta capítulos florales densos, de color blanco-amarillo (cabezuelas) de 1-2.2 cm de diámetro en pedúnculos de 3-6 cm de largo y tienen muchas flores pequeñas apiñadas, sin pedicelos. El cáliz tubular, verde, tiene cinco dientes así como la corola. Los estambres son blancos, de 12 mm de largo, unidos en un tubo por debajo y el pistilo de 14 mm de largo con ovario corto y estilo delgado (18, 27, 45, 59).

Frutos: son legumbres anchas, curvas, de color castaño lustroso, semejantes a una oreja humana, cuyo diámetro oscila entre ocho y diez cm. Son aplanadas pero más gruesas sobre las semillas y no se abren (15, 18, 27).

Semillas: son elípticas, aplanadas de 1.2-1.6 cm de lar

go, de color café oscuro, con un anillo claro en ambas caras que produce una figura atractiva. Las semillas son dispersadas por roedores y otros mamíferos (59).

2.2.1.3. Hábitat y Distribución.

En elevaciones bajas de tierra caliente, ascendiendo hasta 900 msnm. Se encuentra distribuido desde México, pasando por Centro América y la parte norte de Sur América (Venezuela, Colombia, Brasil, Perú) (5, 15, 18, 27, 53, 59).

2.2.1.4. Usos

Madera: la albura es blancuzca y el duramen de color café a menudo teñido de rojo. La madera es dura y liviana (peso específico de 0.35 a 0.6), fácil de trabajar, toma buen pulimento, es moderadamente durable y resistente a las termitas de madera seca. Se conserva a la intemperie sin rajarse ni retorcerse. En El Salvador se ha usado en la construcción, vehículos, puertas, muebles ordinarios, bateas y canoas (5, 59). En otros lugares la madera se ha usado para interiores, chapas y ruedas de carreta (59).

Las vainas y la corteza contienen tanino utilizable en la tenería. Las semillas se emplean en collares, se sabe que al azarlas son comestibles. La resina de la corteza puede usarse como sustituto de la goma arábiga. (59).

El aserrín de la madera causa irritación en muchas personas, mata los peces y enferma el ganado causándole la muerte (originándole disentería), además puede hacer abortar a las reses (5, 59).

García Barriga (18), menciona los siguientes usos medicinales:

- La decoción de la corteza en gargarismos, es descongestionante de la mucosa y en baños de asiento para la piquiña del ano.

- La decoción de los frutos se emplea igualmente como la corteza en baños para la hemorroides. El mismo autor cita un estudio realizado en México con el género Enterolobium, en el cual se determinó que E. contortosilicum (Morong) Spreng, es un tóxico para los animales de sangre fría; es larvívica y se comprobó su acción en larvas de Anopheles y Culex y la nulidad de efectos sobre ninfas de éstos.

2.2.2. Leucaena (Leucaena leucocephala Lam. de Wit (6)

2.2.2.1. Sinónimos y nombres comunes.

Sinónimos: Leucaena glauca Benth (6)

Mimosa glauca (53)

Nombres comunes: En América Latina se conoce como guaje, yaje, uaxin. En las Filipinas como leucaena e ipil-ipil; lam-tora en Indonesia y en Inglés se conoce como leadtree (6).

2.2.2.2. Botánica.

2.2.2.2.1. Taxonomía.

Reino : Plantae
División : Antófitas, Sub división: Angiospermas
Clase : Dicotiledoneas
Orden : Gutiferales
Familia : Leguminosas, Sub familia: Mimosaseae
Género : Leucaena
Especie : leucocephala (31).

2.2.2.2.2. Descripción.

Forma: Arbol de tamaño pequeño a grande de 5 a 20 m de altura, con una copa redondeada de color verde grisáceo, abierta en época seca y densa en época lluviosa (6, 53).

Hojas: con 5 a 10 pares de pinnas muy pálidas, pecíolo glandular, 10 a 20 pares de hojuelas lanceoladas, oblongas o lineares de 8 a 15 mm de largo, agudas, glabras y cercanas entre sí (27, 53).

Flores: son unas cabezuelas de 1.5 a 3 cm de diámetro, cáliz pubescente de 1 mm de longitud, con dientes obtusos y pétalos pubescentes (27, 53).

Frutos: son legumbres estipuladas, lineales de unos 15 cm

de longitud y 2 cm de ancho, comprimidas y planas; rígidas y membranosas con dos valvas continuas densamente pubescentes. Su color es marrón casi transparente (6, 27, 53).

Semillas: son pequeñas, de color café quemado brillante y con una testa dura de consistencia coriacea, éstas tienen alta viabilidad, pero las plántulas tienen un crecimiento un poco lento (6, 41, 48).

2.2.2.3. Hábitat y Distribución.

La leucaena está distribuida en los trópicos y sub-trópicos, es una especie para tierras bajas principalmente (abajo de los 500 msnm) puede crecer en áreas más elevadas perdiendo su vigor, necesitando de 600 a 1700 mm de precipitación anual (6).

La leucaena es originaria del sur de México, Florida, Estados Unidos y Las Antillas hasta la parte norte de América del Sur, introducida en las islas del pacífico, Las Filipinas, Indonesia, Papua Nueva Guinea, Malasia, Africa Oriental y Occidental (6, 11, 24).

2.2.2.4. Usos.

La madera de leucaena es excelente para leña y carbón. El valor calorífico es de 4600 Kcal. por Kg (6).

El follaje de ésta especie es un forraje altamente nutritivo para alimentar ganado de leche y carne, así como cabras, conejos, porcinos y aves (1, 6, 48).

Otros usos: Se conoce que en Filipinas la leucaena ha sido utilizada como sombra en el cultivo del café. También puede ser utilizada para mejorar la fertilidad de los suelos debido a que fija nitrógeno del aire, o como abono verde, ya que el contenido de nitrógeno de su follaje iguala al estiércol. Su facilidad para prosperar en laderas inclinadas, suelos marginales y áreas con sequías prolongadas, la convierte en una especie importante para reforestar cuencas hidrográficas, laderas y pastizales desnudos (6, 27).

2.2.3. Copinol (Bymenaea courbaril L.) (31).

2.2.3.1. Nombres comunes.

Guapinol (El Salvador); cuapinol, copinol (México y Centro América); algarrobo (español); hoja de cuchillo (Guatemala y Honduras); locust (Islas Virgenes, Belice); courbaril, caguairan, algarrobo de las antillas (Cuba); copal (Ecuador); west-indian-locust, stiking-toe (Jamaica) simiri (Guayana Británica); orda lucust, locust, loksi (surinam); Jutahy, Jatobá (Brasil). El nombre copinol de origen nahuatl significa árbol de harina en referencia a la pulpa harinosa de las vainas (34, 53, 59).

2.2.3.2. Botánica.

2.2.3.2.1. Taxonomía.

Reino : Plantae
División : Antófitas; Sub división: Angiospermas
Clase : Dicotiledoneas; Sub clase: Coripétalas
Orden : Rosales
Familia : Leguminosas - Sub familia Caesalpinaceae
Género : Hymenaea
Especie : courbaril (31)

2.2.3.2.2. Descripción.

Forma: El copinol es un árbol siempre verde que puede alcanzar alturas hasta de 30 m y con diámetro de un metro. De tronco recto, la corteza es un tanto lisa, café-grisácea con grietas finas verticales. La corteza interior es color castaño rojiza con rayas blancas. Las ramas gruesas forman una copa redondeada y ampliamente extendida (34, 45, 53, 59).

Hojas: Estas son alternas, bifoliadas, tienen pecíolos de 1 a 2 cm de largo que sostienen dos hojuelas sin pecíolos, de color verde lustroso en el haz y en el envés verde mate, borde liso, miden de 3 a 10 cm de largo por 2.5-5 cm de ancho; ápice acuminado y base redondeada; de consistencia coriácea (30, 34, 59).

Flores: los grupos florales (panículas) terminales, miden como de 10 a 15 cm de largo, cada flor es de color blanco con 5 pétalos elípticos de 1.7 a 2.0 cm de largo levemente desiguales; 10 estambres de 4 cm de largo con anteras rojas; pistilos con ovario súpero que mide 3.5cm de largo aproximadamente (23, 27, 30, 45, 59).

Frutos: es una vaina de paredes gruesas y duras, indehiscente, que mide de 8 a 15 cm de largo, color café y algo aspera. Estos contienen pocas semillas achatadas en su mayoría de color rojo las cuales se encuentran envueltas por una pulpa gruesa polvosa de color amarillo claro. Esa pulpa dulce, harinosa o parecida a polvo, es comestible aunque tiene un olor desagradable pero mezclada con agua produce una bebida similar a la cerveza (27, 30, 45, 59).

2.2.3.3. Hábitat y Distribución.

Es un árbol común en sitios húmedos, que a menudo se encuentra cerca de los ríos y arroyos, desde el nivel del mar hasta 900 msnm se encuentran a lo largo de las Antillas desde Cuba y Jamaica a Trinidad y Tobago. También desde el centro de México a Perú, Bolivia, Brasil y La Guayana Francesa (34, 59).

2.2.3.4. Usos.

Madera: el copinol produce madera de buena calidad, fácil de trabajar, toma buen pulimento, es moderadamente durable y resistente a las termitas de la madera seca. Se conserva a la intemperie sin rajarse ni retorcerse (58).

Little (34), menciona que en Puerto Rico es considerada como madera de ebanistería comparable a veces con el caoba. También la usan para trabajos de carpintería, en construcciones y para ruedas.

En El Salvador, la madera se ha utilizado en construcción, ruedas de carreta, muebles, cilindros de trapiche. Las raíces y el tronco producen una goma color amarillo pálido o rojizo semejante a resina y que se conoce comercialmente como copal sudamericano; se ha usado en la fabricación de barnices, inciensos y remedios caseros (23, 53, 59).

2.2.4. Pacún (Sapindus saponaria L.) (14).

2.2.4.1. Sinónimos y Nombres comunes.

Sinónimo: Sapindus inaequalis D. C. (19)

Nombres comunes: en México se conoce como zubul, en Centro y Sur América y en Las Antillas recibe diversos nombres según la región donde se encuentre, entre ellos: Guiril, huiril, jabon-

cillal (Guatemala); pacón, árbol de espuma (Honduras) pacún (El Salvador); chumicos (Costa Rica); limoncillo (Panamá); jaboncillo, chumbimbo, michú, chambimbe, pepo (Colombia); para (Venezuela); jurupe (Ecuador); sulluco (Perú); jisotoubu (Bolivia); casita, palo jabón (Argentina) soap seed (Trinidad); savomete pays, graine canique, vois savonette (Haití); savonier, savonettier, savonette montagne, bois maousseux, savonette mousseuse (Guadalupe); savonetapel (Curazao); sopo sirie (Sri Lanka); saboeiro, savoneteiro (Brasil) (5, 27, 30, 31, 32, 52, 54, 59).

2.2.4.2. Botánica.

2.2.4.2.1. Taxonomía.

Reino : Plantae
División : Antófitas; sub-división: Angiospermas
Clase : Dicotiledoneas; Sub clase: Coripétalas
Orden : Grinales
Familia : Sapindaceae
Género : Sapindus
Especie : saponaria (31).

2.2.4.2.2. Descripción.

Forma: es un árbol de tamaño pequeño a mediano, cuya altura oscila entre 5 a 16 m y diá-

metro de aproximadamente 0.47 m. Tiene copa amplia y se ramifica a poca altura. La corteza es de color gris claro a castaño un poco lisa, verrugosa y se torna finamente agrietada y escamosa. La corteza interior es de color castaño anaranjado claro ligeramente amarga y astringente. Las ramitas gruesas son de color gris claro con puntos levantados de color castaño rojizo (lenticelas), finamente vellosas cuando nuevas (30, 34, 59).

Hojas: son alternas, pinnadas, midiendo de 9 a 50 cm de largo, generalmente tienen de 6 a 12 hojuelas pareadas, elípticas a lanceoladas, de color verde mate con pecíolos gruesos, lámina glabra y ápice acuminado; tienen un raquis verde a menudo alado de 0.63 a 1.25 cm de ancho (19, 27, 30, 34, 45, 59).

Flores: son grupos florales (panículas) laterales, ramificadas, de 15 a 45 cm de largo; tienen numerosas flores pequeñas, blancuzcas; principalmente masculinas; pero hay algunas femeninas y bisexuales (polígamas). Las flores femeninas tienen 5 sépalos extendidos desiguales, hasta de 3 mm de largo y 5 pétalos blancos, vellosos, mas cortos que los sépalos. Las flores masculinas tienen como estambres insertados en un disco y pistilo rudimentario (19, 30, 34, 54, 59).

Frutos: los frutos son bayas globosas de 1.5 a 2.5 cm de diámetro, de color amarillento a café lustroso, las cuales nacen solitarias o dos a tres juntas contienen una pulpa amarga, pegajosa de color amarillo, la cual contiene alrededor de

un 30% de saponina (19, 34, 45, 54, 59).

Semillas: son de color negro, de aproximadamente un cm de diámetro, de testa sumamente dura y con pubescencia en la base (19, 34, 54).

2.2.4.3. Hábitat y Distribución.

El pacún según Witsberger et. al. (59) se encuentra en sitios húmedos desde el nivel del mar hasta 1800 msnm en Guatemala. Sin embargo Little (34), asegura que crece en zonas áridas de la costa de Puerto Rico.

En cuanto a la distribución se puede decir que es común y está ampliamente distribuido en América Tropical, extendiéndose aún más por introducción en los Estados Unidos y en los Trópicos del viejo mundo (34, 59).

2.2.4.4. Usos.

Madera: es un poco durable a la intemperie, se usa en carpintería y para poster, mangos de herramientas y para leña (59). La raíz y la corteza de este árbol se aplican en medicina popular en Colombia. Cortez (1919), citado por García Barriga (19), asegura que los frutos se usan para afecciones blenorragicas, y que la corteza y la raíz se emplean también como un buen tónico. La tintura alcohólica de los frutos se emplea contra la clorosis, pero hay que observar

mucha prudencia, pues las semillas son venenosas. La infusión de las hojas sirve para curar la mordedura de serpientes y las picaduras de rayas. Los frutos se han usado como sustituto del jabón, para este propósito se corta la parte carnosa y se pone en agua, la cual produce espuma, utilizado para lavar sedas y telas de lana (19, 27, 34, 45, 59).

Las semillas molidas se han servido como barbasco para pescar, para hacer insecticidas y en medicina; así como soluciones de champú para el cabello, perfumería, extracción de aceites y para extinguidores de incendios. También se han empleado para fabricar collares y los niños las utilizan para jugar (19, 24, 34, 54, 59).

2.2.5. Teca (Tectona grandis L.F.) (34).

2,2,5,1. Nombres comunes.

Teca (español); teak (Estados Unidos);
teck (Guadalupe y Francés) (34).

