

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA ESCARIFICACION  
QUIMICA EN LA GERMINACION DE DOS ESPECIES  
FORESTALES: Albizzia guachapele "ciníbero" (nativa)  
y Tectona grandis "teca" (exotica)

HÉRVIN FRANCISCO SANDOVAL ZAVALETA  
RENE ADOLFO TOLEDO RODRIGUEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN BIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
"CENTRO DE DOCUMENTACION  
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



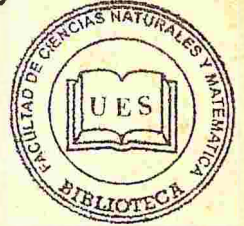
CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, OCTUBRE 1989.

TL 31.53.

9263e

ej-1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA ESCARIFICACION  
QUIMICA EN LA GERMINACION DE DOS ESPECIES  
FORESTALES: Albizzia guachapele "cénicero" (nativa)  
y Tectona grandis "teca" (exotica)

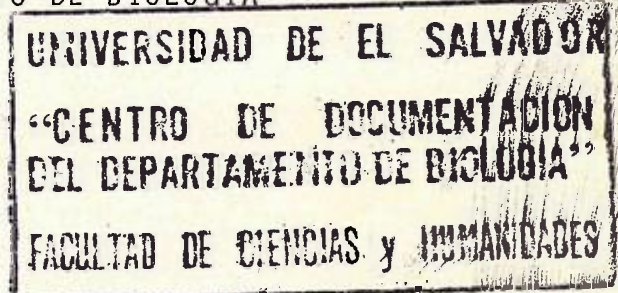
HÉRVIN FRANCISCO SANDOVAL ZAVALETA  
RENE ADOLFO TOLEDO RODRIGUEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, OCTUBRE 1989.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA ESCARIFICACION QUIMICA EN  
LA GERMINACION DE DOS ESPECIES FORESTALES: Albizzia guachapele  
"cenínero" (nativa) y Tectona grandis "teca" (exótica)

HERVIN FRANCISCO SANDOVAL ZAVALA  
RENE ADOLFO TOLEDO RODRIGUEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

SAN SALVADOR,            OCTUBRE   DE            1989

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA ESCARIFICACION QUIMICA EN LA  
GERMINACION DE DOS ESPECIES FORESTALES: Albizzia guachapele  
"cenízero" (nativa) y Tectona grandis "teca" (exótica).

HERVIN FRANCISCO SANDOVAL ZAVALETA

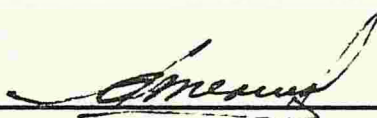
RENE ADOLFO TOLEDO RODRIGUEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE

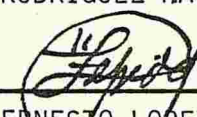
LICENCIADO EN BIOLOGIA

1989

DECANO

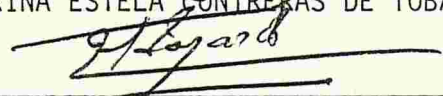
:   
CATALINA RODRIGUEZ MACHUCA DE MERINO

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO

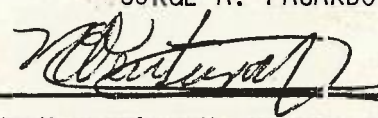
:   
ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

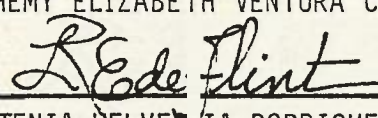
ASESORES

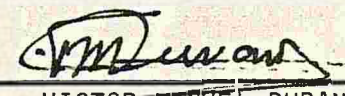
:   
MARINA ESTELA CONTRERAS DE TOBAR

:   
JORGE A. FAJARDO LIMA

JURADO

:   
NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO

:   
LASTENIA HELVECIA RODRIGUEZ DE FLINT

:   
VICTOR MANUEL DURAN BELOSO

DEDICATORIA

A Dios: por proporcionarme confianza y entereza en la realización de este trabajo.

A mis padres: Julio Toledo y Carmen de Toledo con especial cariño, respeto y admiración por su apoyo y confianza.

A mis hermanos: Julio  
Jaime  
Celina  
Salvador  
Carmen  
Como muestra de amor fraternal.

A mis maestros: Con especial reconocimiento a la memoria de la Lic. Martha Pérez C. por su sabia orientación.

III

AL PUEBLO SALVADOREÑO : POR SU ABNEGACION, ANSIAS DE JUSTICIA, PAZ Y LIBERTAD.

A MIS PADRES : Miguel Zavaleta  
Rosa Sandoval

Por su confianza, cariño y comprensión.

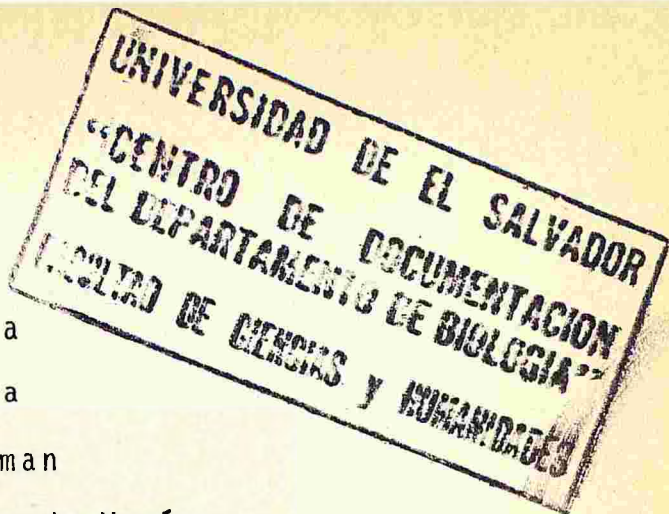
A MI ESPOSA : Reyna Gladis Guerra de Sandoval

Con el inmenso amor, en agradecimiento a su constante comprensión, cariño y apoyo.

A MIS HIJOS : Claudia Beatriz Sandoval Guerra

Karen Imelda Sandoval Guerra  
Oscar Orlando Sandoval Guerra  
Rosalva Elizabeth Sandoval Guerra  
Gladys Lisette Sandoval Guerra  
María Cristina Sandoval Guerra  
Hervin Francisco Sandoval Guerra

Por su comprensión, ternura y amor.



IV

A MIS HERMANOS

: Rosa  
Nora  
Dilman  
Flor de María  
Nelson  
Rubia del Carmen (Q.D.D.G.)  
Wilber  
Como muestra de amor fraternal.

A MI SUEGRA

: María Cristina Cortez de Guerra  
Con eterna gratitud, por haberme  
brindado oportunamente su confianza  
za, comprensión, apoyo y cariño.  
(Q.D.D.G.)

A MIS PROFESORES

: Con agradecimiento por su orientación  
ción.

A MIS FAMILIARES

Y AMIGOS

: Con afecto por participar de mi  
entusiasmo.

## AGRADECIMIENTOS

AL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, por su orientación científica.

A los Asesores Lic. MARINA ESTELA CONTRERAS DE TOBAR, del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad de El Salvador y al Ing. JORGE A. FAJARDO LIMA, del Servicio Forestal de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador por la Asesoría Científica y Técnica de esta Investigación.

A los Licenciados EMPERATRIZ CABEZAS DE MAYORGA Y VICTOR MANUEL ROSALES, por su valiosa y constante orientación.