2.2.5.2. Botánica.

2.2.5.2.1. Taxonomía.

Reino : Plantae
División : Antófitas
Clase : Dicotiledoneas

Orden : Tubiflorales
Familia : Verbenaceae
Género : Tectona
Especie : grandis (31)

2.2.5.2.2. Descripción.

Forma: árbol de gran tamaño, de copa ovalada-globosa; tronco recto, corteza escamosa, agrietada y de color castaño claro. La corteza interior es blanda blancuzca y casi sin sabor. Las ramas son extendidas, con ramitas de color gris claro y verde cuando nuevas (32, 34).

Hojas: son caducas, grandes y opuestas de 30 a 50 cm de largo y 22.5 cm de ancho, de color verde oscuro cuando viejas y bronceadas cuando nuevas, las cuales producen un tinte rojizo al estrujarlas. No presentan pecíolo o con pecíolo corto, de punta corta en el ápice y la base; gruesas, coriáceas y toscas en el haz y con pelos blandos en el envés (32, 34).

Flores: se agrupan en racimos florales (panículas) terminales, erectos y ramificados. Son de color blanco, hermafroditas cáliz compuesto por cinco sépalos, corola en forma de embudo y con el tubo más largo que el cáliz (32).

● Frutos: es una drupa de color castaño claro finamente vellosa y en forma de esfera. Tiene un hueso duro el cual contiene hasta cuatro semillas de 0.62 cm de largo (34).

2.2.5.3. Hábitat y Distribución:

Crece vigorosamente en los trópicos, con lluvias de 1250 a 3750 mm anuales. Tolera muy bien la se quía en la época seca y es muy sensible al frío. Exige suelos aluviales y arenosos.

La teca crece espontáneamente en el norte de la India y Birmania por lo que se cree que es nativa del Sur de Asia, des de La India a la Malasia. Introducida y naturalizada en Fili- pinas y en Java. Se ha cultivado por su madera o como ornamen tal en muchos países incluyendo los Estados Unidos, Antillas, Cuba, Jamaica, Trinidad, Centro América y parte de Sur América (32, 34, 43).

2.2.5.4. Usos.

La teca es reconocida como una de las especies maderables más importantes en el mundo, por sus gran des propiedades; resistencia natural al ataque de insectos y hongos, facilidad de secado, aserrado, labrado, y sus caracte rísticas de acabado, considerándose muy cotizada en el mercado internacional (3, 41, 56).

Madera: Es muy importante en la construcción de buques ya que es impermeable a los líquidos; se emplea también en car pintería de obra fina, artesonados, carruajes, revestimientos, chapas decorativas, pisos de calidad, ebanistería y mueblería

(32, 34, 43).

2.2.6. Nogal (Juglans sp. L.) (40, 55).

2.2.6.1. Botánica.

2.2.6.1.1. Taxonomía.

Reino : Plantae
División : Antófitas
Clase : Dicotiledoneas
Orden : Juglandales
Familia : Juglandaceae
Género : Juglans (16, 27).
Especie : nigra, regia, guatemalensis, pyriformis (16, 27, 31, 55).

Existe dentro de este género alrededor de 40 especies, pero es difícil asegurar con certeza cual o cuales se encuentran en el país ya que Holdridge (27), asegura que es sumamente difícil distinguir entre especies.

Guzmán (27), reporta para El Salvador la especie J. nigra sin embargo Calderón y Stanley (5), reportan J. pyriformis, y Stanley y Steyermark (55), en su tratado de flora de Guatemala mencionan que en El Salvador posiblemente se encuentren las especies: J. pyriformes, J. guatemalensis y J. peruviana.

2.2.6.1.2. Descripción

Forma: son árboles bastante rústicos de altura variable según la especie (30 m aproximadamente).

El tronco es recto y la corteza de color gris fuerte, presentando fisuras (23, 27, 40).

Hojas: son grandes, caedizas, imparipinnadas, de folíolos opuestos de 5 a 10 cm de largo, membranosos y con bordes dentados. El foliolo terminal es más grande que los laterales y la forma de todos es oval-agudos y elípticos (27, 32, 40).

Flores: son de color verdoso monoicas, las femeninas agrupadas en espigas, en el extremo de los brotes. Las masculinas dispuestas en largos amentos, pedúnculos sobre ramas del año anterior (27, 32, 40).

Frutos: el fruto es una nuez encerrada en un mesocarpio carnoso, verde que se oscurece, al madurar, indehiscente, endocarpo oseo o leñoso, típicamente tosco, con cavidades secundarias externas presentes a la pared de la nuez en cada extremo de la partición (16, 32, 40, 55).

Semilla: Es cerebriforme, con cotiledones bilobados, con relieves separados por un tabique, oleaginosa y comestible (18, 32, 40).

2.2.6.2. Hábitat y Distribución.

Crece en elevaciones medianas en climas húmedos a muy húmedos, prefiere suelos profundos y fértiles, acepta la cal pero no la arcilla. Este género se encuentra distribuido en los dos continentes del hemisferio occidental y en Asia (23, 27, 40, 51).

2.2.6.3. Usos.

La madera de nogal bellamente matizada, es susceptible de un bonito pulido por lo que se utiliza en ebanistería, fabricación de armas, tornería y fabricación de esquís en otros países (40). La corteza del pericarpo es astringente y tónica, produce un jugo azucarado para hacer miel o azúcar. Con la cáscara del fruto se da color a la madera y tanto la corteza como las hojas sirven para curtir cueros. El elixir de nogal es tónico y antiescrufuloso (23). García Barriga (16), reporta diversos usos medicinales; las hojas, frutos y corteza se emplean como astringente depurativo de la sangre, en los flujos vaginales y como antiescrufuloso. También las hojas y los frutos se emplean para evitar la caída del cabello y para teñirse las canas, haciendo una decocción de los mismos.

Cortés (1897), citado por García Barriga (16), anota que la corteza de la raíz se utiliza para corregir la constipación habitual de los intestinos y que corrige también algunas afec-

ciones del hígado.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Experimento.

El experimento fue instalado en el propagador ubicado en la parte sur-este de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, la cual se encuentra localizada geográficamente a 13° 17' 59" N y 89° 5' 48" W y a una altura de 700 msnm (14).

3.1.1. Características climáticas.

Las características climatológicas del lugar se describen a continuación:

- Temperatura promedio anual : 23°C
- Humedad relativa promedio anual : 73%
- Promedio anual de precipitación : 1794 mm (14).

3.1.2. Característica Microclimáticas.

Las condiciones de microclima dentro del propagador fueron:

- Temperatura diaria mínima : 24°C
- Temperatura diaria máxima : 30°C
- Humedad relativa diaria promedio : 70%

3.2. Metodología.

La metodología se realizó siguiendo la secuencia que se describe a continuación:

3.2.1. Recolección de semilla.

Esta fase se realizó a partir de la segunda quincena de febrero hasta la segunda quincena de marzo, y consistió en la obtención de las semillas de las diferentes especies en estudio como son: teca (Tectona grandis), leucaena (Leucaena leucocephala), nogal (Juglans sp), conacaste (Enterolobium cyclocarpum), pacún (Sapindus saponaria) y copinol (Hymenaea courbaril).

La semilla de las primeras cuatro especies se obtuvo del Banco de semillas forestales del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, y la de las dos restantes fue recolectada del campo, en el municipio de Metapán departamento de Santa Ana. Esta semilla fue colectada de árboles en pie, precisamente seleccionados, los cuales reunían los requerimientos mínimos necesarios para ser considerados como árboles plus.

3.2.2. Preparación del cantero

La preparación consistió en llenar un cantero de ladrillo de 18 m de largo por 1 m de ancho por 0.45 m de altura, colocando en su base una capa de escoria volcánica de 0.10m

de espesor, seguida de una capa de arena de río de 0.30 m de alto. Posteriormente se desinfectó el cantero con Basamid granulado a razón de 20 gr por m² y se cubrió con plástico durante 10 días.

Dentro y fuera del propagador se realizó una aplicación de Dithane M-45 más Iannate, con la finalidad de erradicar posibles fuentes de contaminación.

3.2.3. Esterilización de las semillas.

Los lotes de semillas de cada una de las especies fueron previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5.25% durante 5 minutos, luego se lavaron con agua destilada con el fin de eliminar los residuos.

3.2.4. Tratamientos.

Estos incluyen modalidades físicas, químicas y mecánicas. La cantidad de semilla por tratamiento fue de 100 semillas (unidad experimental) en 4 especies: S. saponaria, E. cyclocarpum, L. leucocephala y T. grandis y de 50 semillas en las dos restantes.

3.2.4.1. Tratamientos físicos.

Estos consistieron en sumergir las semillas de cada especie en agua a dos temperaturas: 80°C y 100°C,

dejándolas enfriar en la misma agua durante 24 horas, excepto en L. leucocephala que fue tratada a 70°C y 80°C, como también Juglans sp. que fue dejada en el agua durante 48 horas. Se utilizaron recipientes de vidrio, únicamente en Juglans sp. se hizo el tratamiento en una olla de aluminio debido al tamaño de la semilla.

3.2.4.2. Tratamientos químicos.

Estos fueron realizados con ácido sulfúrico concentrado al 96%, dejando las semillas en el ácido durante 20 y 30 minutos respectivamente, después de lo cual se lavaron con agua destilada a fin de quitar los residuos del reactivo. Existieron algunas modificaciones en ciertas especies, así en L. leucocephala se dejaron las semillas en el ácido durante 10 y 20 minutos; en Juglans 30 y 60 minutos y en T. grandis además de los tratamientos de 20 y 30 minutos se agregó un tercero de 120 minutos.

En todos los casos se utilizaron recipientes de vidrio debido a la acción corrosiva del ácido sobre otros materiales.

3.2.4.3. Tratamiento mecánico.

El tratamiento mecánico consistió en remover una porción de testa en las especies E. cyclocarpum, H. courbaril y Juglans sp. por medio de tijeras en las tres

primeras y clavo con amartillo en la cuarta. La otra modalidad consistió en rajar la testa por medio de un golpe con martillo, lo cual se hizo en S. saponaria y T. grandis.

3.2.4.4. Testigo.

Se realizó un tratamiento testigo por especie, el cual consistió en sembrar las semillas previamente esterilizadas.

3.2.5. Instalación del Experimento.

Una vez realizados todos los tratamientos por especie, se procedió a instalar las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental.

Las semillas de tamaño pequeño se sembraron distanciadas a 5 cm entre hileras y a 1 cm entre semillas (L. leucocephala, S. saponaria y E. cyclocarpum); las de tamaño mediano a 7 cm entre hileras y 2 cm entre semillas (H. courbaril y T. grandis); y las semillas de tamaño grande a 10 cm entre hileras y 3 cm entre semillas (Juglans sp).

3.2.6. Diseño Estadístico.

3.2.6.1. Diseño Experimental.

El diseño experimental empleado fue el

completamente al azar, con 6 tratamientos y 3 replicas, exceptuando T. grandis en el cual se aplicaron 7 tratamientos. Además se realizaron pruebas de Duncan para evaluar la eficiencia de los tratamientos por especie.

3.2.6.2. Factores en estudio.

Los factores en estudio fueron los diferentes tratamientos aplicados a las unidades experimentales, así como las diferentes especies.

3.2.6.3. VARIABLES EVALUADAS.

Las variables evaluadas fueron; porcentaje de germinación, tiempo de germinación (rapidez) y uniformidad.

El porcentaje de germinación se define como el número de semillas germinadas en relación al número de semillas sembradas multiplicado por 100 (4).

El tiempo de germinación es el período transcurrido desde la fecha de siembra, hasta que la semilla comienza a germinar y la uniformidad se puede medir tomando el número de días que transcurren desde que la semilla comienza a germinar, hasta que existe estabilidad en la germinación ^{1/}. Estos dos últi

^{1/} ROSALES SORIANO, V.M. 1989. Germinación en semillas forestales. San Salvador, El Salv., U.E.S., (Comunicación personal).

mos parámetros no fueron analizados estadísticamente, pero se determinaron conclusiones en base a cuadros y figuras.

3.2.6.4. Toma de datos.

En la toma de datos se consideró como parámetro para medir la germinación, la emergencia de las plántulas, ya que es imposible saber el momento en que las semillas comienzan a germinar, estando ésta bajo la superficie del sustrato.

Se tomaron datos todos los días anotando el número de semillas germinadas por repetición en un formulario por cada tratamiento (Cuadro 13 A).

3.2.6.5. Modelo Estadístico.

El modelo estadístico responde a la siguiente fórmula: $Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$.

En donde:

Y_{ij} = Característica bajo estudio observado en la parcela "j" y donde se aplicó el tratamiento i.

M = Media experimental.

T_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Error experimental de la parcela (ij).

i = 1,2 a = número de tratamientos

j = 1,2, r = número de repeticiones de cada tratamiento.

4. RESULTADOS

El comportamiento de la germinación para las 6 especies en estudio puede observarse en los cuadros de germinación diaria a partir de la fecha de inicio de ésta (Cuadros del 1 al 6), los cuales al igual que las Figuras del 1 al 12 muestran los porcentajes de germinación, así como la rapidéz y uniformidad.

4.1. Conacaste. (E. cyclocarpum)

En el cuadro 1 se encuentran los datos de la germinación diaria en conacaste, como se puede ver, el tratamiento que alcanzó el mayor porcentaje de germinación fue el de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T_2), el cual alcanzó un 96.00%, a los 8 días de la siembra; luego se tiene el tratamiento mecánico (T_5), con un 82.67% alcanzado a los 13 días, y posteriormente están los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos (T_1) con 75.34% y el agua a 100°C (T_4) con un 77.68%, porcentajes alcanzados a los 13 y 21 días respectivamente.

Por último se encuentra el tratamiento de agua 80°C (T_3) y testigo con porcentajes de 55.31 y 6.0% alcanzados a los 21 y 25 días respectivamente. En las figuras 1 y 2 se observa la tendencia de la germinación durante el desarrollo del ensayo.

La rapidéz en la germinación se puede visualizar en el Cuadro 1 y en la figura 2, la emergencia comenzó a los tres días en cua-

tro tratamientos: ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T_2) con un 7% de germinación inicial; tratamientos mecánico (T_5) con un 5%; agua a 100°C (T_4) con 2.67% y agua a 80°C (T_3) con 1.67%. En el tratamiento de ácido sulfúrico concentrado (T_1) la germinación comenzó a los 4 días con un 4% y en el testigo hasta el quinto día con un 2.67%. En uniformidad, el tratamiento superior fue el de ácido sulfúrico concentrado, por 30 minutos (T_2), pues alcanzó la estabilidad al 8° día, seguido de los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos (T_1) y mecánico (T_5) los cuales la alcanzaron al 13° día, lo que puede verse en el cuadro 1 y figura 1.

Cuadro 1 Porcentaje de germinación para conacaste (*E. cyclo-*
carpum) a partir de su inicio para cada tratamiento.
 T_0 = testigo; T_1 = Ac. Sulf. concentrado por 20'; T_2 =
Ac. Sulf. concentrado por 30'; T_3 = Agua a 80°C en--
friada 24 h.; T_4 = agua a 100°C enfriada 24 h.; T_5 =
Trat. mecánico.