TABLA DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN .....	VII
LISTA DE CUADROS .....	X
LISTA DE FIGURAS .....	XIV
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	6
MATERIALES Y METODOS .....	21
- Descripción del área de trabajo .....	21
- Metodología de laboratorio .....	21
- Preparación de los semilleros .....	23
- Siembra de las semillas .....	24
- Trasplante .....	25
- Análisis estadístico .....	26
- Diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial .....	26
- Diseño de contrastes ortogonales .....	27
RESULTADOS .....	31
DISCUSION .....	70
CONCLUSIONES .....	80
LITERATURA CITADA .....	83
ANEXOS .....	87

## VII

### RESUMEN

Este trabajo consistió en evaluar la germinación de Albizzia guachapele (H.B.K.) Dugand "cenícero" (nativa) de la familia Leguminosae y Tectona grandis Linn. F. "teca" (exótica) de la familia Verbenaceae por medio de la escarificación química con Hidróxido de Sodio, a través de nueve tratamientos y tres repeticiones en relación a dos altitudes y a dos épocas de siembra en el caso de T. grandis, y una en A. guachapele.

Esta investigación se realizó en dos lugares diferentes, el primero en el Cantón Los Tunalmiles, Jurisdicción de Izalco, Departamento de Sonsonate, a una altitud de 350 msnm y el segundo, en el Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, Departamento de San Salvador, a una altitud de 658 m s n m, en ambos lugares el trabajo se realizó en el período comprendido de Diciembre de 1988 a Abril de 1989.

Con respecto al trabajo de laboratorio, se trataron 750 semillas de cada una de las especies, las cuales se ordenaron en grupos de 75, incluyendo el testigo; ésto se hizo con el propósito de facilitar la aplicación de los nueve tratamientos químicos, lo que permitió que las semillas se trataran en forma simultánea con sus tres repeticiones de

## VIII

acuerdo a cada concentración y tiempo de exposición especificados en el Cuadro 1.

Los resultados obtenidos se analizaron de acuerdo a los diseños estadísticos, porcentaje de germinación, análisis de varianza en arreglo factorial y contrastes ortogonales con su respectivo ANVA general, a través de los cuales se comprobó que Albizzia guachapele a 350 m s n m, los tratamientos óptimos fueron el G (4% 15 min), A (8% 30 min) e I (4% 30 min) con porcentajes que oscilaron entre 53% a 42.6%.

En A. guachapele a 658 m s n m, presentó mejor germinación con los tratamientos G (4% 15 min) con 73%, D (8% 60 min) con 70% y B (12% 15 min) con 68%.

Para Tectona grandis en la primera fase a 350 m s n m, se comprobó que el mejor tratamiento fue el G (8% 30 min) alcanzando el 36% de semillas germinadas, en esta fase para esta misma especie a 658 m s n m el mejor tratamiento fue el G (8% 30 min) con el 13.3% de germinación.

En la segunda fase a 350 m s n m, para T. grandis se determinó que los mejores tratamientos fueron: G (8% 30 min) y A (10% 60 min), ya que se obtuvieron porcentajes de germinación entre el 88% a 90%. En esta fase a 658 m s n m para esta especie se encontró que los mejores resultados fueron

para los tratamientos F (12% 60 min), A (10% 60 min) y E (10% 30 min) con los porcentajes de 56%, 54% y 48% respectivamente.

## LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		Página
1	Contiene las concentraciones, el tiempo de exposición y los tratamientos que se aplicaron a las especies en estudio "teca" y "cenícero" .....	28
2	Porcentaje promedio de semillas germinadas de <u>Albizzia guachapele</u> por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase I, a 350 m s n m .....	40
3	Porcentaje promedio de semillas germinadas de <u>Tectona grandis</u> por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase I, a 350 m s n m .....	41
4	Porcentaje promedio de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la Fase I, a 658 m s n m <u>A. guachapele</u> .....	42
5	Porcentaje promedio de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase I a 658 m s n m en <u>T. grandis</u> .....	43
6	Total de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase I, a 350 m s n m en <u>A. guachapele</u> .....	44

Cuadro No.		Página
7	Total de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas, de la fase I, a 658 m s n m, en - <u>Albizzia guachapele</u> .....	45
8	Total de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la Fase I, a 350 m s n m, en - <u>Tectona grandis</u> .....	46
9	Total de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase I, a 658 m s n m en <u>T. grandis</u>	47
10	Análisis de varianza (ANVA), por el di- seño de bloques al azar en arreglo fac- torial en <u>A. guachapele</u> , a 350 m s n m en la fase I .....	48
11	Análisis de varianza (ANVA), para el - diseño de bloques al azar en arreglo factorial en <u>A. guachapele</u> , a 658 m s n m en la fase I .....	49
12	Análisis de varianza (ANVA), para el diseño de contrastes ortogonales en <u>A.</u> <u>guachapele</u> de la fase I, a 350 m s n m	50
13	Análisis de varianza (ANVA), para el diseño de contrastes ortogonales en <u>A.</u> <u>guachapele</u> , a 658 m s n m en la fase I	51

Cuadro No.		Página
14	Análisis de varianza (ANVA) para el diseño de bloques al azar en arreglo factorial en <u>Tectona grandis</u> , a 350 msnm en la fase I .....	52
15	Análisis de varianza (ANVA) para el diseño de bloques al azar en arreglo factorial en <u>T. grandis</u> , a 658 msnm en la fase I .....	53
16	Análisis de varianza (ANVA) para el diseño de contrastes ortogonales en <u>T. grandis</u> a 350 msnm en la fase I .....	54
17	Análisis de varianza (ANVA) para el diseño de contrastes ortogonales en <u>T. grandis</u> a 658 msnm en la fase I .....	55
18	Porcentaje de semillas germinadas para cada tratamiento en un período de 6 semanas a 350 msnm en la fase II en <u>T. grandis</u> ..	56
19	Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase II, a 658 msnm en <u>T. grandis</u>	57
20	Total de semillas germinadas durante la II fase de siembra, por cada tratamiento en un período de 6 semanas de la fase II, a 350 msnm en <u>T. grandis</u> .....	58

Cuadro No.		Página
21	Total de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas en - <u>Tectona grandis</u> en la fase II a 658 m s n m	59
22	Análisis de varianza (ANVA), para el diseño de bloques al azar en arreglo factorial en <u>T. grandis</u> , a 350 m s n m en la fase II	60
23	Análisis de varianza (ANVA), para el diseño de bloques al azar en arreglo factorial en <u>T. grandis</u> , a 658 m s n m en la fase II	61
24	Análisis de varianza (ANVA) para el diseño de contrastes ortogonales en <u>T. grandis</u> , a 350 m s n m en la fase II .....	62
25	Análisis de varianza (ANVA), para el diseño de contrastes ortogonales en <u>T. grandis</u> a 658 m s n m en la fase II .....	63



## LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Dimensiones de los 2 canteros y la distribución de los semilleros aleatoriamente en sus respectivos bloques .....	29
2	Dimensiones del semillero y la distribución de las semillas .....	30
3	Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas, en <u>Albizzia guachapele</u> a 350 m s n m en la fase I .....	64
4	Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en cada semillero en un período de 6 semanas, en <u>Tectona grandis</u> a 350 m s n m en la fase I .....	65
5	Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas en <u>A. guachapele</u> a 658 m s n m en la fase I .....	66
6	Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas en <u>T. grandis</u> , a 658 m s n m en la fase I .....	67

Figura No.

Página

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 7 | Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas en <u>Tectona grandis</u> , a 350 m s n m en la fase II ..... | 68 |
| 8 | Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento en un período de 6 semanas en <u>T. grandis</u> , a 658 m s n m en la fase II            | 69 |

## INTRODUCCION

Históricamente, El Salvador representa un excelente ejemplo de la manera en que el hombre, a través de un período prolongado de tiempo, ha mantenido una estrecha relación con los recursos naturales, de los cuales ha dependido para satisfacer sus necesidades, destruyendo con demasiada facilidad lo que a la naturaleza le toma cientos de años formar. Incendios forestales, pastoreo excesivo, tala ilimitada, sustitución de la vegetación original por cultivos que dieron origen a la agricultura agroexportadora, (inicialmente el cacao, después el añil, café, azúcar y por último el algodón), desarrollo urbano desordenado, la existencia de un 70% de marginados y el problema de la guerra, son algunas de las causas de destrucción de nuestros recursos naturales.