Día No.	T r e t a m i e n t o s					
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
3	--	--	7.00	1.67	2.67	5.00
4	--	4.00	33.67	13.00	8.99	11.33
5	2.67	40.00	83.67	24.67	33.99	54.66
6	3.00	58.67	93.34	28.67	41.99	62.33
7	3.00	67.00	94.67	34.67	47.32	71.33
8	3.00	68.33	96.00	43.67	54.65	76.33
9	3.33	69.00	96.00	43.67	58.65	77.00
10	3.33	69.00	96.00	48.34	62.65	80.00
11	3.33	73.00	96.00	50.01	67.32	82.33
12	3.66	73.67	96.00	51.34	69.98	82.33
13	3.99	75.34	96.00	51.67	70.64	82.67
14	3.99	75.34	96.00	51.67	70.64	82.67
15	4.32	75.34	96.00	51.67	70.64	82.67
16	4.32	75.34	96.00	53.00	70.64	82.67
17	4.32	75.34	96.00	53.33	71.97	82.67
18	4.65	75.34	96.00	53.99	72.97	82.67
19	4.65	75.34	96.00	54.32	74.30	82.67
20	4.98	75.34	96.00	54.65	76.97	82.87
21	4.98	75.34	96.00	55.31	77.62	82.67
22	4.98	75.34	96.00	55.31	77.62	82.67
23	5.31	75.34	96.00	55.31	77.62	82.67
24	5.31	75.34	96.00	55.31	77.62	82.67
25	6.00	75.34	96.00	55.31	77.62	82.67

Nota: Promedios de tres repeticiones.

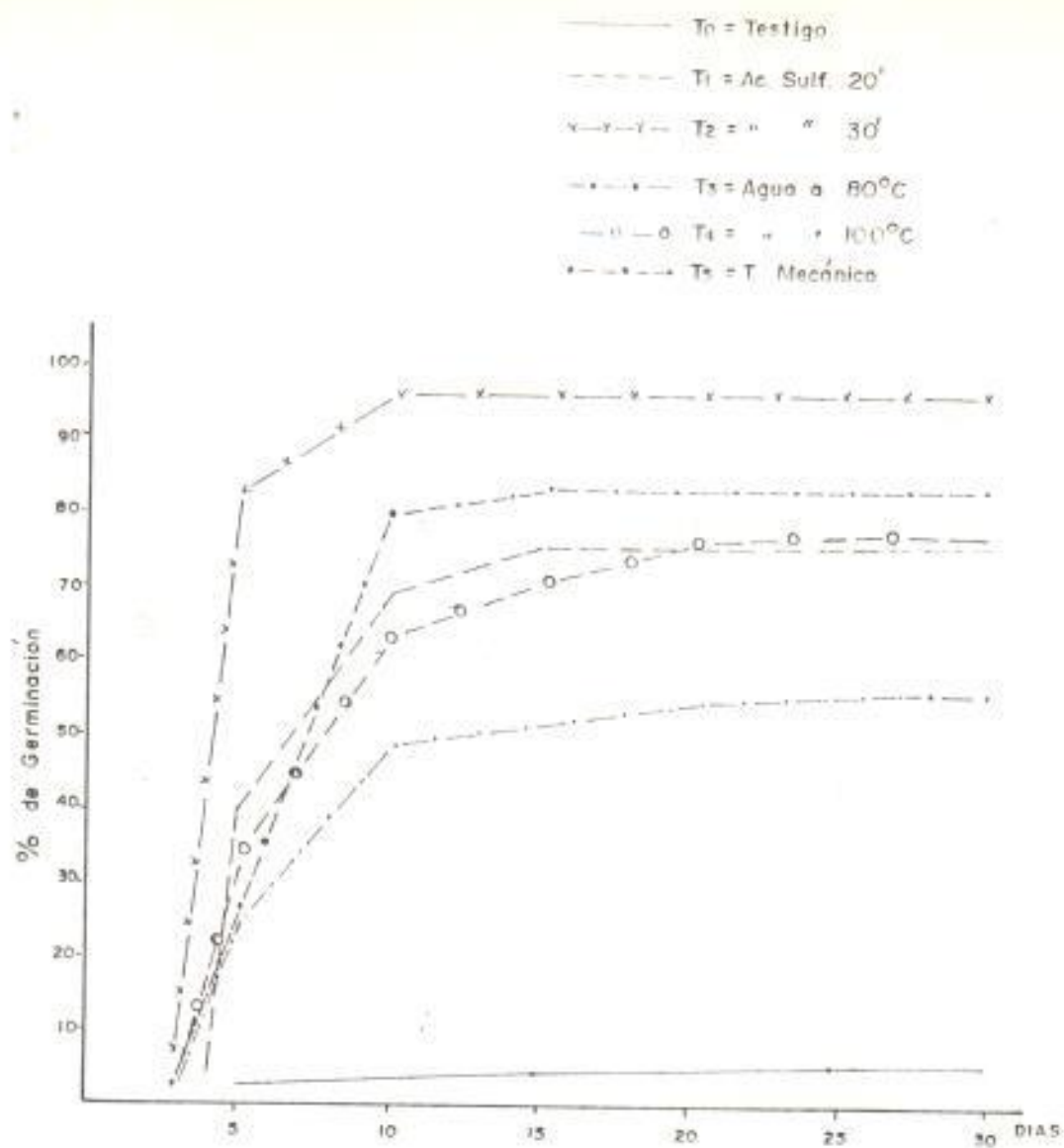


Fig. 1 Porcentajes de germinación en semillas de *E. cyclocarpum* tratadas con diferentes métodos pregerminativos evaluados durante 30 días.

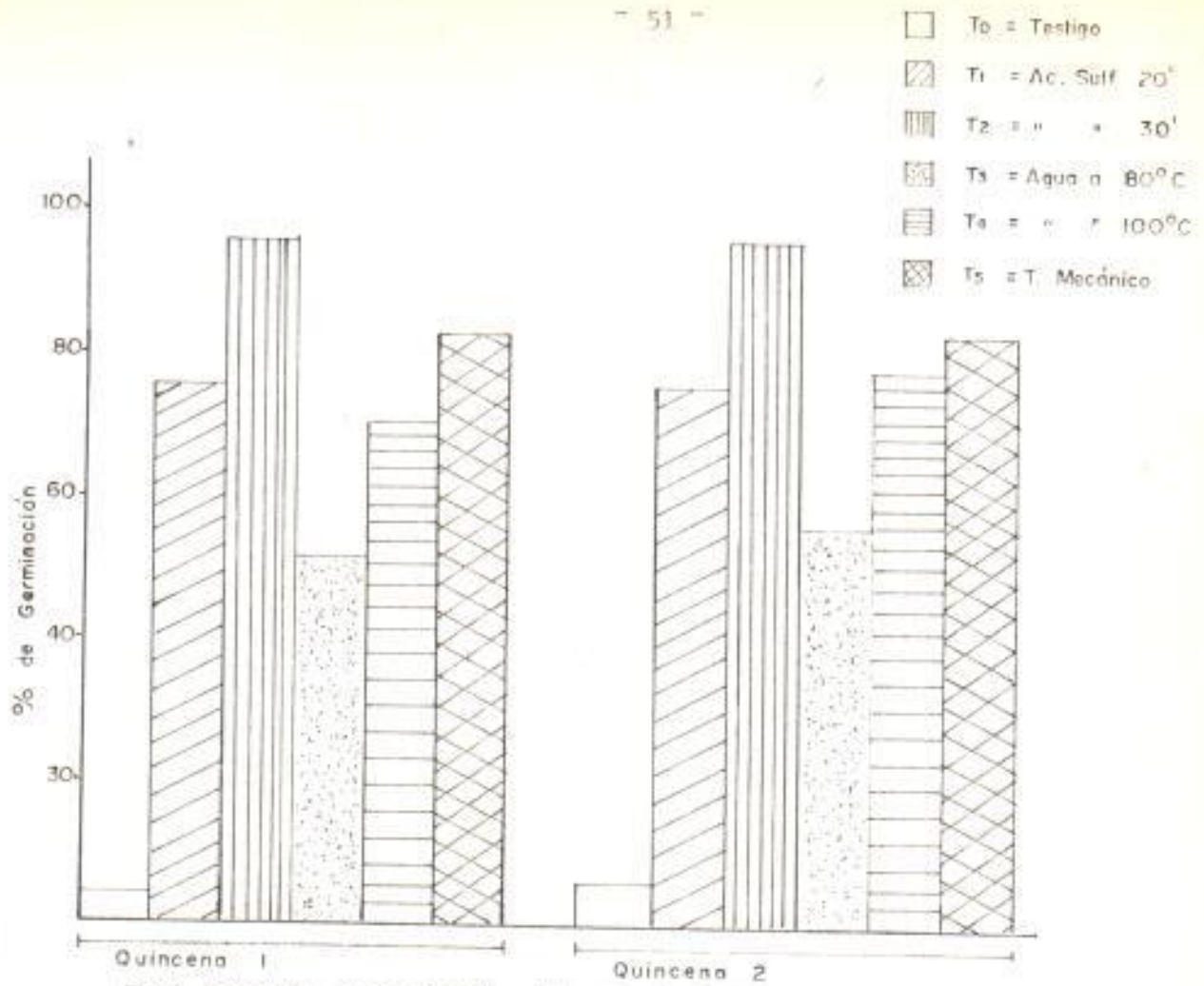


Fig. 2 Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días resultante de la aplicación de tratamientos en *E. cyclocarpum*.

El análisis de varianza para conacaste (Cuadro 14), resultó ser altamente significativo al 1% de probabilidad y con la prueba de Duncan (Cuadro 2A) se comprobó que los mejores tratamientos fueron los mencionados al inicio en el mismo orden.

4.2. Leucaena (L. leucocephala)

Los datos de germinación diaria de leucaena se encuentran en el Cuadro 2, y en las Figuras 1 y 2 en los cuales se observa que los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 10 y 20 minutos (T_1 y T_2) y el tratamiento mecánico (T_5) son los que alcanzaron mayores porcentajes de germinación en un menor tiempo, ya que en los dos primeros se observaron porcentajes de germinación del 99.00%, a los 7 días de la siembra, y con el tercero se obtuvo un 98.00% de germinación a los 8 días de la misma.

El orden del resto de tratamientos fue; agua a 70°C (T_3), con 81.00%, agua a 80°C (T_4) con un 75.33% ambos porcentajes alcanzados a los 20 días y por último el testigo, el cual alcanzó el 11.66% de germinación 40 días después de la siembra.

En todos los tratamientos comenzó la emergencia a los 3 días, con distintos porcentajes de semillas germinadas (Cuadro 2 y Figura 3) así en el tratamiento de ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos (T_1) se observó un porcentaje de germinación inicial del 64.33% que fue el mayor, seguido por el de ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos (T_2) con el 59.33%, y el tratamiento mecánico (T_5) con el 51.00%. El res

to de tratamientos presentaron porcentajes de germinación iniciales muy bajos, de 4% en el tratamiento de agua a 100°C, 3.00% en el agua a 80°C y 1% en el testigo. La uniformidad en la germinación fue mayor en los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado (T_1 y T_2) y mecánico (T_5) estabilizándose la misma a los 7 días en los dos primeros y a los 8 en el tercero, lo cual puede verse en el Cuadro 2 y Figura 3.

Cuadro 2. Porcentajes de germinación diaria para leucaena (L. leucacephala) a partir de su inicio para cada tratamiento T_0 = Testigo; T_1 = Ac. Sulf. concentrado por 10'; T_2 = Ac. Sulf. concentrado por 20'; T_3 = agua a 70°C enfriada 24 h. T_4 = agua a 100°C enfriada 24h; T_5 = corte de porción de semilla con tijera.

Día No.	T r a t a m i e n t o s					
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
3	1.00	64.33	59.33	3.00	4.00	51.00
4	2.33	96.33	96.66	17.33	16.00	94.00
5	3.00	97.99	97.66	29.66	25.00	96.00
6	4.67	98.66	97.99	37.99	37.00	97.00
7	4.67	99.00	99.00	44.99	41.33	97.33
8	4.67	99.00	99.00	48.32	42.33	98.00
9	5.67	99.00	99.00	52.32	51.66	98.00
10	6.34	99.00	99.00	54.32	53.60	98.00
11	7.01	99.00	99.00	56.32	56.33	98.00
12	7.34	99.00	99.00	61.65	61.33	98.00
13	7.34	99.00	99.00	67.65	64.33	98.00
14	7.67	99.00	99.00	73.65	64.33	98.00
15	8.00	99.00	99.00	73.65	66.66	98.00
20	8.00	99.00	99.00	80.98	75.32	98.00
25	9.66	99.00	99.00	80.98	75.33	98.00
30	9.66	99.00	99.00	80.98	75.33	98.00
35	9.66	99.00	99.00	80.98	75.33	98.00
40	11.66	99.00	99.00	80.98	75.33	98.00

Nota: Promedios de tres repeticiones.

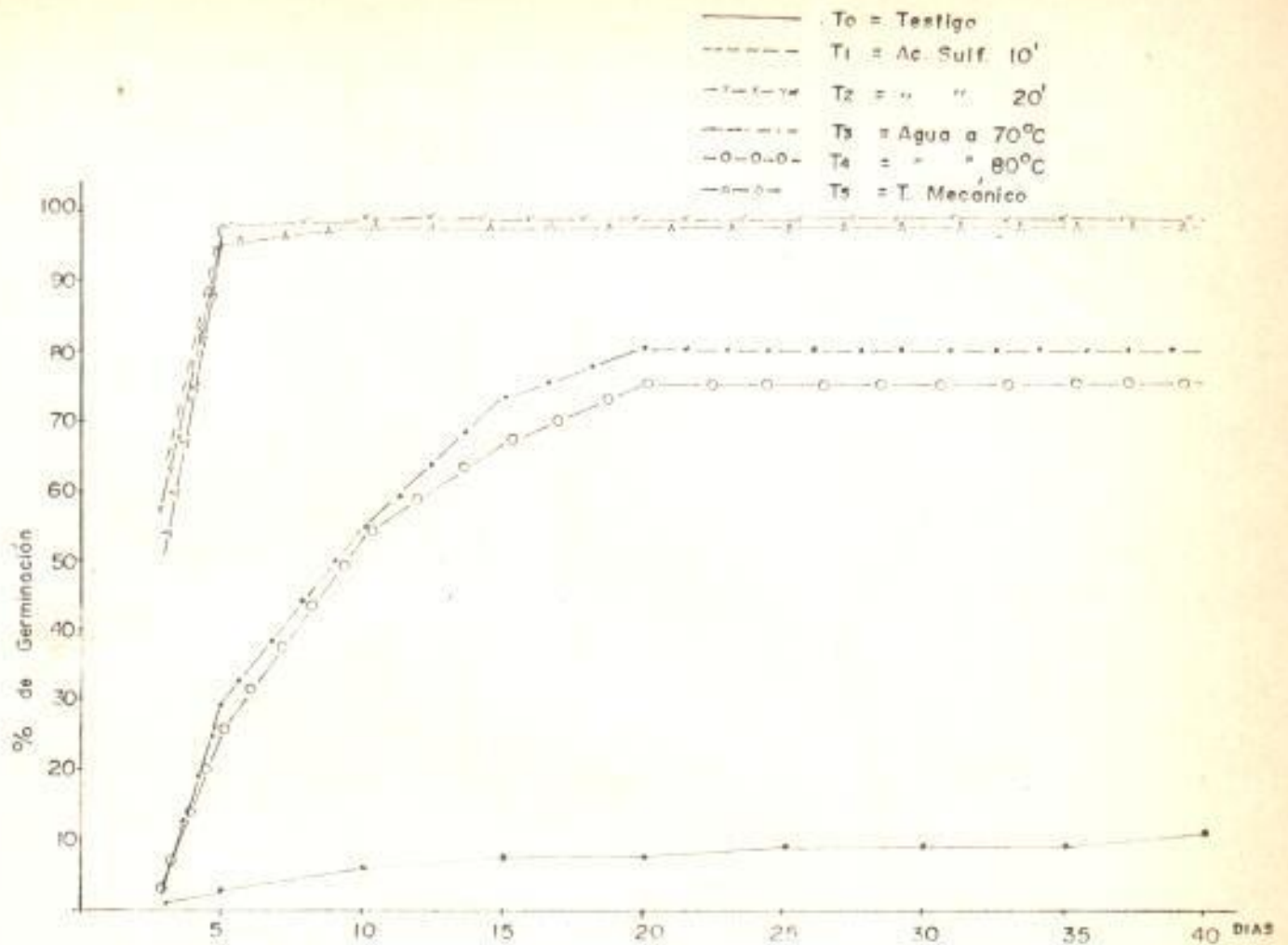


Fig. 3 Porcentajes de germinación en semillas de *L. leucocephala* tratados con diferentes métodos pregerminativos evaluados durante 40 días.

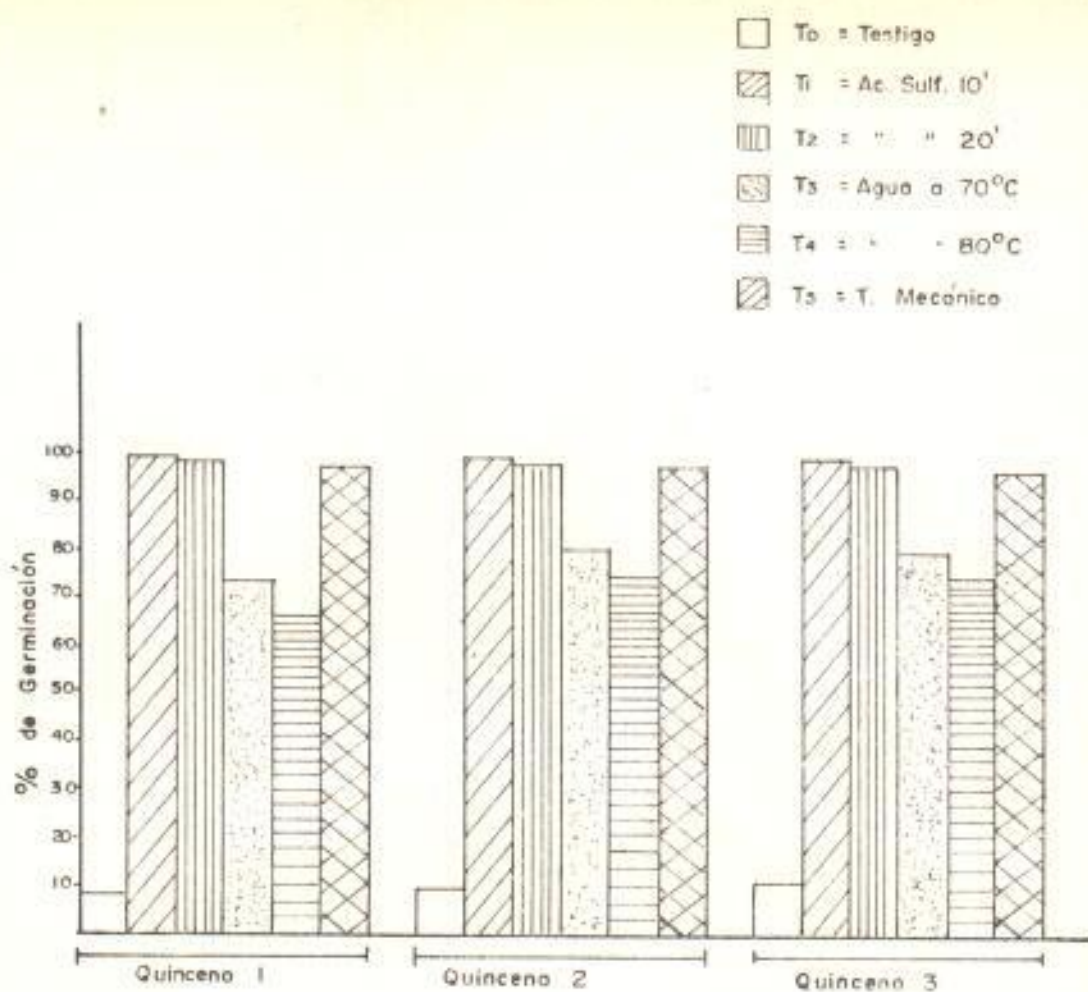


Fig. 4 Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en L. leucocephala

El análisis de varianza (Cuadro 3A) dió altamente significativo al 1% de probabilidad, lo que indicaba que existía al menos un tratamiento con efecto distinto del resto, lo cual se comprobó con la prueba de Duncan (Cuadro 4A), verificándose que los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 10 y 20 minutos (T_1 y T_2) y el tratamiento mecánico (T_5), fueron los mejores e iguales entre sí estadísticamente.

4.3. Copinol (H. courbaril)

En el Cuadro 3 se encuentran los porcentajes de germinación a partir del inicio para los distintos tratamientos efectuados en copinol. Como se puede ver en dicho Cuadro, así como en las Figuras 5 y 6, los mayores porcentajes de germinación fueron en orden descendente; ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos (T_1) con un 94.67% alcanzado a los 28 días de la siembra y el tratamiento de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T_2 , con un 89.33% alcanzado a los 20 días y luego está el tratamiento mecánico (T_5), con 84.67% a los 35 días de la siembra.

El análisis de varianza correspondiente (Cuadro 5A) resultó ser altamente significativo al 1% de probabilidad, y con la prueba de Duncan (Cuadro 6A) se pudo comprobar la superioridad de los tratamientos antes mencionados, siendo iguales estadísticamente los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 20 y 30 minutos (T_1 y T_2); resultando con diferencia significativa al 1% de probabilidad el de ácido sulfúrico concentrado -

pór 20 minutos y mecánico (T_1 y T_5) e iguales estadísticamente el de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos y mecánico (T_2 y T_5).

Tanto en el Cuadro 3 como en la Figura 5, se puede observar la rapidez en el período de germinación; los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T_2) y de agua a 80 °C.

Cuadro 3. Porcentajes de germinación diaria para copinol (H. courbaril), a partir de su inicio, para cada tratamiento. T_0 = testigo; T_1 = Ac. Sulf. concentrado por 20'; T_2 = Ac. Sulf. concentrado por 30'; T_3 = Agua a 80°C enfriada 24 h; T_4 = Agua a 100°C enfriada 24 h; T_5 = corte de porción de semilla con tijera de podar.

Día No.	Tratamientos					
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
13	--	--	10.67	0.67	--	--
14	1.33	19.33	45.34	4.67	8.00	1.33
15	1.33	19.33	58.67	4.67	10.00	4.66
16	1.33	26.66	58.67	5.34	10.00	4.66
17	1.33	47.99	74.00	6.01	12.00	4.66
18	1.33	67.99	80.67	6.68	12.00	5.33
19	1.33	73.99	88.67	6.68	13.33	11.33
20	2.66	78.66	89.33	8.00	13.33	20.66
21	2.66	81.99	89.33	8.68	14.66	29.33
22	3.33	81.99	89.33	8.68	14.66	31.33
23	3.33	83.33	89.33	8.68	14.66	37.33
24	4.00	83.99	89.33	8.68	15.33	42.00
25	4.00	83.99	89.33	8.68	15.33	58.00
26	4.00	88.67	89.33	8.68	15.33	64.67
27	4.67	90.67	89.33	8.68	17.99	79.34
28	4.67	94.67	89.33	9.35	17.99	80.67
29	5.34	94.67	89.33	10.68	17.99	82.67
30	5.34	94.67	89.33	10.68	19.33	83.34
35	6.68	94.67	89.33	11.35	19.99	84.67
40	13.35	94.67	89.33	15.35	20.66	84.67

Nota: Promedios de tres repeticiones.

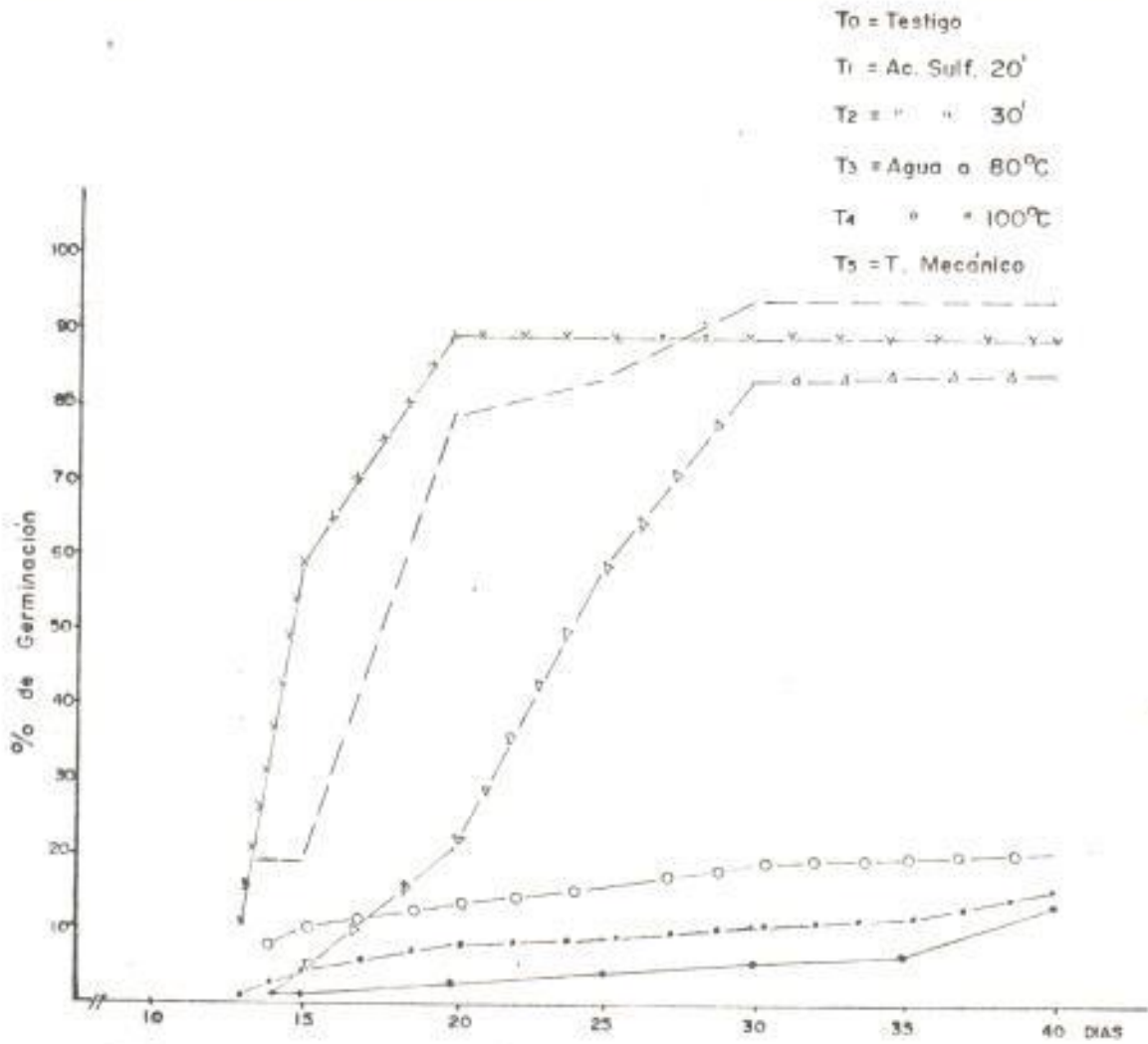


Fig. 5 Porcentajes de germinación en semillas de *H. courbaril* tratadas con diferentes métodos pregerminativos evaluados durante 40 días

- T₀ = Testigo
- ▨ T₁ = Ac. Sulf 20'
- ▤ T₂ = " " 30'
- ▩ T₃ = Agua a 80°C
- ▧ T₄ = " " 100°C
- ▣ T₅ = T. Mecánico

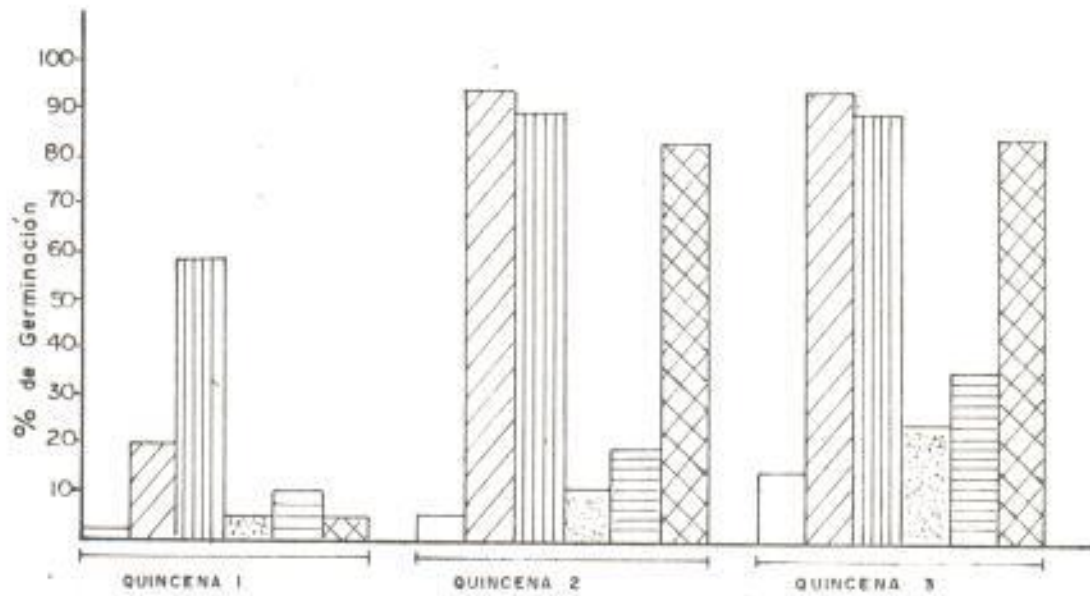


Fig. 6 Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en H. courbaril

(T₃) comenzaron la emergencia a los 13 días de la siembra, mientras que el resto lo hizo un día después.