Como consecuencia en la actualidad existe un grave deterioro en los ecosistemas, lo que implica grandes problemas ecológicos como: extinción de especies vegetales y animales, disminución del recurso agua, contaminación, erosión de suelos, alteración del clima, escasez de alimentos, etc.

Es innegable que la población de El Salvador depende en gran medida de los recursos forestales para satisfacer sus necesidades energéticas, en 1984 la leña constituyó la fuente del 65% de la energía total consumida en el país (Marroquín, 1986). El mismo autor establece que un 90% de la leña es uti

lizada para cocinar; el 10% restante se emplea para la producción artesanal y tradicional de artículos como pan, ladrillos y tejas, cal, cerámica, sal, panela, y algunos procesos de secado. Muchas de esas actividades artesanales suelen estar concentradas en zonas geográficas reducidas (por causas de la disponibilidad de materia prima, mercados, etc.), y por su fuerte demanda de leña, son causa de una deforestación localizada.

En El Salvador, pocos programas de reforestación, se han desarrollado, los cuales han tenido resultados relativamente exitosos, debido en parte a problemas como: obtención del germaplasma, condiciones inadecuadas de almacenamiento, producción irregular de plántulas, factores endógenos de la semilla no controlados en forma efectiva, (semilla inmadura, presencia de inhibidores químicos, latencia por testa dura, etc.) (Rosales, Comunicación Personal)\*.

Las semillas de muchas especies con vocación forestal, normalmente atraviesan por un período de inactividad o latencia, que en la inducción de la germinación es un problema. - Los analistas de semillas, consideran como semillas latentes aquellas que son potencialmente viables, pero que no germinan con prontitud cuando se les coloca bajo condiciones favorables a menos que hayan sido sometidas a un tratamiento espe-

---

\* Rosales, V.M. 1988. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador.

cial. Bonner & Galston (1973) establecen que estos tratamientos pueden ser: agitación vigorosa por algunos minutos en un frasco con arena u otros materiales que posean aristas agudas, rasparlas con una lima o perforarlas con un punzón. Además puede realizarse químicamente, ya que la disolución parcial de las cubiertas de la semilla puede llevarse a cabo por medio de ácido, bases y disolventes orgánicos. En todos estos tratamientos se sigue un mismo principio provocar la ruptura o el reblandecimiento de las cubiertas para que el agua pueda penetrar mejor.

Para desarrollar esta investigación se seleccionaron dos especies de testa dura, una nativa Albizzia guachapele (H.B.K.) Dugand "cenícero" y otra exótica Tectona grandis Linn F. "teca"; la primera especie pertenece a la familia Leguminosae y la segunda a la familia Verbenaceae, con el propósito de evaluar su germinación al ser sometidas a escarificación química a través del Hidróxido de Sodio (P/V).

En este trabajo se plantea que para lograr el aumento en los porcentajes de germinación en plantas forestales con semillas de testa dura como: "cenícero" y "teca" es necesario aplicar tratamientos de escarificación química; haciendo variar las concentraciones de NaOH (P/V) y el tiempo de exposición (minutos), considerados como factores determinantes en el mejoramiento de los procesos de germinación.

Al investigar el comportamiento de semillas de testadura como la de "ceníceros" y "teca" se persiguió determinar un método de escarificación química práctico en este tipo de semillas; romper el estado de latencia, por medio de la escarificación química en ambas especies forestales; determinar la concentración óptima de NaOH, necesaria para influir en la degradación de la testa de las semillas y en consecuencia de la germinación; determinar el tiempo de exposición óptimo de escarificación química, bajo la acción de diferentes concentraciones de Hidróxido de Sodio (NaOH); establecer la especie que responde mejor a los tratamientos químicos aplicados; seleccionar la interacción del tratamiento más efectivo.

En El Salvador se han desarrollado proyectos de reforestación, utilizando especies en su mayoría exóticas pero pocos trabajos de investigación se han efectuado sobre la viabilidad y problemas de germinación de dichas especies y de alto potencial biológico para la repoblación de extensas áreas deforestadas de nuestro país. Por lo tanto se considera de importancia fundamental, el realizar este tipo de investigación, ya que su aplicación, traerá beneficios a nuestra sociedad desde el punto de vista ecológico, económico y social, ya que se proporcionará un recurso de uso múltiple especialmente para madera y leña que es la principal fuente de energía de nuestro pueblo.

El presente trabajo, se realizó gracias al apoyo material, técnico y científico de la Facultad de Ciencias y Humanidades (Departamento de Biología), de la Facultad de Ciencias Agronómicas (Departamento de Fitotecnia), de la Universidad de El Salvador y de la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (M.A.G.).

## REVISION DE LITERATURA

En El Salvador, desde hace más de 30 años se han realizado trabajos de reforestación en pequeña escala, apenas desde 1968 se han iniciado plantaciones con fines de producción, utilizando especies exóticas como: Tectona grandis "teca", - Eucalyptus deglupta "eucalipto", Gmelina arborea "gmelina", Anthocephala cadamba "cadam" y Toona ciliata "cedro australiano", de las cuales las que mejor se han adaptado son las dos primeras (Goitia, 1977).

Según Witsberger et al. (1982), Albizzia guachapele - ~~De~~ (H.B.K.) Dugand pertenece a la familia Leguminosae, el cual es un árbol de mediano a grande, de hojas caedizas, que alcanza una altura de aproximadamente 27 metros y un diámetro de 100 cm. Se ramifica desde el medio del tallo y tiene una copa ancha, extendida y algo redondeada. La corteza de color pardo claro tiene grietas profundas verticales y hendiduras horizontales que dividen la corteza en placas grandes que se desprenden del árbol. La corteza interior es blancuzca o cafésosa con olor a papas crudas y sabor amargo. Las ramitas gruesas, de color verde a pardo tienen líneas verrugosas (lenticelas) y grietas finas longitudinales. Las hojas alternas bipinnadas tienen de 16 a 35 cm de largo y de 16 a 33 cm de ancho, el ápice es redondeado u obtuso, a veces provisto de



una muesca y la base obtusa y oblicua. El haz es verde oscuro y el envés verde claro, con pelillos finos y densos en ambas superficies. Los frutos son vainas aplanadas lineares, de 15 a 20 cm de largo y de 2.5 a 3.5, densamente pelosas con el ápice de punta fina.

Los mismos autores señalan que se observa con hojas casi todo el año exceptuando al final de la estación seca y con flores en diciembre y enero. La albura es blanca y delgada y el duramen, de color café amarillento a café con un tinte dorado. La madera es pesada (peso específico 0.57), de textura media o áspera y la veta generalmente entrelazada resisten a la podredumbre. Se seca al aire con rapidez o rapidez moderada. El moldeado, taladrado, escopleado y torneados son satisfactorios; el lijado es excelente. En El Salvador, la madera se ha usado en construcción y en otros países en la fabricación de barcos y durmientes. Usos potenciales incluyen pisos y chapas decorativas. El "ceníceros" es un árbol muy escaso - que se encuentra en sitios húmedos, usualmente cerca de los ríos y arroyos. Se encuentra en Guatemala y El Salvador de 0 a 300 metros sobre el nivel del mar y se reporta su distribución de México a Colombia, Ecuador y Venezuela.

En el Centro de Desarrollo Forestal (CEDEFOR), Dependencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se han desarrollado proyectos de reforestación con especies nativas

en las tres zonas del país, en la cual la institución recolecta, almacena y distribuye el germoplasma con fines conservacionistas. Entre las especies utilizadas para tal fin está Albizzia quachapele, que por presentar problemas de germinación se le han aplicado técnicas de escarificación para mejorar su germinación (Cabezas de Mayorga, Comunicación Personal)\*.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1977), establece que Tectona grandis, conocida comúnmente como "teca" es un árbol grande con una altura de 30 a 40 metros y deciduo en su lugar de origen, (India, Birmania, Tailandia, etc.), conocido por las propiedades físicas de su madera, resistencia, bajo peso, durabilidad, facilidad con que se trabaja, su belleza y capacidad de curarse. Estas propiedades han hecho que la "teca", sea una de las maderas más valiosas del mundo.

T. grandis, es un árbol exótico que pertenece a la familia Verbenaceae que se caracteriza por ser de muy buena madera, que crece solamente en buenos sitios en las partes bajas, en plantaciones a pequeña escala; sirve para la produc-

---

\* Cabezas de Mayorga, E. 1988. Centro de Desarrollo Forestal (CEDEFOR), Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

ción de leña, por su rápido crecimiento inicial y facilidad de rebrote, se planta en lugares no muy susceptibles a la erosión; alcanza una altura de 30-40 metros, con un diámetro aproximado de 100 a 200 centímetros con hojas decíduas, grandes simples, la corteza fisurada, escamosa y de frutos en drupa, pubescente dentro de una bolsa. Su semilla es de fácil almacenamiento en seco, frío preferiblemente y su época de recolección es entre los meses de Noviembre y Febrero (Bauer, 1982).

De acuerdo al mismo autor entre los requisitos ecológicos de la "teca" están: temperatura media anual de (22 a 28)°C, la mínima promedio, (del mes más caliente), de (24 a 30)°C con una precipitación anual entre 1250 a 2500 mm y con una estación seca máxima de 3 a 5 meses, a una altitud de 0 a 800 msnm. Entre las regiones apropiadas para su desarrollo están tanto los suelos fértiles como aluviales, y bien drenados en partes bajas, preferidos son los suelos profundos de textura franco-arenosa, arcillosos y arcillosos pesados. Tiene un amplio rango de tolerancia con respecto al pH, o sea que crece en suelos con pH neutros, ácidos, calcáreos, muy ácidos o alcalinos.

La madera de este árbol tiene una densidad entre los 600-700 kg/m<sup>3</sup>, de buena calidad para leña, carbón, aserrío - (muy buena, fina para múltiples usos), chapas y postes y limitada potencialmente para técnicas agroforestales Bauer (1982);

Keiding (1985) afirma que la "teca" es uno de los árboles made  
rables más versátiles siendo usada para trabajos livianos y pe  
sados, en construcción, carpintería, tapicería, escultura de  
madera, etc.

La "teca" es de rápido crecimiento inicial y buena so-  
brevivencia, aunque es susceptible a competencia radicular. Se  
puede plantar hasta cuatro semanas antes de empezar las llu-  
vias. En los primeros 30 años su volumen promedio anual es en  
tre 6-10 m<sup>3</sup>/h. Son muy pocas las plagas o enfermedades de im-  
portancia (Bauer, 1982); por ser un árbol de rápido crecimién  
to es utilizado en El Salvador en proyectos de reforestación  
(Fajardo Lima, Comunicación Personal)\*.

Para investigar la latencia, uno de los aspectos que -  
hay que tomar en cuenta es, como recolectar y manejar semillas  
de árboles forestales; para muchas especies la mejor época de  
recolección es cuando las primeras semillas empiezan a caer na  
turalmente. Generalmente es necesario almacenar semillas de ár  
boles forestales desde unos meses hasta varios años; con un al  
macenamiento apropiado, las semillas de muchos árboles pueden  
ser conservadas razonablemente viables por 5 a 10 años y las  
de unas cuantas especies se han mantenido viables por varias  
décadas. Las semillas de muchas especies se conservan mejor a

---

\* Fajardo Lima, J.A. 1988. Servicio Forestal de Recursos Na-  
turales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería -  
de El Salvador.

bajas temperaturas en recipientes sellados; las temperaturas entre (0 y 5)°C han dado buenos resultados (Rudolf, 1986).

• Las semillas deben ser almacenadas secas con el propósito de que no halla pérdida en su viabilidad, la cual depende mucho de las condiciones del medio ambiente de su almacén como: contenido de humedad de las semillas y de la temperatura dentro del almacén. El método más antiguo y simple de almacenamiento, consiste en almacenar muchas especies de semillas secas en envases o a granel a una temperatura cercana a la del aire. De esta manera se pueden almacenar muchas especies de semillas por un año o por un tiempo mayor, en almacenes convencionales bien manejados. Para períodos más largos, en ciertas regiones y para algunas especies de semillas, es necesario el almacenaje acondicionado entre (4 y 100)°C (Holman & Snitgler, 1986).

Muchas clases de semillas permanecen en estado latente (incapaces de germinar al sembrarlas) por algún tiempo después de separarse de sus progenitores. La duración del estado latente y la naturaleza del mecanismo retardario difiere grandemente entre las especies y variedades. El estado latente debido a la resistencia al agua (dureza) de la cubierta de la semilla, puede durar varios años hasta que suficiente agua haya empapado la parte interior de la semilla para que germine. Pequeños cortes o raspaduras en la cubierta de la semilla permiten que

el agua penetre, rompiendo así el estado latente. Una especie de árbol puede tener semillas tanto latentes como no latentes o pueden tener más de un tipo de latencia. A menos que haya tiempo para hacer pruebas antes de sembrar, sin embargo se debe asumir que hay latencia y dársele el tratamiento más adecuado para la condición que se sospeche. Se deben hacer pruebas para determinar la calidad de las semillas, una base necesaria para escarificar la cantidad de semillas a sembrar, para producir cierto número de plántulas aprovechables. Tales pruebas usualmente se refieren a la autenticidad, pureza, número de semillas por unidad de peso (kg), contenido de humedad y viabilidad (Rudolf, 1986).

Generalmente las especies de semillas con testa semidura y dura, presentan un tipo de latencia debido a esta cubierta, aparentemente todas las semillas son viables, pero no es así, cuando éstas se tratan mecánica, física o químicamente, un número de ellas no germinan posiblemente debido a factores intrínsecos como: embrión inmaduro o no completamente desarrollado, procedencia de la semilla de un fruto no maduro, falta de un período de post-maduración, que la semilla sea estéril o que esté muerta. Además puede deberse a factores externos como por ejemplo, el efecto alelopático, lo que implica auto-destrucción (Durán Belloso, Comunicación Personal)\*.

---

\* Durán Belloso, V.M. 1988. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador.

Se han hecho experimentos para encontrar la correlación entre el clima, el origen y el grado de latencia en las semillas; la correlación entre la precipitación anual y el grado de latencia no se ha probado realmente. Otros factores entran en juego, los más importantes parecen ser: carencia de suelo fértil en el lugar de origen de la semilla, ejemplo: deficiencia nutricional y presencia de inhibidores de la germinación, solubles en agua en el mesocarpo (Keiding, 1985). El mismo autor sostiene que el retraso en la germinación puede también deberse a insuficiencia (después de la maduración), fenómeno que algunas veces es clasificado como una clase de latencia que puede ser roto únicamente por un almacenaje y tiempo correcto. La latencia puede ser a tal grado la responsable por la baja utilización del potencial de germinación comúnmente comprobado.