La uniformidad en la germinación, como se puede ver en el Cuadro 3 y en la Figura 5, fué mayor en el tratamiento de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T₂), en el cual la estabilidad se alcanzó a los 20 días de la siembra.

4.4. Pacún. (S. saponaria).

Para esta especie los porcentajes de germinación con respecto al tiempo se encuentran en el Cuadro 4. En las Figuras 7 y 8 se encuentra la representación gráfica de tales resultados. Los tratamientos que alcanzaron los porcentajes de germinación más altos fueron el de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T₂) y mecánico (T₅) con 47.33% y 36.33%, alcanzados dichos porcentajes a los 75 días de la siembra y a los 60 días respectivamente.

En el análisis de varianza (Cuadro 7A) se encontró una diferencia altamente significativa el 1% de probabilidad entre tratamientos, y en la prueba de Duncan (Cuadro 8) se observaron los siguientes resultados;

El mejor tratamiento fue el de ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos (T₂) el cual presentó diferencia estadística al 1% de significancia con respecto al mecánico (T₅) que fue el que le siguió en porcentaje de germinación, siendo ambos distintos estadísticamente al resto de tratamientos.

Es de hacer notar que en esta especie con el tratamiento de agua a 100°C (T₄) no se obtuvieron resultados, es decir que el porcentaje de germinación fue de 0.0%, a estos datos se les dió un valor arbitrario de 0.5% ^{1/}, fin de analizar normalmente el ANVA correspondiente.

^{1/} ROSALES SORIANO, V.M. 1989. Análisis estadístico en semilla forestal: San Salvador, El Salvador, UES. (Comunicación personal).

Cuadro 4. Porcentajes de germinación para pacún (*S. saponaria*) a partir de su inicio, para cada tratamiento. T_0 = testigo; T_1 = Ac. Sulf. concentrado por 20'; T_2 = Ac. Sulf. concentrado por 30'; T_3 = agua a 80°C enfriada 24 h; T_4 = agua a 100°C enfriada 24 h; T_5 = golpe con martillo.

Día No.	T r a t a m i e n t o s					
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
11	--	--	--	--	--	8.67
12	--	--	--	--	--	15.67
13	--	--	--	--	--	18.67
14	0.33	--	1.67	--	--	21.67
15	0.33	--	5.00	--	--	24.34
16	0.33	2.00	5.00	--	--	26.01
17	0.33	2.33	7.00	--	--	26.34
18	0.33	2.66	7.00	--	--	27.67
19	0.33	2.99	7.67	--	--	28.34
20	0.33	2.99	8.67	--	--	30.34
21	0.33	3.99	9.00	--	--	31.34
22	0.33	4.33	10.00	--	--	31.34
23	0.33	4.66	10.33	0.33	--	32.67
24	0.33	4.66	10.66	0.33	--	33.67
25	0.33	4.66	10.99	0.33	--	34.00
30	1.00	8.33	16.66	0.33	--	34.99
35	1.00	9.97	22.31	1.33	--	35.33
40	1.00	10.64	27.64	2.65	--	35.33
45	1.00	11.63	29.64	4.32	--	35.33
50	2.00	12.30	39.98	5.99	--	35.33
55	2.00	12.30	39.98	5.99	--	35.33
60	2.00	14.30	39.98	8.66	--	36.33
65	2.00	15.63	40.65	9.66	--	36.33
70	2.00	15.63	43.98	13.66	--	36.33
75	2.33	16.96	47.33	13.66	--	36.33

Nota: Promedios de tres repeticiones.

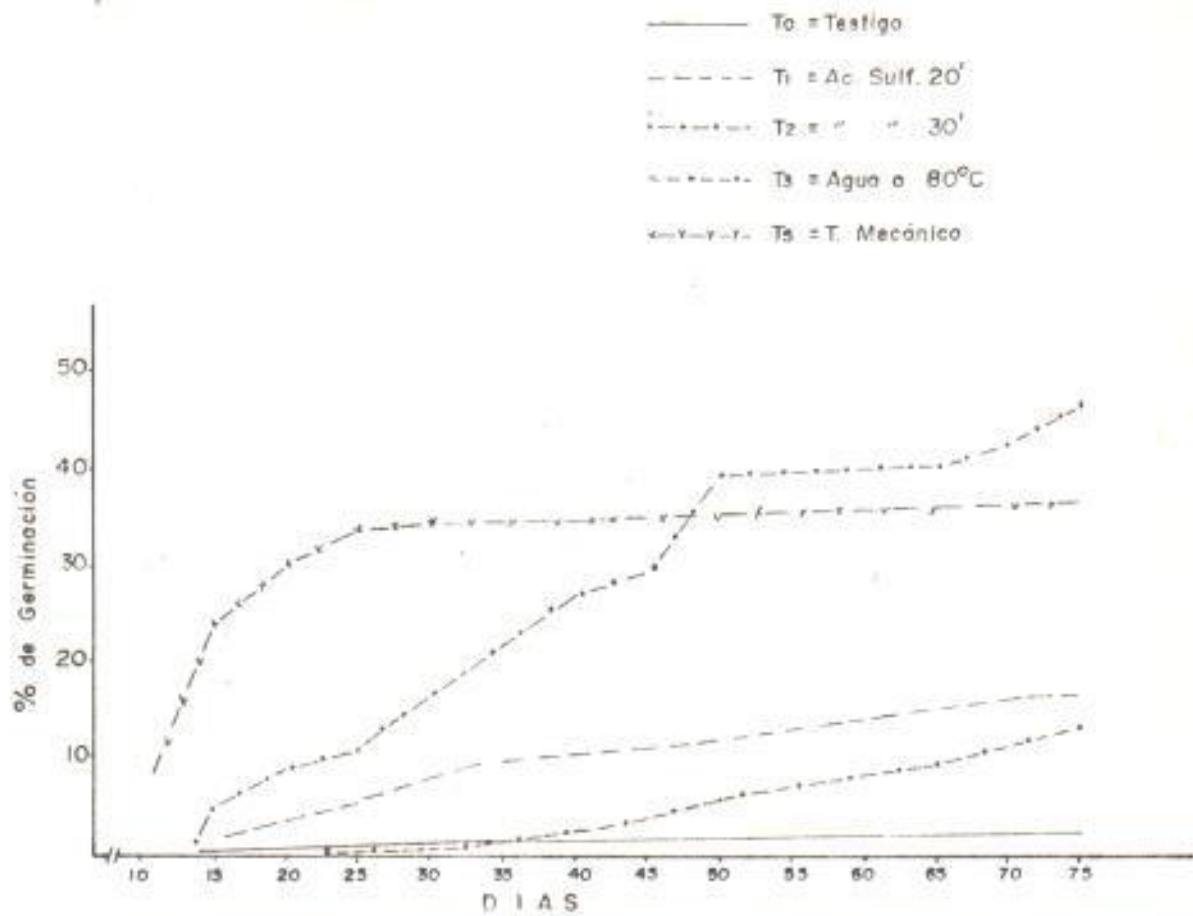


Fig. 7 Porcentajes de germinación en semillas de *S. saponaria* tratados con diferentes métodos pregerminativos evolucionados durante 75 días

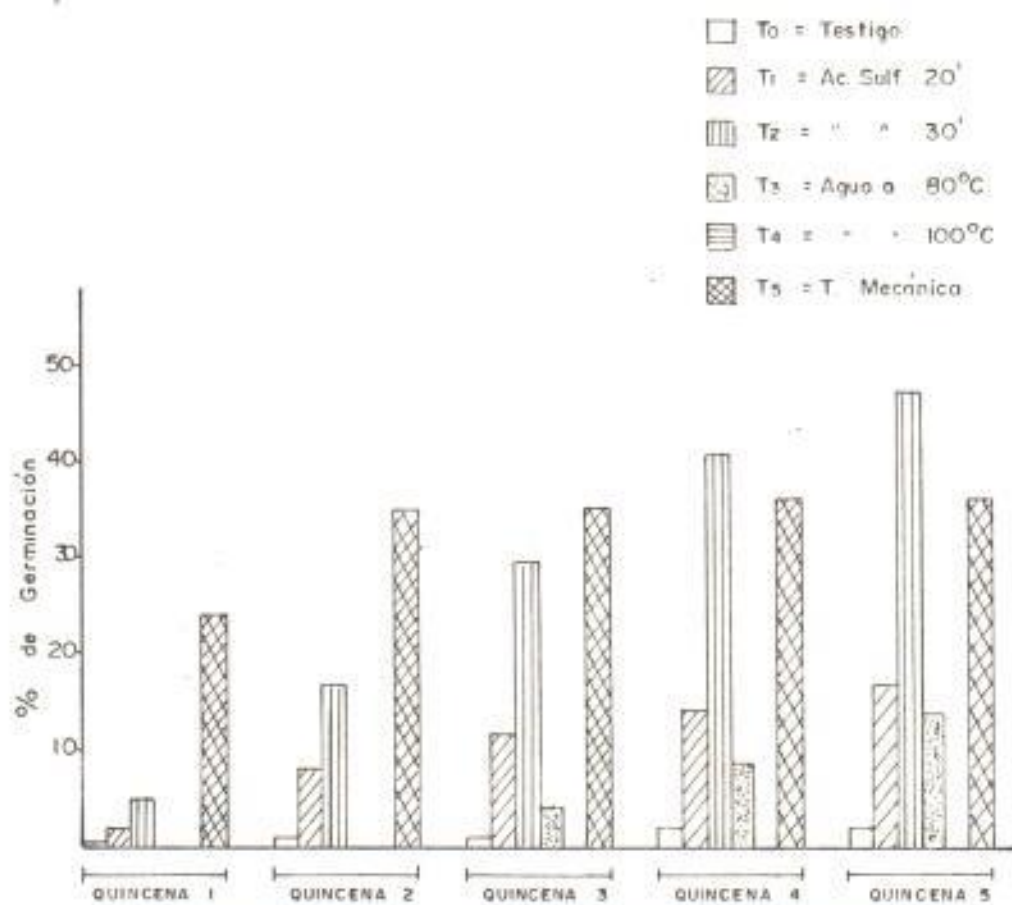


Fig. 8 Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultantes de la aplicación de tratamientos en S. soponario

La rapidéz en el período de germinación como se puede ver en la Figura 7 fue mejor en el tratamiento mecánico (T_5), ya que en éste comenzó la emergencia a 11 días de la siembra, mientras que en el T_0 y T_2 inician a los 14 días, y el T_3 a los 23 días de la siembra.

La germinación en general fue desuniforme en pacún, como se puede visualizar en las Figuras 7 y 8, estabilizándose más rápidamente en el tratamiento mecánico (T_5), lo cual ocurrió a los 31 días despues de la siembra.

4.5. Teca. (I.grandis).

Los porcentajes de germinación obtenidos en teca se pueden observar en el cuadro 5 a partir de la fecha de inicio de ésta.

En el Cuadro, así como en las Figuras 9 y 10 se puede ver que los porcentajes de germinación en esta especie fueron bajos en general, y hasta del 0.0% en los tratamientos de agua 80°C y 100°C (T_3 y T_4), por lo que se procedió igual que en pacún para desarrollar el análisis de varianza.

El tratamiento que presentó un mayor porcentaje de germinación fue el mecánico (T_5) con un 9.66%, el cual fue alcanzado a los 60 días después de la siembra, quedando el resto con una baja germinación, con porcentajes desde 3.67% en el de ácido sulfurico concentrado por 30 minutos (T_2), a los 60 días, 3.32 en el ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos (T_1), alcanza

do a los 29 días y quedando estancada la germinación en ambos casos.

El análisis de varianza (Cuadro 9A) resultó ser altamente significativo al 1% de probabilidad y la prueba de Duncan (Cuadro 10A) reveló que el mejor tratamiento fue el mecánico (T_5) el cual presenta diferencia altamente significativo al 1% con el resto.

La rapidéz en la germinación también fué mayor en el tratamiento mecánico (T_5) como es visible en la Figura 9, comenzando ésta a los 16 días después de la siembra, mientras que en el resto comenzó entre los 18 y 29 días.

En la Figura 9 se aprecia que la uniformidad en la germinación no varió notablemente entre tratamientos.

Cuadro 5. Porcentajes de germinación diaria para teca (T. grandis) a partir de su inicio para cada tratamiento. T₀ = Testigo T₁ = Ac. Sulf. concentrado por 20'; T₂ = Ac. Sulf. concentrado por 30'; T₃ = agua a 80°C enfriada 24 h; T₄ = agua a 100°C; T₅ = golpe con martillo; T₆ = Ac. Sulf. concentrado por 120'.

Día No.	T r a t a m i e n t o s						
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
16	--	--	--	--	--	2,00	--
17	--	--	--	--	--	3,33	--
18	--	--	--	--	--	3,66	0,33
19	--	0,33	--	--	--	3,99	1,33
20	--	0,33	--	--	--	3,99	1,33
21	--	0,33	--	--	--	3,99	1,33
22	--	1,33	--	--	--	5,66	1,33
23	--	1,66	--	--	--	5,66	2,33
24	--	2,33	1,00	--	--	6,66	2,66
25	--	2,66	1,67	--	--	7,33	2,99
26	--	2,66	1,67	--	--	7,66	2,99
27	--	2,99	1,67	--	--	7,66	2,99
28	--	2,99	1,67	--	--	7,66	2,99
29	0,67	3,32	1,67	--	--	8,33	2,99
30	0,67	3,32	1,67	--	--	8,33	2,99
35	1,00	3,32	1,67	--	--	8,99	3,32
40	1,00	3,32	1,67	--	--	8,99	3,32
45	1,00	3,32	1,67	--	--	8,99	3,32
50	1,00	3,32	1,67	--	--	8,99	3,32
55	1,67	3,32	3,34	--	--	8,99	3,32
60	1,67	3,32	3,67	--	--	9,66	3,32

Nota: Promedios de tres repeticiones.

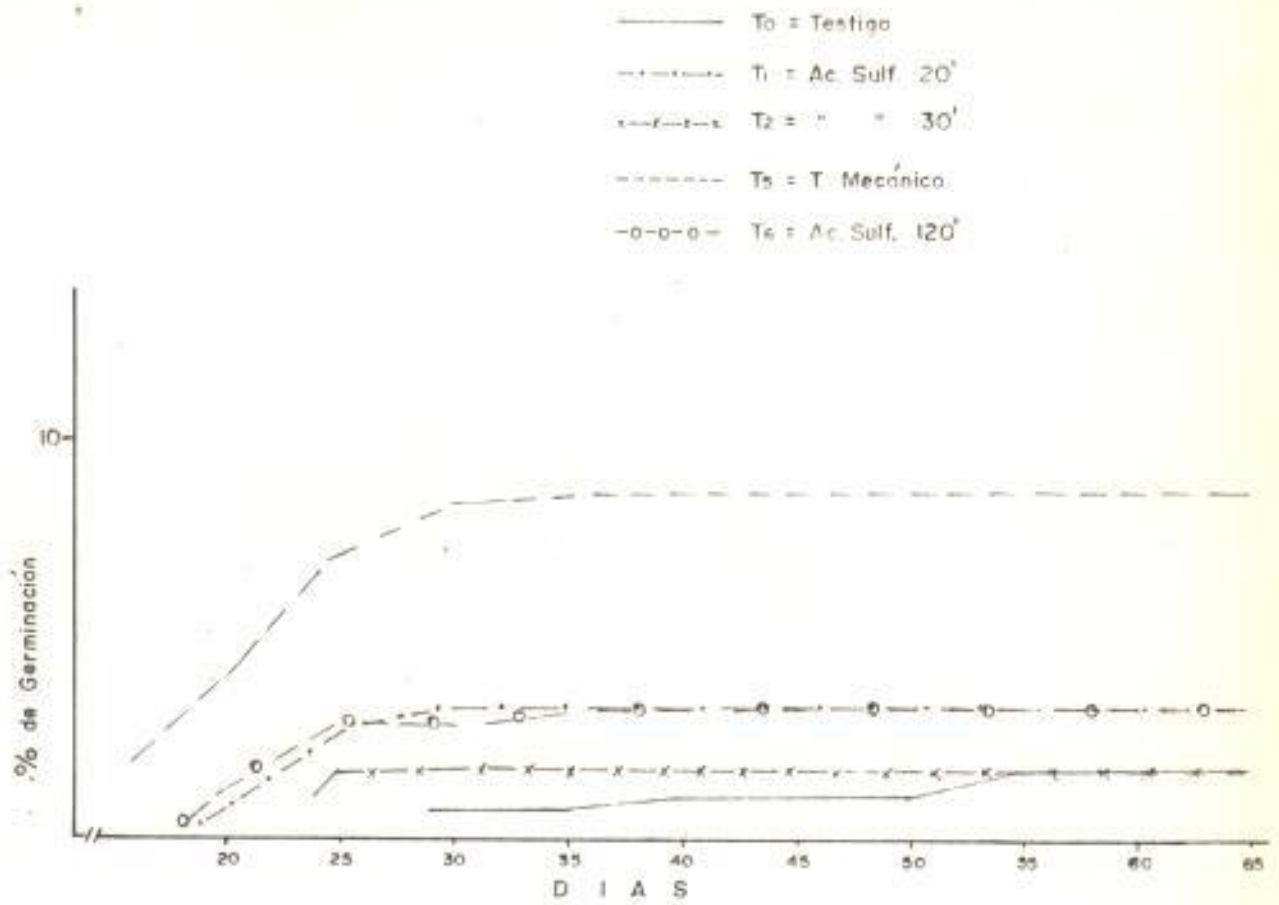


Fig. 9 Porcentajes de germinación en semillas de *I. grandis* tratadas con diferentes métodos pregerminativos, evaluados durante 65 días.

- T₀ = Testigo
- ▨ T₁ = Ac. Sulf. 20'
- ▩ T₂ = ' ' 30'
- ▧ T₃ = Agua a 80°C
- ▦ T₄ = ' ' 100°C
- ▤ T₅ = T. Mecánico
- ▣ T₆ = Ac. Sulf. 120'

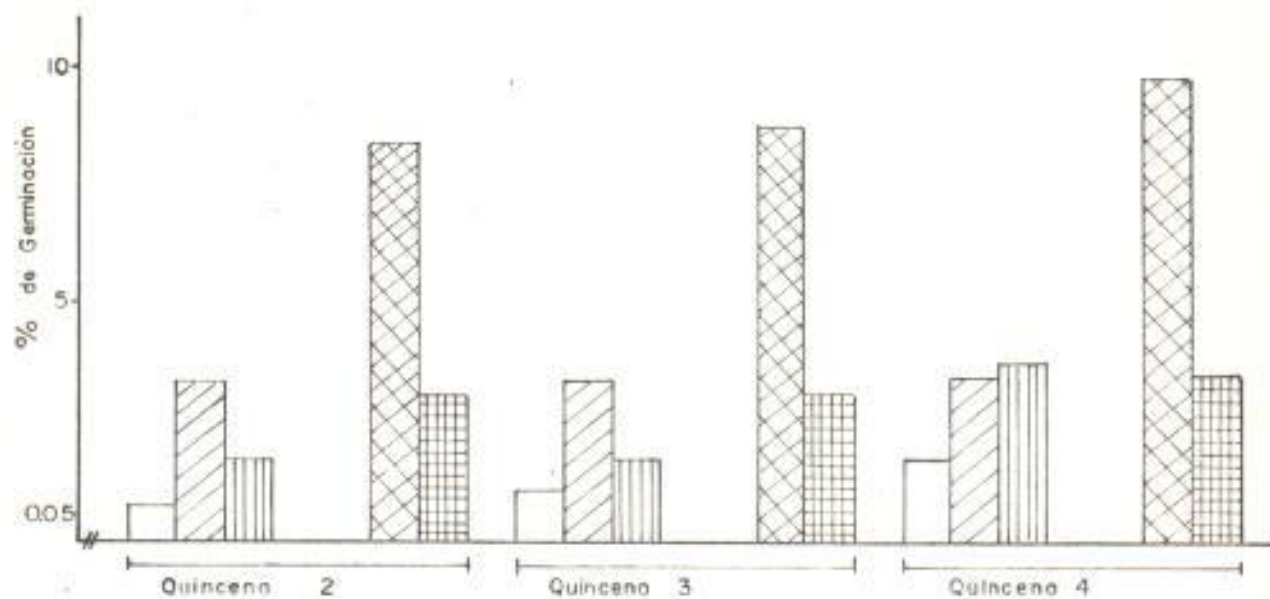


Fig.10 Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días, resultante de la aplicación de tratamientos en *T. grandis*

4.6. Nogal. (Juglans sp).

Los porcentajes de germinación a partir del inicio de ésta se encuentran contenidos en el Cuadro 6, reflejando el comportamiento de los tratamientos evaluados. El agua a 80°C (T₃) con un 15.33% fue el mayor que se obtuvo, seguido del testigo (T₀) con un 10.02%. Luego se encuentra el mecánico (T₅) con un 4.67%, todos alcanzados 90 días después de la siembra, lo cual se puede ver en las figuras 11 y 12.

También se nota que en los tratamientos de ácidos sulfúrico concentrado por 30 minutos (T₂) y agua a 100°C (T₄) no hubo germinación, desarrollando el mismo procedimiento empleado en pacún y teca para hacer el ANVA correspondiente, al cual resultó ser altamente significativo al 1% de probabilidad (Cuadro 11)

La prueba de Duncan (Cuadro 12) reveló que no existe diferencia estadística entre los tratamientos que mejor respondieron (agua a 80°C y testigo).

La emergencia de las plántulas en esta especie comenzó a los 30 días en el testigo a los 42 en el tratamiento de agua a 80°C (T₃) y en los días posteriores en el resto (Figura 11).

Como se puede ver en la Figura 11 y 12, la germinación resultó ser desuniforme en todos los tratamientos, pues aún 90 días después de la siembra no alcanzaba la estabilidad.

Cuadro 6. Porcentajes de germinación diaria para nogal (Juglans sp) a partir de su inicio, para cada tratamiento. T₀= testigo; T₁= Ac. Sulf. concentrado por 30°C; T₂= Ac. Sulf. concentrado por 60'; T₃=agua a 80°C enfriada 48 h; T₄= agua a 100°C enfriada 48 h; T₅= orificio a la testa con clavo y martillo.

Día No.	T r a t a m i e n t o s					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
30	0,67	-	-	-	-	-
31	0,67	-	-	-	-	-
32	0,67	-	-	-	-	-
33	0,67	-	-	-	-	-
34	0,67	-	-	-	-	-
35	0,67	-	-	-	-	-
36	0,67	-	-	-	-	-
37	0,67	-	-	-	-	-
38	0,67	-	-	-	-	-
39	0,67	0,67	-	-	-	-
40	0,67	0,67	-	2,00	-	-
45	0,67	0,67	-	2,00	-	1,33
50	3,34	0,67	-	2,00	-	1,33
55	5,34	0,67	-	5,33	-	1,33
60	5,34	0,67	-	7,99	-	3,33
65	5,34	0,67	-	9,32	-	3,33
70	8,01	0,67	-	10,65	-	3,33
75	8,68	0,67	-	12,65	-	4,00
80	9,35	0,67	-	13,98	-	4,00
85	9,35	0,67	-	13,98	-	4,00
90	10,02	0,67	-	15,98	-	4,67

Nota: Promedios de tres repeticiones.

- To = Testigo
- - - T2 = Ac. Sulf 30'
- · · · T3 = Agua a 80°C
- · - · T4 = T. Mecánico

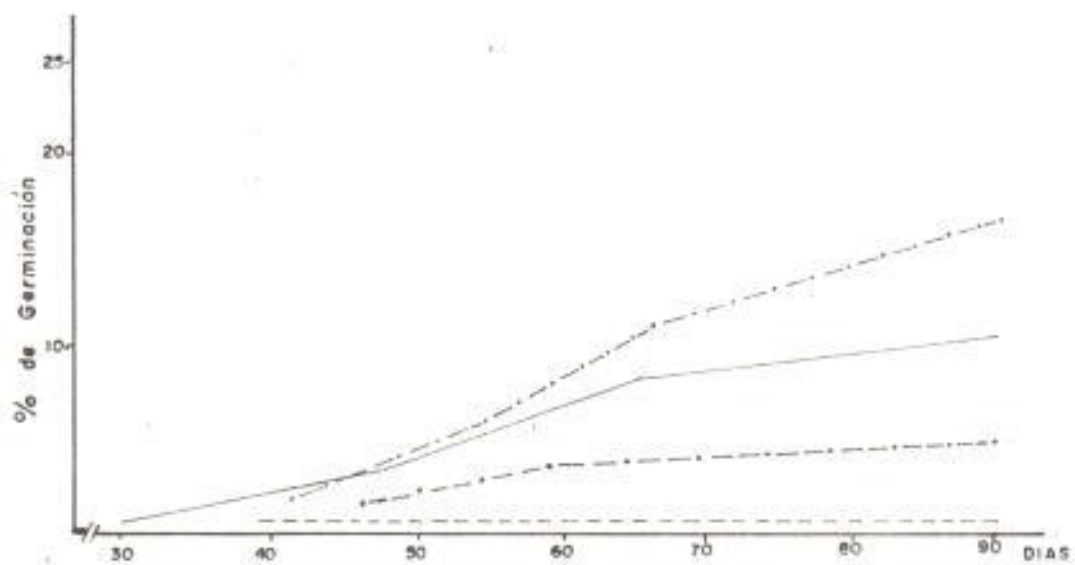


Fig. II Porcentaje de germinación en semillas de *Juglans* sp tratadas con diferentes métodos pregerminativos evaluados durante 90 días.

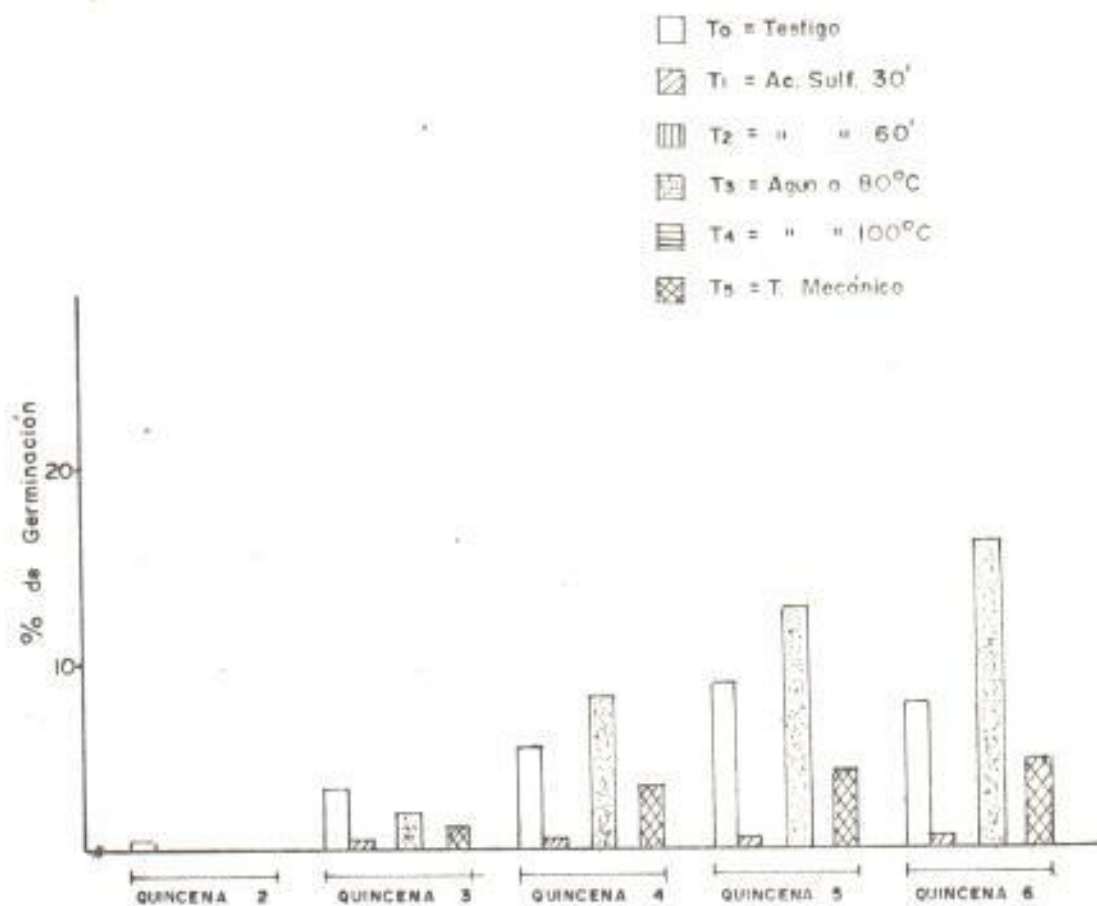


Fig. 12. Porcentajes de germinación a intervalos de 15 días resultantes de la aplicación de tratamientos en Juglans sp

5. DISCUSION

En el capítulo presente se encuentran los resultados obtenidos en cada especie con los tratamientos pre-germinativos utilizados, en esta parte se analizarán tales resultados, tratando de encontrar sus posibles respuestas.

5.1. Conacaste. (E. cyclocarpum).

En esta especie los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos más drásticos, como son los de ácido sulfúrico concentrado por 20 y 30 minutos (T_1 y T_2) así como con el tratamiento mecánico (T_5) que consistió en cortar una porción de la semilla en la parte opuesta al embrión y el de agua a 100°C y posteriormente inhibición en la misma agua por 24 horas.

En los primeros 3 tratamientos mencionados, el objetivo era remover una parte de la testa y en el cuarto que se debilitara ésta y/o que penetrara agua al interior de la semilla.