Los tratamientos usados comúnmente para superar la latencia han sido restringidos en todo lo posible a métodos técnicos que sean prácticos, rápidos y de fácil ejecución. Estos son el tratamiento por enfriamiento previo, el uso alternado de temperaturas altas y bajas durante el período de prueba, el humedecimiento del substrato con una solución diluida de  $\text{KNO}_3$  y el secado previo. Cuando la latencia se debe a cubiertas impermeables, el tratamiento pregerminativo puede ser la escarificación mecánica o con ácido, el remojo en agua o en solventes como éter, alcohol o acetona. Otro -

tratamiento para romper la latencia es someter las semillas a agitación vigorosa por algunos minutos en un frasco o por inmersión momentánea en agua hirviendo. En todos estos tratamientos se sigue un mismo principio: provocar la ruptura o el reblandecimiento de las cubiertas para que el agua pueda penetrar mejor (Bonner & Galston, 1973; Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, 1976; Vera & Moore, 1986). - Los mismos autores sostienen que para obtener un buen porcentaje de germinación en semillas que presentan latencia es someterlas a diferentes tratamientos como: sacudirlas con arena u otros materiales que posean aristas agudas, rasparlas con una lima, perforarlas con un punzón. La ruptura de los tegumentos por estos métodos se conoce con el nombre de escarificación.

• La germinación de la semilla depende de factores externos e internos; entre los principales factores internos se cuenta la impermeabilidad de la cubierta de la semilla y la necesidad de que transcurra un período más o menos largo, - llamado postmaduración (Wilson & Loomis, 1968).

• Un factor importante para la germinación es la absorción de agua, que permite al protoplasma de las células continuar una vida activa, ésto está relacionado con la naturaleza osmótica de las células vivas. Las semillas absorben bastante agua para iniciar la germinación en terrenos que - son tan secos que no sostendrán al desarrollo ulterior de



las plántulas (Toole & Pollock, 1986).

\* Algunas semillas requieren de la luz para germinar, otras de la oscuridad; algunas necesitan un tratamiento previo de baja temperatura, o de temperaturas altas y bajas alternativamente. Hay semillas que tienen que ser sometidas a un tratamiento químico brutal previo con  $H_2SO_4$ , o por el contrario mucho más moderado (Bastin, 1970).

\* Es innegable la efectividad de los tratamientos físicos (luz, temperatura, humedad), mecánicos (raspado, golpeado, cortado) y químicos (soluciones ácidas y básicas), aplicados a especies de testa semidura y dura. El propósito de ésta, es el romper la latencia provocada por la testa de la semilla; la cual es degradada en mayor o menor grado, dependiendo del tratamiento que se aplique y de la naturaleza de la naturaleza de la testa (Fajardo Lima, Comunicación Personal).

\* El propósito de la escarificación química es desgastar la testa de la semilla con el fin de permitir la absorción del agua y el intercambio de gases y en consecuencia favorecer la germinación de la semilla. Generalmente para este fin se utilizan soluciones diluidas de ácidos y bases en concentraciones y tiempo variables, considerando que la acción ejercida por los químicos es la de romper el estado de latencia. El tratamiento de las semillas con soda cáustica del 2-4%, durante un tiempo varía desde algunos minutos hasta varias horas, según la especie (Goitia, 1974; Fajardo, 1982).

En el país se han realizado algunos trabajos de germinación con la especie Albizzia guachapele, aplicando métodos de escarificación como: el lavado y secado alternos y la inmersión en agua caliente en tiempos diferentes. También la escarificación por ácidos. En el primer caso las semillas se sumergen en agua toda la noche y se exponen al sol durante el día durante 5 a 8 días obteniéndose una germinación de hasta el 70%. En el segundo caso se ha obtenido hasta un 75% de germinación aplicando la técnica de la inmersión de la semilla en agua a 80°C por 4 minutos. En el tercer caso, se ha reportado una germinación del 60 a 80% aplicando ácido sulfúrico al 4% durante 45 minutos (CENREN, 1988)\*.

Según Rosales (Comunicación Personal) en El Salvador - A. guachapele, es una especie forestal en vías de extinción y además reporta que ha obtenido una germinación del 60% aplicando la técnica de inmersión de la semilla en agua a 96°C por 1 minuto.

• Entre las técnicas de escarificación de A. guachapele están: la estratificación con agua (lavado) y la química, por medio de ácidos. En el primer caso se ha obtenido una germinación de 60% a 70% exponiendo la semilla durante toda la noche

---

\* Centro de Recursos Naturales.

en agua corrida; al día siguiente se exponen al sol todo el día; se repite el proceso tres días para sembrar las semillas el cuarto día. En el segundo caso se reporta una germinación del 70% sometiendo las semillas al 4% durante 30 minutos.

• La latencia es una característica importante de la semilla de "teca", la cual causa una serie de problemas. La latencia se manifiesta como un retraso en la germinación, retraso que puede durar de semanas a un año o hasta años. El efecto más inmediato de la latencia es una germinación dispareja (Keiding, 1985).

\* A causa de las características especiales del fruto de "teca", en las cuales las semillas están rodeadas por un endocarpo duro y un mesocarpo suave y vellosa, necesitan un tratamiento especial antes de la siembra. A esto debe agregársele la madurez tardía y el fenómeno de latencia, debe de tenerse en cuenta de hecho semillas de fuentes diferentes requieren diferentes pretratamientos. No obstante los pretratamientos pueden variar en duración y en intensidad y todos ayudan al ablandamiento del endocarpo quitando o reduciendo el efecto del mesocarpo y por ende acortando el período de latencia. La meta es obtener una germinación equilibrada y rápida de cuantas semillas sea posible. Los tratamientos que a menudo tienen algunos elementos en común y se aplican por lo general son tres:

- a) Remojo en agua. Las semillas son remojadas en agua estancada o corriente por 24 a 72 horas. Estas pueden guardarse en sacos de yute o tratarse libremente en patios. El tiempo de duración más comúnmente usado es de 24 a 48 horas. La siembra se efectúa inmediatamente después de terminado el tratamiento.
- b) Remojo en agua con secado alterno. En este método hay muchas variantes que están en uso, pero la que más se usa es 24 horas en remojo alternada con 24 horas en secamiento. El proceso puede ser repetido por dos semanas la duración del remojo o secado puede ser cambiado así como el período total del tratamiento. No hay prueba para determinar cuál es el mejor.
- c) Tratamiento con agua caliente y otros factores. El tratamiento en agua caliente es presentado en dos maneras:
- c.1. Las semillas son remojadas en agua por 48 horas. El agua es calentada hasta el punto de ebullición, después de esto las semillas se mantienen en agua helada por 24 horas.
- c.2 Las semillas son sumergidas en recipientes con agua hervida por 15 minutos, después de dicho tiempo el agua es drenada. En el siguiente paso las semillas serán distribuidas en camas de germinación y posteriormente en bolsas de polietileno ( Keiding, 1985).

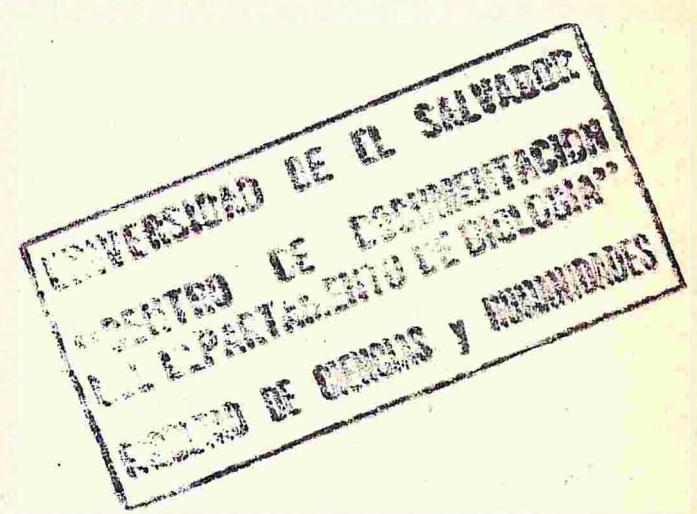
En el aspecto silvicultura, la semilla de "teca" requiere de un pretratamiento en remojo por un día y secado a pleno sol por un lapso de 3 a 5 días, repitiéndose el proceso. Estas se pueden reproducir en vivero, por medio de estaca a una distancia de 20 x 20 cms, en un período de 6 a 12 meses (Bauer, 1982).

La F.A.O. (1968), reporta que la germinación en "teca" es de 60% a 80% cuando las semillas son previamente tratadas. La germinación con semilla de un año de almacenamiento es con frecuencia, mayor que la germinación de la semilla recién cosechada.

Se reporta que la máxima germinación en "teca" es del 60 a 87% utilizando técnicas de pretratamiento; haciendo énfasis de que esta semilla tiene época de siembra, y la mejor es entre los meses de Agosto y Septiembre, incluso entre los meses de Marzo y Abril por ser meses de transición entre la época lluviosa y seca. La máxima germinación se alcanza entre los 16 a 25 días a 460 m s n m; habiendo casos en que se logra mejor germinación entre los 8, 12 y 15 días. Pero entre 600 y 700 m s n m la germinación máxima se alcanza entre 40 a 50 días. (Cabezas de Mayorga, Comunicación Personal).

En "teca" se obtuvo una germinación del 87% sometiendo las semillas a un tratamiento químico con NaOH al 4% por 3 ho-

ras a los 30 días y a 460 msn m. Pero aplicando el tratamiento en inmersión en agua con secado alternado y a temperatura ambiente, en donde las semillas se exponen en el agua por 12 horas, durante la noche y 12 horas de sol por espacio de 3 a 5 días, se obtiene un porcentaje de germinación menor del 50% a 460 - msn m entre Agosto y Septiembre. También se han reportado datos de germinación del 65%, en donde la semilla ha sido sembrada sin ningún tratamiento a 460 msn m obteniendo una germinación total hasta los 8 meses, dejando de regar hasta por períodos de 15 a 30 días (Cabezas de Mayorga, Comunicación Personal).



## MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de trabajo.

El trabajo de campo se realizó en dos lugares diferentes, el primero ubicado en el área para ensayos experimentales del Departamento de Biología en la Universidad de El Salvador, Departamento de San Salvador, al cual le corresponden las coordenadas  $13^{\circ} 44' 02''$  N y  $89^{\circ} 12' 02''$  W, situado a una altitud de 658 m snm, con precipitación promedio anual de 1794 mm y temperatura promedio de  $23^{\circ}\text{C}$ . Las características del lugar corresponden a la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical. El segundo lugar está localizado en el Cantón Los Tunalmites, Jurisdicción de Izalco, Departamento de Sonsonate cuyas coordenadas son  $13^{\circ} 44' 08''$  N y  $89^{\circ} 40' 05''$  W, a una altitud de 350 m snm, con precipitación y temperatura promedio anuales de 2274 mm y  $24^{\circ}\text{C}$ . Sus características en cuanto a zona de vida son similares a la anterior (MAG, 1987).

En ambos lugares el trabajo se realizó en el período comprendido entre Diciembre de 1988 a Abril de 1989.

Metodología de laboratorio.

Tratamiento de las semillas.

Los tratamientos consistieron en someter 750 semillas

tanto de "teca" Tectona grandis (exótica), como de "ceníbero" Albizzia guachapele (nativa), a la acción química escarificante de NaOH a concentraciones de 4, 8, 10 y 12% (P/V) y a tiempos de exposición de 15, 30 60 y 120 minutos.

Antes de aplicar los tratamientos químicos, las semillas se sometieron a un análisis físico, seleccionando las mejores características como: procedencia de un mismo lote, con 10 meses de post-maduración, de buen color y tamaño, sin daños y que estuvieran limpias; luego se prepararon las concentraciones porcentuales (P/V) respectivas.

A cada especie se le aplicaron 9 tratamientos, tres repeticiones, haciendo un total de 27 tratamientos por especie; además cada repetición tuvo su testigo, indicado de los tratamientos respectivos.

Para el caso de "teca" se aplicaron concentraciones escarificantes porcentuales de 8, 10, y 12% (P/V); en donde para cada concentración el tiempo de exposición fue de 30, 60 y 120 minutos, al aplicar el análisis factorial se obtuvieron las combinaciones que corresponden a los 9 tratamientos aplicados más el testigo. A manera de ejemplo se preparó una solución al 8% de NaOH, se pesaron 8 gramos del reactivo y luego se mezclaron con 100 ml de agua corriente, pero como para la inmersión completa de las semillas de "teca" se necesitan 200 ml de agua se pesaron 16 g de esta igual forma se si



guió el procedimiento en las restantes concentraciones, únicamente se mantuvo constante el volumen de agua.

Simultáneamente se hicieron las 3 repeticiones por tratamiento tal como se indica en el Cuadro N° 1; para ello se sumergieron 75 semillas en las soluciones respectivas en vasos de precipitación de 500 ml, debidamente rotulados y se controló el tiempo en cada tratamiento aplicado.

En el caso del "cenítero" como el volumen de la semilla es menor las soluciones porcentuales se prepararon tal como se indica en el Cuadro N° 1. Como por ejemplo se preparó una solución al 4% (P/V), se pesaron 4 g de NaOH y luego se mezclaron con 100 ml de agua corriente, en vasos de precipitación de 250 ml, el mismo procedimiento se siguió en las siguientes soluciones porcentuales.

Transcurrido el tiempo de exposición las semillas se extrajeron de los vasos de precipitación y se guardaron en bolsas plásticas perforadas, previo a la siembra, la cual se realizó en un período de 24 horas después.

#### Preparación del semillero.

El área seleccionada fue de 14.4 m<sup>2</sup>, la cual se limpió y aplanó, luego se procedió a la construcción de los canteros (cuatro en la primera fase y dos en la segunda), siendo sus

dimensiones: 6 m de largo x 1 m de ancho x 20 cm de altura (Figura 1). Para ello se utilizó una mezcla al 80% de tierra negra húmifera y 20% de arena fina, ambas previamente tratadas con Furadán al 10%.

Cada cantero se subdividió en 30 semilleros, en la que cada uno tenía las dimensiones siguientes: 50 cm de largo x 30 cm de ancho x 20 cm de altura (Figura 2). A cada semillero se le asignó aleatoriamente una letra (para facilitar su identificación de acuerdo al tratamiento químico aplicado) desde la A a la I, incluyendo la T para el testigo. Además los semilleros se delimitaron con reglas de bambú para prevenir la erosión, la retención de materia orgánica y la humedad.

Aleatorización

#### Siembra de las semillas.

La siembra de las semillas se realizó en dos fases y lugares diferentes. La primera comprendida en la tercera semana del mes de Diciembre de 1988 en la Universidad de El Salvador (Departamento de Biología), Departamento de San Salvador a 658 m s n m, para ambas especies. La segunda, en la primera semana del mes de Abril de 1989, también en ambos lugares, pero en este caso, sólo para la especie de "teca".

Cada semillero tenía una capacidad de siembra de 25 se millas, distribuidas en 5 hileras longitudinales, separadas 4 cm entre sí a lo ancho, 10 cm a lo largo y a 5 cm de los bordes (Figura 2).

La técnica de siembra que se utilizó fue la de postura de semillas, que consiste en perforar el substrato a una pro fundidad de 2 cm x 1 cm de diámetro; posteriormente se co locó una semilla por postura y luego se cubrió con la misma tierra del semillero (Fajardo, 1982).

El riego se realizó dos veces al día una por la mañana y otra por la tarde tratando de que se produjera una lluvia homogénea y fina.

Desde el inicio de la germinación, se revisaron diaria mente para detectar daños o anomalías en su desarrollo.

#### Trasplante.

El trasplante a vivero se realizó cuando las plantas al canzaron la altura de 20 cm éste se hizo de la siguiente ma- nera: con un azadón se removi6 la tierra de los semilleros, con el fin de facilitar la extracci6n de las pl6ntulas, tra- tando de que éstas llevaran una parte de tierra adherida, pa ra lograr mayor sobrevivencia. De esta manera fueron trasla- dadas, a bolsas de polietileno de 9 x 12 pulgadas, las cua-

les contenían tierra húmifera, procedente de los semilleros.