En general, los tratamientos que provocaron los mayores porcentajes de germinación, fueron los que mejores resultados dieron para acelerar la germinación y uniformizarla, como se puede ver en el Cuadro 1 y las Figuras 1 y 2. El efecto de estos sobre la semilla probablemente fué de permeabilizar la testa y permitir la entrada de agua.

En los tratamientos de agua caliente y ácido sulfúrico con

centrado, la semilla se observó opaca en el primer caso y en el segundo se notó además un desgaste de la cubierta seminal, debido posiblemente a un debilitamiento de los componentes de la testa.

La respuesta obtenida hace pensar que en esta especie el problema de latencia se debe a la presencia de una cubierta se minal dura e impermeable al agua y posiblemente al oxígeno, la cual es necesario debilitar o permeabilizar a fin de que el agua y el oxígeno penetren y se desencadene la germinación, lo cual concuerda con la aseveración de varios autores, quienes mencionan que en la familia de las Leguminosas es muy común es te problema (9, 13, 21, 33, 39, 41, 47).

5.2. Leucaena. (L. leucocephala).

Los mejores resultados en leucaena se obtuvieron con los dos tratamientos de ácido sulfúrico concentrado (T_1 y T_2), seguidos por el tratamiento mecánico (T_5), que consistió en cortar una porción de la semilla en la parte opuesta al embrión.

Como se puede ver en Cuadro 2 y en las Figuras 3 y 4, estos mismos tratamientos fueron los que uniformizaron la germinación más rápidamente; dado que el objetivo de tales tratamientos - era suprimir el efecto de la testa, es de suponer que la causa de latencia en leucaena es la naturaleza dura e impermeable de la misma y que una vez superado ese problema, la germinación se desencadena normalmente.

En los tratamientos con ácido sulfúrico concentrado, la semilla se observó un tanto acarrugada y con una coloración negra, por lo que se cree que la acción del ácido fue de carbonizar la superficie externa de la testa. En los tratamientos con agua caliente la semilla se observó opaca, y luego de transcurridas las 24 horas de imbibición se observaron muchas de ellas hinchadas, por lo que se cree que el efecto de tales tratamientos fue permitir la entrada de agua a través de la cubierta seminal, y/o a través del micrópilo.

5.3. Copinol. (H. courbaril)

Al igual que en leucaena, en copinol, la mejor respuesta se observó con los dos tratamientos de ácido sulfúrico concentrado (T_1 y T_2) y tratamiento mecánico (T_5), el cual también consistió en cortar una porción de la semilla opuesta a la posición del embrión con una tijera de podar.

El objeto de estos tratamientos es impedir el bloqueo que la cubierta seminal puede ejercer sobre la germinación. En los tratamientos con ácido sulfúrico la testa se observó negra y agrietada, es decir que la capa externa fue destruída por el ácido.

La respuesta obtenida en los tratamientos antes mencionados sugiere la presencia en esta especie de una latencia de naturaleza física, causada por la presencia de una testa dura (de consistencia osea según Niembro Rocas (42) e impermeable.

La semilla usada para copinol fue colectada pocos días antes de la siembra, y por la respuesta observada se puede asegurar que tenía la madurez suficiente, lo cual contradice lo aseverado por Flinta (17), quién menciona que la semilla de H. courbaril presenta una maduración tardía, y que no germina sino hasta después de 4 meses de almacenamiento ya que se le almacene a temperatura ambiente o en frío.

5.4. Pacún. (S. saponaria).

En esta especie, los resultados reflejan una tendencia similar a los obtenidos en las tres especies anteriores, ya que los tratamientos más efectivos fueron; el de ácido sulfúrico concentrado por 30' (T_2) y el tratamiento mecánico, el cual consistió en rajar la testa de un golpe de martillo, pero con porcentajes de germinación bastante inferiores a los observados en las especies aludidas, como se puede notar en el Cuadro 4 y en las Figuras 7 y 8.

La rapidéz en la germinación y la uniformidad también se vieron disminuídas, ya que en la mayoría de tratamientos se presentó una germinación paulatina, posiblemente debido a una maduración poco uniforme de la semilla lo cual se observa aún cuando se colecta de un solo árbol como sucedió en este caso. Esta desuniformidad en la maduración puede ser debida probablemente al tipo de inflorescencia que presenta esta especie que es una panícula ramificada ya que las muestras no fueron uniformizadas.

El obstáculo más aparente para la germinación de pacón es la presencia de una testa sumamente resistente, que según Niembro Rocas (42), es de una consistencia leñosa y por lo tanto difícil de romper en forma natural, por lo que se necesita un tratamiento que sea capaz de debilitarla o removerla. Lo anterior quedó demostrado, ya que con los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado por 20' (T_2) y agua a 80°C (T_3), no se lograron los mismos resultados que con los de ácido sulfúrico concentrado por 30' (T_1) y Mecánico (T_5), los cuales superaron, al primero por un 30.37% y 19.37% respectivamente; y al segundo por un 33.67% y 22.62% respectivamente, (estas diferencias pueden verse en el Cuadro 4), es decir que los dos primeros tratamientos mencionados no fueron capaces de debilitar la testa en forma suficiente.

La drasticidad del tratamiento tampoco debe ser excesiva, ya que podría dañar la semilla, como se cree que ocurrió con el tratamiento de agua a 100°C, con el cual no se obtuvo germinación, debido posiblemente a que la temperatura fue muy elevada y causó daños al embrión u otras partes internas de la semilla.

5.5. Teca. (T. grandis)

El comportamiento de esta especie fue muy distinto al de las anteriores. En todos los tratamientos, la germinación fue baja y en algunos casos nula, como se puede ver en el Cuadro 5 y en las Figuras 9 y 10. Así mismo se nota que el único trata

miento que superó al resto fue el mecánico, (el cual fue similar al empleado en pacún) aunque los porcentajes de germinación no se podrían considerar como aceptables, debido posiblemente a que en dicho tratamiento se presentó un ataque severo de ácaros, los cuales se encontraron en las semillas en un muestreo que se realizó al finalizar el ensayo, dichos artropodos devoraron completamente la semilla.

Como se puede visualizar en los resultados, con los tratamientos de ácido sulfúrico concentrado se registró una germinación muy escasa y esporádica, similar a la observada en el testigo, mientras que en los dos tratamientos con agua caliente, la germinación fue nula. La posible razón de esta respuesta, es que el ácido sulfúrico no ejerció mayor efecto sobre la testa y que probablemente se necesitó mayor tiempo de exposición, sin embargo, con el agua, el efecto fue negativo, pues la temperatura elevada no aceleró la germinación, sino que la retardó pues al observar la semilla después de levantado el ensayo, ésta se encontró completamente sana.

Las causas de la poca respuesta a los tratamientos en esta especie pueden ser varias; una de las más probables podría ser la cubierta seminal, la cual además de impedir la entrada de agua y oxígeno, se cree que contiene un inhibidor de la germinación, como lo reportan Bhumibhamon et. al. (3), quienes aislaron una sustancia del mesocarpio del fruto de la teca, la cual inhibía la germinación de Oriza sativa y Pinus sp.

Otra posible causa la constituyen los factores externos a

la semilla, en donde el más importante, se cree que fue la intensidad luminica, ya que las condiciones del experimento fueron de media sombra y posiblemente en teca se necesite una alta radiación solar. Lo anterior, concuerda con la recomendación de Flinta (17), de proporcionar humedad y sol a las semillas de teca para que germinen. Por otra parte, Menéndez Graniello y Rugamas Estupinián (38), trabajando con tratamientos pregerminativos en teca y bajo condiciones de pleno sol obtuvieron mayores porcentajes de germinación y a pesar de ser tratamientos diferentes, podría haber influido la radiación solar.

La complejidad de la latencia que se presenta en teca ha sido discutida por muchos autores. Gordon (22), asegura que es un fenómeno muy variable, e imposible prescribir un solo conjunto de recomendaciones para superarla, ya que teca de orígenes distintos reaccionan de diferente forma a tratamientos diferentes. Tratando de dar respuesta al fenómeno, Mackensis citado por Gordon (22), demostró que el opérculo de semillas individuales en el mismo y en frutos diferentes, tienen distintas presiones de ruptura.

5.6. Nogal. (Juglans s.p.).

Esta especie resultó ser otra con profundos problemas en la germinación. Los resultados muestran que el mayor porcentaje de germinación se obtuvo con el tratamiento de agua a 80°C (T₃), mientras que con el agua a 100°C no hubo germinación, esto posiblemente se deba a que existió una entrada de agua a una

temperatura demasiado elevada, pues al momento de realizar el tratamiento se observó una columna de burbujas de agua en la región del micrópilo, la cual pudo haber causado daños al embrión. Algo similar ocurrió con el tratamiento mecánico, en donde la germinación fue escasa y al muestrear la semilla después de levantado el ensayo, esta se encontraba completamente podrida, debido posiblemente, al exceso de agua que penetró por la incisión que se hizo a la testa, fermentando internamente la semilla.

En los tratamientos químicos (ácidos sulfúrico concentrado) la germinación fue prácticamente nula y en un muestreo realizado posteriormente se observó que las semillas se encontraron sanas, con presencia de agua y con el embrión agrandado, lo cual sugiere que el efecto del ácido no es de acelerar la germinación, si no de retardarla, lo que concuerda con los resultados de Cabezas de Mayorga (Comunicación Personal) ^{1/} quien: observó que semillas de nogal tratadas con soda caústica al 4% retardaban su germinación con respecto al testigo.

Algo notable en nogal fue la relativa buena germinación del testigo, ya que este superó al resto de tratamientos, con excepción del agua a 80°C lo anterior sugiere que en estos dos casos el agua penetró en cantidades adecuadas para iniciar la

^{1/} CABEZAS DE MAYORGA, E. 1989. Tratamientos Pre-germinativos en semillas forestales. San Andrés, El Salv., CENTA. (comunicación Personal).

germinación, sin dañar internamente la semilla.

En general, es deducible que en nogal, los problemas en la germinación no se restringen a una cubierta dura e impermeable, si no que existe una latencia interna cuyas causas pueden ser; la presencia de un embrión latente, que necesita condiciones especiales para su activación y/o la presencia de sustancias inhibidoras de la germinación, como lo reportan Martin et. al. (36), quienes aislaron ácido absísico de almendras de Juglans regia.

Es probable que para obtener mejores resultados en nogal, se requiere de pre-tratamientos mucho más largos y complicados como los usados en especie de zonas templados con una profunda latencia.

6. CONCLUSIONES

- Los tratamientos más efectivos en las especies estudiadas tanto en porcentaje de germinación como en rapidéz y uniformidad fueron:

1. Acido sulfúrico concentrado por 20 y 30 minutos en conacagte y copinol.
2. Acido sulfúrico concentrado por 10 y 20 minutos en leucaena.
3. Tratamiento mecánico (corte de una porción de testa con tijeras de podar y golpe de martillo).
4. El comportamiento del pacún con respecto a los tratamientos fue bastante similar, aunque con menor eficacia, a excepción del tratamiento con agua a 100°C, el cual dañó la semilla y no hubo germinación.
5. El tratamiento que relativamente fue más efectivo en teca fue el mecánico (Golpe de martillo), con el inconveniente de que las semillas fueron altamente susceptibles al ataque de patógenos.
6. El tratamiento que logró los mayores porcentajes de germinación en nogal fue el de agua a 80°C con posterior imbibición en la misma agua por 48 horas, siendo ésta la única especie en donde el testigo superó al resto de tratamientos, posiblemente porque el efecto de éstos sobre la semilla fue negativo en unos casos o insuficiente en otros.

7. RECOMENDACIONES

- En las tres especies leguminosas estudiadas y pacún cuando se tengan lotes grandes de semilla, se recomienda la escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante 30 minutos en conacaste y pacún, 20 minutos en copinol y 10 minutos en leucaena.

Cuando las cantidades de semilla a tratar sean pocas, se puede utilizar un tratamiento mecánico (corte de una porción de testa en las leguminosas y golpes de martillo en pacún), por resultar más económico y de menor riesgo para el trabajador.

- En teca se recomienda realizar una nueva investigación, evaluando humedad y luz.
- En nogal se recomienda hacer un tratamiento a la semilla con agua a 80°C y dejarla en la misma durante 48 horas. En esta especie también se recomienda continuar investigando sobre métodos pre-germinativos a fin de encontrar uso más efectivo que el que aquí se recomienda. Entre los que se pueden ensayar, están; Estratificación de la semilla y el empleo de hormonas estimuladoras de la germinación, ya que esta especie contiene un inhibidor en sus semillas. Así también imbibición en agua a temperatura ambiente a diferentes períodos.
- Los resultados obtenidos en esta investigación sobre teca, nogal y pacún no son muy consistentes, por lo que sugiere

continuar investigando sobre el rompimiento de la latencia en estas especies.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA RAMIREZ, S.M.; MENJIVAR GARCIA, A.; MOLINA LOPEZ, C.A. 1989. Evaluación de diferentes niveles de harina de hojas de leucaena (Leucaena leucacephala var. k 28) en el crecimiento de terneras destetadas. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador. 36 p.
2. BASTIN, R. 1970. Tratado de fisiología vegetal Trad. Serrano García España, CONTINENTAL. p. 446-454.
3. BHUMIBHAMON, S.; PONOY, B.; CHALSURISRI, K. 1980. Complejo de germinación en fotos de teca. In Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales (1, 1980, San Felipe, Méx.). Memoria. San Felipe, Méx., Instituto Nacional de Investigación Forestal. p. 259-264.
- 2 4. BLASER, J. 1985. Un juego de formularios para la investigación básica de propagación de especies y Viveros forestales (1, 1985, San José, C.R.) ed. Fredy Rojas. Memoria. San José, C.R., CATIE-COSUDE p. 234-237.
5. CALDERON, S.; STANLEY, P.C. 1941. Flora Salvadoreña: Lista Preliminar de plantas de El Salvador. 2 ed. San Salv., El Salvador, UES. p. 36, 125, 136, 178.
6. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA: Proyecto leña y Fuentes Alternas de Energía. 1984. Especies para leña arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. Vera Arguello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 92-93.