Después del trasplante, se colocaron en el vivero, con el fin de lograr mayor sobrevivencia y crecimiento normal.

### Análisis estadístico.

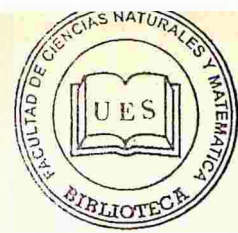
#### Porcentaje de germinación (PG)

$$PG = \text{N}^{\circ} \text{ de semillas germinadas} / \text{N}^{\circ} \text{ de semillas sembradas} \times 100$$

El registro de germinación se realizó semanalmente, has  
ta totalizar 6 semanas, para ambas especies en la Fase I. La Fase II también se realizó semanalmente, durante 6 semanas, en el caso de "teca".

#### Diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial.

Este diseño se aplicó por existir una variación mínima dentro de cada bloque y una variación máxima entre los bloques, ya que permite mantener el error experimental dentro de cada grupo, tan pequeño como sea posible en la práctica e incluir 9 tratamientos con 3 repeticiones. Además el arreglo factorial permitió: estudiar simultáneamente los tres factores de variación (especie, concentración y tiempo), proporcionar información más completa de cada factor en estudio, de las interacciones entre sí, establecer conclusiones de mayor va-



lor desde el punto de vista práctico y precisar en el análisis de varianza (Scheffler, 1981, Little & Hills, 1985; Steel & Torrie, 1988).

Diseño de contrastes ortogonales.

Este diseño se aplicó por existir diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que implicó efectuar comparaciones entre los diferentes tratamientos, por medio del Análisis de Varianza y determinar los tratamientos más significativos para ambas especies (Scheffler, 1981).



CUADRO 1. CONCENTRACIONES DE NaOH, TIEMPO DE EXPOSICION Y TRATAMIENTOS QUE SE APLICARON A LAS ESPECIES EN ESTUDIO: "teca" y "cenicero" .

Especies	NaOH <sup>n</sup>	Tiempo ( min )	Especificación del tratamiento	Simbología de Tratamientos
e <sub>1</sub>	8% q <sub>1</sub>	30	e <sub>1</sub> q <sub>1</sub> t <sub>1</sub>	G
		60	e <sub>1</sub> q <sub>1</sub> t <sub>2</sub>	D
		120	e <sub>1</sub> q <sub>1</sub> t <sub>3</sub>	B
	10% q <sub>2</sub>	30	e <sub>1</sub> q <sub>2</sub> t <sub>1</sub>	E
		60	e <sub>1</sub> q <sub>2</sub> t <sub>2</sub>	A
		120	e <sub>1</sub> q <sub>2</sub> t <sub>3</sub>	H
	12% q <sub>3</sub>	30	e <sub>1</sub> q <sub>3</sub> t <sub>1</sub>	C
		60	e <sub>1</sub> q <sub>3</sub> t <sub>2</sub>	F
		120	e <sub>1</sub> q <sub>3</sub> t <sub>3</sub>	I
e <sub>2</sub>	4% q <sub>1</sub>	15	e <sub>2</sub> q <sub>1</sub> t <sub>1</sub>	G
		30	e <sub>2</sub> q <sub>1</sub> t <sub>2</sub>	I
		60	e <sub>2</sub> q <sub>1</sub> t <sub>3</sub>	E
	8% q <sub>2</sub>	15	e <sub>2</sub> q <sub>2</sub> t <sub>1</sub>	H
		30	e <sub>2</sub> q <sub>2</sub> t <sub>2</sub>	A
		60	e <sub>2</sub> q <sub>2</sub> t <sub>3</sub>	D
	12% q <sub>3</sub>	15	e <sub>2</sub> q <sub>3</sub> t <sub>1</sub>	B
		30	e <sub>2</sub> q <sub>3</sub> t <sub>2</sub>	F
		60	e <sub>2</sub> q <sub>3</sub> t <sub>3</sub>	C

<u>Especies</u>	<u>Concentraciones</u>	<u>Tiempos (minutos)</u>
e <sub>1</sub> = "teca"	q <sub>1</sub> = 4 y 8% P/V de NaOH	t <sub>1</sub> = 15 y 30
e <sub>2</sub> = "cenicero"	q <sub>2</sub> = 8 y 10% P/V de NaOH	t <sub>2</sub> = 30 y 60
	q <sub>3</sub> = 12% P/V de NaOH	t <sub>3</sub> = 60 y 120