- 3 (7.) CORREA, S. 1979. Germinación y Mecanismos de dispersión
In Primer curso sobre semillas forestales (1., 1979,
Bogotá, Col.) Memoria. Bogotá, Col. INDERENA. p.1-4.
8. CHANG, B. 1985. Selección de especies y manejo de semi-
llas forestales In Primer taller nacional: Semillas
y viveros forestales (1, 1985 San José, C.R.) ed.
Fredy Rojas. Memoria. San José, C.R., CATIE-COSUDE.
p.
9. CHAVES, R. : KAGEYAMA, p. y. 1980. Determinación del
inicio de la latencia en el desarrollo de semillas de
Delonix regia (Raf) "Framboyan". In. Reunión sobre
problemas en semillas forestales tropicales (1. 1980,
San Felipe, Méx). Memoria. San Felipe, Méx., Institu-
to Nacional de Investigación Forestal. p. 277-279.
- 4 (10.) DANIEL, P.W., HELMS, U.E., BAKER, F.S. 1982. Principios
de Silvicultura. Trad. Ramón Elisandro Mata. 2 ed.
México, McGRAW-HILL. p. 366-373.
11. DAUBENMIRE, R.F. 1988. Ecología vegetal; tratado de au-
toecología de plantas. Trad. Gabriela Berrondo de
Benavides, Méx., LIMUSA. p. 257-286.
12. DE LA GARZA LOPEZ DE LARA, P.; ORTEGA, C. 1980. Efectos
de la Temperatura sobre la germinación de cinco espe-
cies tropicales. In. Reunión sobre problemas en semi-
llas forestales tropicales (1, 1980, San Felipe, Méx.)
Memoria. San Felipe, Méx., Instituto Nacional de In-
vestigación Forestal. p. 281-295.
- NO
90

13. DEVLIN, R.M. 1970. Fisiología Vegetal. Trad. Xavier Llimona Pages. Barcelona, Esp., OMEGA. p. 568-573.
14. EL SALVADOR. Dirección general de Recursos Naturales. 1986. Almanaque meteorológico de El Salvador. San Salv., Servicio Meteorológico. 96 p.
15. ENCARNACION CAJANUAPA, F. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Proyecto PNUD FAO PER 81 002. Perú p. 57.
- 5 (16.) ESAU, K. 1976. Anatomía Vegetal. Trad. José Pons Rosell. 2 ed. Barcelona, Esp., OMEGA. p. 641-653.
17. FLINTA, C.M. 1960. Practicas de Plantación forestal en América Latina. FAO: cuaderno de fomento forestal No. 15. Roma, Italia. p. 92-108.
18. GARCIA BARRIGA, H. 1974. Flora Medicinal de Colombia; Botánica Médica. Bogotá, Col., Imprenta Nacional. p. 236-238, 117, 418.
19. _____ . 1975. Flora Medicinal de Colombia; Botánica Médica. Bogotá, Col., Imprenta Nacional. p. 151-152.
- 6 (20.) GOITIA ESTRADA, D. 1974. Manual de Silvicultura. San Salvador, El Salv. Desarrollo forestal y Ordenación de Cuencas Hidrográficas. p. 43-48.
21. GOOR, A.Y. 1956. Métodos de Plantación en Zonas áridas. Trad. Marcel Leloup. Roma, It. p. 25-26.
- NO
7 (22.) GORDON, A.G. 1980. Normas internacionales para las pruebas de Germinación. In Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales (I, 1980, San Felipe, Méx. Memoria. San Felipe, Mex., Instituto Nacional de In-

vestigación Forestal. p. 135-145.

23. GUZMAN, D.J. 1975. Especies utiles de la flora salvadoreña. 3^a ed. San Salvador, El Salv., Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones p. 167-169, 603-605.

- 8 (24) GRAY, D.; STECKL, J.R.A. 1977. Effects of pre-sowing treatments of Seeds on the germination and establishment of pars mins. Journal of Horticultural Science. Ashford, England, headlsy Brethers. p. 52: 525-534.

050. 1 (25) HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1975. Propagación de plantas, Principios y Prácticas. Trad. Antonio Merino Ambrosio. México, CONTINENTAL. p. 80, 143-169.

26. HOLDRIDGE, L.R. 1975. Zonas de vida ecológicas de El Salvador. San Salvador, El Salvador, Desarrollo Forestal y Ordenación de Cuencas Hidrográficas. p. 16, 34-36.

27. HOLDRIDGE, L.R., DOVEDA, A.L.J. 1975. Arboles de Costa Rica: palmas, otras monocotiledoneas arboreas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. San José, C.R. Centro Científico Tropical. 1: 135-139.

- 10 (28) JAMES, W.O. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. Trad. Javier Limona pages. 6ed. Barcelona. España, OMEGA. p. 268-275.

29. LABORIAU, L.G. 1983. A germinacao das sementes. Washin ton D.C., USA., Secretaria Geral da Organizacao dos Estados Americanos. Programa regional de desenvolvimento científico e tecnológico. Serie de Biología, No. 24. p. 45-53.

30. LAGOS, J.A. 1977. Arboles del campo experimental. San Salvador, El Salv. Editorial Universitaria. p. 22, 32, 56.
31. _____. 1983. Compendio de botánica sistemática. 2 ed. San Salvador, El Salv., Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones. p. 133.
32. LIBRO DEL árbol: Esencias no autóctonas cultivadas en la Argentina de aplicación ornamental y/o industrial. 1977. Buenos Aires, Arg., CELULOSA. s.p.
33. LIEGEL, L.A.; VINATOR, CH.R. 1987. A technical guide for forest nursery management in the caribbean and latin América. Gen. Tech. Rep. 50-67. New Orleans, EE. UU., Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. p. 34-37.
34. LITTLE, E.L. 1967. Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Barcelona, España. p. 243-347, 450-452, 735-736.
35. MAGINI, E. 1962. Aparatos y procedimientos para la manipulación de las semillas forestales: Tratamientos sanitarios almacenamiento, ensayo de semillas y transporte. UNASYLVA. Roma. 16(64):26-33.
36. MARTIN, G.C.; MASON, M.I.M.; FORDE, H.I. 1969. Changes in endogenous growth substancen in the embryos of Juglans regia during stratification. Journal American Society for Horticultural Science. USA. 94(1): 13-17.

- 110
- 12
37. MARTIN RAY, P. 1967. La planta viviente. Trad. Raúl J. Blaisten. México, Continental. p. 163.
- 13
38. MENENDEZ GRANIELLO, C.R.; RUGAMAS ESTUPINIAN, F.A. 1989. Aplicación de diversos tratamientos para estimular la germinación y la supervivencia de las especies: Albizia caribaea, Enterolobium cyclocarpum (nativas), Gmelina arborea y Tectona grandis (exóticas). Tesis Lic. Bio. San Salvador, El Salv., Universidad de El Salvador. 76 p.
- 14
39. MEYER, B.S.; ANDERSON, D.B.; BOHNING, R.H. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. Trad. Luis Guibert y Roberto Ritebarg. 4 ed. Buenos Aires, Arg., Editorial Universitaria. p. 558-563.
40. MONET, S. 1970. Arboles y arbustos ornamentales. Trad. Antonio López Lillo y Angel Ramos. Madrid, Esp. Mundi-Prensa. p. 254-256.
- 110
41. NAPIER, I. 1985. Técnicas de viveros forestales con referencia especial a Centro América. Siguatepec, Hond., Esnacifor. p. 109-113.
- 14
42. NIEMBRO ROCAS, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. México. Limusa. p. 77-144.
43. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1956. Notas sobre semillas forestales. Roma, Italia. FAO. p. 288-289, 348-351.

44. _____ . 1977. Elaboración de una tabla de volumen y un estudio de incremento para Tectona grandis en El Salvador. Roma, Italia, FAO. p. 1-5.
45. PENNINGTON, T.D.; SURUKHAN, J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. México, Instituto Nacional de Investigación Forestal. p. 170, 174, 200, 270.
46. PRIMERA CONVENCION CENTROAMERICANA SOBRE SEMILLAS FORESTALES TROPICALES (1, 1988, San José, C.R.). 1988. Informes. ed. Freddy E. Rojas. San José, C.R., CATIE. s.p.
47. POLLOC, B.M.; TOOLE, V.K. 1986. Semillas: Postmaduración, período de reposo y latencia. Trad. Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez. México, Continental. p. 201-212.
48. REWINKEL, R.; REWINKEL, _____ , H.D. 1984. La leucaena prometedor forraje para El Salvador, El Salv., SIADES. v. 8-9-10: 5-11.
49. RODRIGUEZ, E.; MURILLO, O. 1986. Almácigos forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Información Tecnológica; Unidad de Tecnología Apropriada. Boletín No. 12. p. 38-39.
50. ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. México, Copyryght. p. 185-187.
51. STANLEY, P.C. 1937. Flora de Costa Rica. ed. P.E. Dahlgren. Chicago, EE. UU., Field Museum of Natural History. 18(1):372.

52. _____. 1937. Flora of Costa Rica. ed. B.E. Dahlgren. Chicago, EE.UU., Field Museum of Natural History. 18(3):494-495, 501, 520-521.
53. _____; STEYERMARK, J. A. 1946. Flora of Guatemala - Chicago, EE.UU. Chicago Natural History Museum. 24(5):32-33, 46-48, 141-142.
54. _____. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. 24(6):353-356.
55. _____. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. 24(3):356-358.
56. TORRES, L.; SILVERBORG, S. 1972. Estudio sobre la durabilidad natural de la teca (Tectona grandis L.F.) mediante ensayos acelerados de "soil-blocks" en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales en Mérida, Venezuela. Mérida, Ven. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín No. 41-42. p. 63-69.
57. VILLAGOMEZ AGUILAR, Y. 1978. Pruebas de semillas forestales y su aplicación en vivero. In Plantaciones Forestales, Primera Reunión Nacional (1, 1978, México). Memoria. Méx. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestal. p. 103-109.
58. WEAVER, R.J. 1987. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Agustín Contín. - Méx., Trillas. p. 173-179.

59. WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Arboles del parque Deininger. San Salvador, El Salv. Dirección de Publicaciones. p. 108, 136, 226.

A N E X O S

Cuadro 1.A. Análisis de varianza para porcentajes de germinación en conacaste (*E. cyclocarpum*).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	5	15035.33	3007.07	773.02**	3.11	5.06
Error Exp.	12	46.67	3.89			
TOTAL	17	15082				

Cuadro 2.A. Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en conacaste (*E. cyclocarpum*); al 1% de significancia.

MEDIAS	T ₂	T ₅	T ₄	T ₁	T ₃	T ₀
	96.0	82.67	77.0	75.33	62.33	6.00
T ₀ = 6.00	90.0**	76.67**	71.0**	69.33**	56.33**	-
T ₃ = 62.33	33.67**	20.34**	14.67**	13.0**	-	
T ₁ = 75.33	20.67**	7.34**	1.67 ^{ns}	-		
T ₄ = 77.0	19.0**	5.67**	-			
T ₅ = 82.67	13.33**	-				
T ₂ = 96.0	-					

Cuadro 3.A. Análisis de varianza para porcentajes de germinación en leucaena (L. leucocephala).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	5	17086.67	3417.33	867.34**	3.11	5.06
Error Exp.	12	47.33	3.94			
T O T A L	17	17134				

Cuadro 4.A. Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en leucaena (L. leucocephala); al 1% de significancia.

M E D I A S	T ₁	T ₂	T ₅	T ₃	T ₄	T ₀
	99.0	99.0	98.0	81.0	75.33	11.67
T ₀ = 11.67	87.33**	87.33**	86.33**	69.33**	63.66**	-
T ₄ = 75.33	23.67**	23.67**	22.67**	5.67**	-	
T ₃ = 81.0	18.0**	18.0**	17.0**	-		
T ₅ = 98.0	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	-			
T ₂ = 99.0	0 ^{ns}	-				
T ₁ = -						

Cuadro 7.A. Análisis de varianza para porcentajes de germinación en pacón (S. saponaria).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	5	5128.96	1025.79	737.98**	3.11	5.06
Error Exp.	12	16.67	1.39			
T O T A L	17	5145.63				

Cuadro 8.A. Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en pacun (S. saponaria); al 1% de significancia.

MEDIAS	T ₂	T ₅	T ₁	T ₃	T ₀	T ₄
	47.33	36.33	17.00	13.67	3.67	0.5
T ₄ = 0.5	46.83**	35.83**	16.5**	13.17**	3.17 ^{ns}	-
T ₀ = 3.67	43.66**	32.66**	13.33**	10.0**	-	
T ₃ = 13.67	33.66**	22.66**	3.33**	-		
T ₁ = 17.0	30.33**	19.33**	-			
T ₅ = 36.33	11.0**	-				
T ₂ = 47.33	-					

Cuadro 5.A. Análisis de varianza para porcentajes de germinación en copinol (H. courbaril).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	5	20545.12	4109.02	313.43**	3.11	5.06
Error Exp.	12	157.33	13.11			
T O T A L	17	20702.45				

Cuadro 6.A. Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en copinol (H. courbaril); al 1% de significancia.

M E D I A S	T ₁	T ₂	T ₅	T ₄	T ₃	T ₀
	94.67	89.33	84.67	36.00	21.33	13.33
T ₀ = 13.33	81.34**	76.0**	71.34**	22.67**	8.0 ^{ns}	-
T ₃ = 21.33	73.34**	68.0**	63.34**	14.67**	-	
T ₄ = 36.00	58.67**	53.33**	48.67**	-		
T ₅ = 84.67	10.0**	4.66 ^{ns}	-			
T ₂ = 89.33	5.34 ^{ns}	-				
T ₁ = 94.67	-					

Quadro 9.A. Análisis de varianza para porcentajes de germinación en teca (T. grandis).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	5	176.98	29.5	21.37**	2.85	4.46
Error Exp.	12	19.33	1.38			
T O T A L	17	196.31				

Quadro 10.A. Prueba de Duncan para porcentajes de germinación en teca -- (T. grandis); al 1% de significancia.

M E D I A S	T ₅	T ₂	T ₁	T ₆	T ₀	T ₃	T ₄
	9.67	3.67	3.33	3.33	1.67	0.5	0.5
T ₄ = 0.5	9.17**	3.17**	2.83 ^{ns}	2.83 ^{ns}	1.17 ^{ns}	0	-
T ₃ = 0.5	9.17**	3.17**	2.83 ^{ns}	2.83 ^{ns}	1.17 ^{ns}	-	-
T ₀ = 1.67	8.0**	2.0 ^{ns}	1.66 ^{ns}	1.66 ^{ns}	-	-	-
T ₆ = 3.33	6.34**	0.34 ^{ns}	0	-	-	-	-
T ₁ = 3.33	6.34**	0.34 ^{ns}	-	-	-	-	-
T ₂ = 3.67	6.0**	-	-	-	-	-	-
T ₅ = 9.67	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 11.A. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en nogal (Juglans sp.).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	5	582.94	116.59	9.11**	3.11	5.06
Error Exp.	12	153.5	12.79			
TOTAL	17	736.44				

Quadro 12.A. Prueba de Duncan para porcentaje de germinación en nogal - (Juglans sp.); al 1% de significancia.

MEDIAS	T ₃	T ₀	T ₅	T ₁	T ₂	T ₄
	15.33	10.67	4.67	1.0	0.5	0.5
T ₄ = 0.5	14.83**	10.67**	4.17 ^{ns}	0.5 ^{ns}	0 ^{ns}	-
T ₂ = 0.5	14.83**	10.17**	4.17 ^{ns}	0.5 ^{ns}	-	
T ₁ = 1.0	14.33**	9.67**	3.67 ^{ns}	-		
T ₅ = 4.67	10.66**	6 ^{ns}	-			
T ₀ = 10.67	4.66 ^{ns}	-				
T ₃ = 15.33	-					