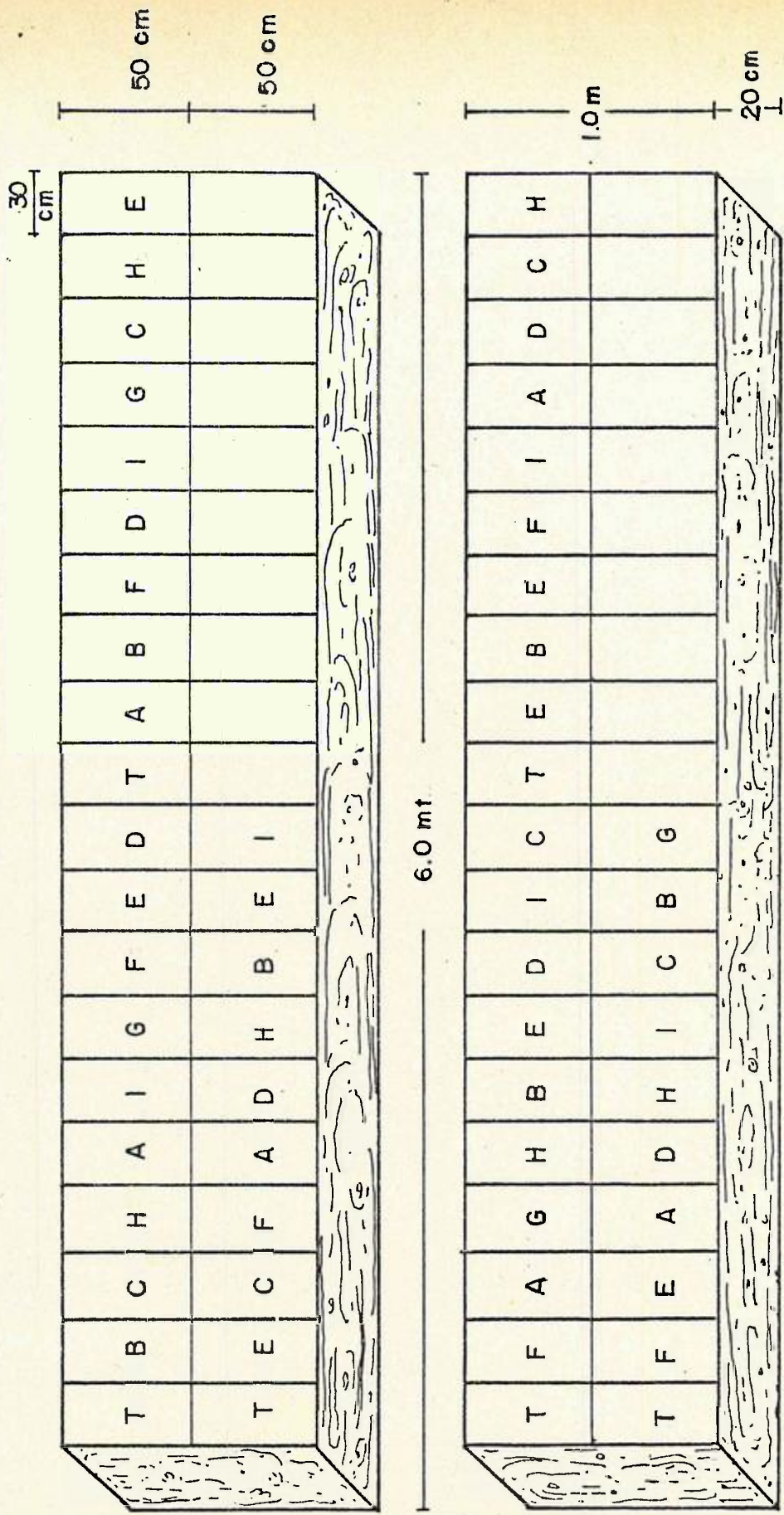
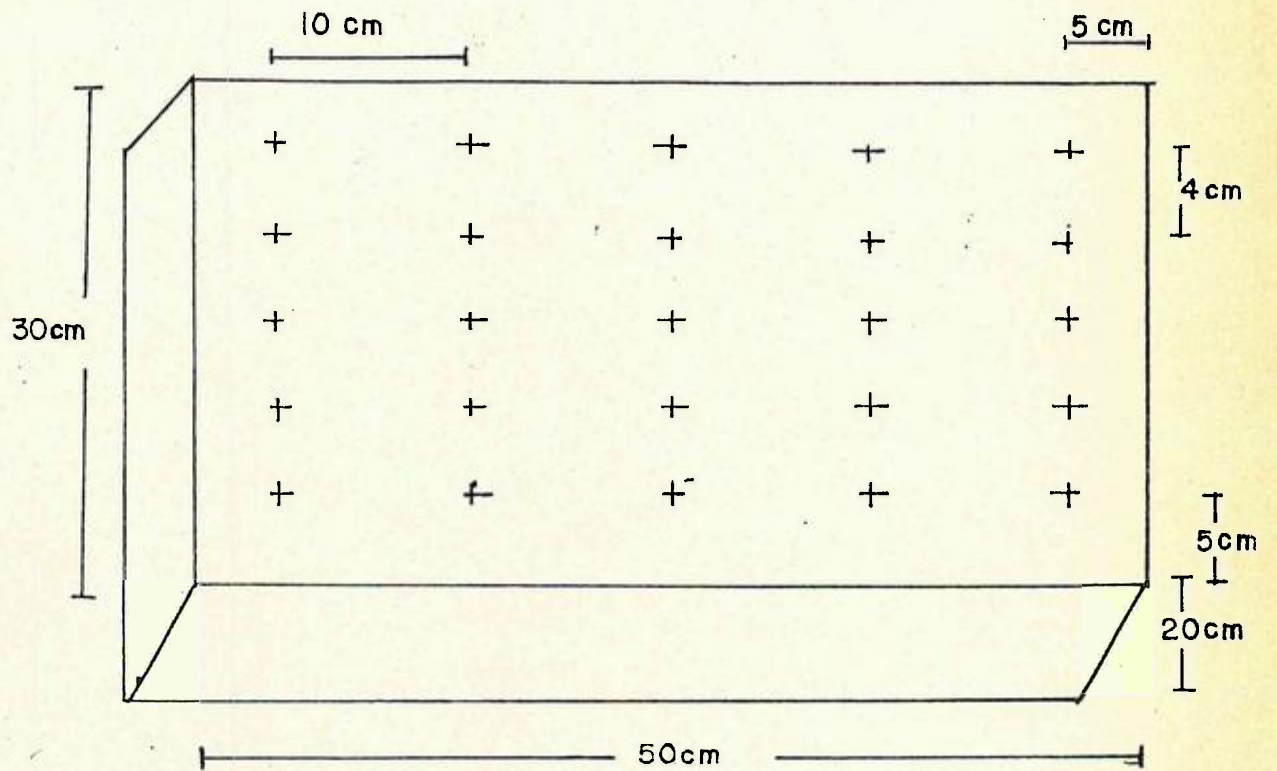


FIG. 1 DIMENSIONES DE LOS DOS CANTEROS Y LA DISTRIBUCION DE LOS SEMILLEROS ALEATORIAMENTE, EN SUS RESPECTIVOS BLOQUES.



+ = SEMILLA

FIG. 2 DIMENSION DEL SEMILLERO Y LA DISTRIBUCION DE LAS SEMILLAS.



## RESULTADOS

Con el estudio de la germinación de las dos especies forestales: Albizzia guachapele y Tectona grandis, a través de tratamientos con NaOH (P/V), más el testigo con tres repeticiones y trabajando con dos fases de siembra (época seca y de transición) y en dos altitudes diferentes (350 y 658 m s n m), se obtuvieron los resultados que a continuación se detallan, estos datos corresponden a porcentaje de germinación de un promedio de seis semanas.

En la Fase I a 350 m s n m para A. guachapele puede observarse en el Cuadro 2, el porcentaje parcial y el promedio de semillas germinadas, siendo el porcentaje promedio total de 36.23%. En los porcentajes parciales por tratamiento en las tres repeticiones se encontró que el tratamiento G (e2 4% 15 min) en donde "e" simboliza la especie en estudio, obtuvo el % más alto 53.3%; seguido del tratamiento A (e2 8% 30 min) con 46.6% y el I (e2 4% 30 min) con el 42.6%; el tratamiento más bajo fue el F (e2 12% 30 min) con 28.0%. Al comparar el resultado obtenido en los diferentes tratamientos respecto al T (testigo) se tiene que es de 22.6%. La Fig. 3 muestra los porcentajes promedios por tratamiento, en donde es evidente que el tratamiento G fue el más efectivo y en el testigo la germinación fue mínima.

Para T. grandis en la Fase I a 350 m s n m, los resul

tados porcentuales se expresan en el Cuadro 3, donde se observa que los valores más altos en su orden corresponden a los tratamientos G (el 8% 30 min) con 36%; D (el 8% 60 min) con 26.6% y A (el 10% 60 min) con 20%; por el contrario los más bajos corresponden a los tratamientos C (el 12% 30 min); I (el 12% 120 min), ambos con 9.3% y el testigo con sólo el 6.6% alcanzándose un porcentaje promedio total del 16.9%. Los porcentajes promedios de cada tratamiento respecto a la germinación se observan en la Fig. 4 en donde se tiene que el tratamiento G fue el mejor y siempre con el testigo se obtuvo un bajo porcentaje.

En la Fase I, a 658 m s n m en Albizzia guachapele, los porcentajes de germinación alcanzados se resumen en el Cuadro 4, correspondiendo los más altos a los tratamientos G (e2 4% 15 min) con 73.3%; D (e2 8% 60 min) con 70.66% y B (e2 12% 15 min) con 68%. Los porcentajes menores se encuentran en los tratamientos H (e2 8% 15 min) con 46.66%, C (e2 12% 60 min) con 57.33% y el testigo con 21.3%. Siendo el porcentaje promedio total de 58.33%

La Fig. 5, muestra la tendencia de la germinación de los diversos tratamientos, puede observarse que la diferencia de porcentajes entre los tratamientos B, D, G e I es mínima, y el testigo siempre con un bajo porcentaje.

Para *Tectona grandis*, el Cuadro 5 reporta que en la fase I a 658 msnm, el porcentaje promedio total de semillas germinadas fue de 6.4%; los mayores porcentajes se obtuvieron en los tratamientos G (el 8% 30 min) con 13.3% y A (el 10% 60 min) con 10.7% y los porcentajes menores en los tratamientos D (el 8% 60 min) con el 2.7% seguidos con el 4% de germinación, el testigo, el tratamiento I (el 12% 120 min) y C (el 12% 30 min). La Fig. 6 muestra los porcentajes promedios por tratamiento, en donde es evidente que los tratamientos G y A fueron los mejores y el D el menos eficiente, dándose el caso que el testigo es igual a C e I.

Con base al diseño de bloques al azar en arreglo factorial y contrastes ortogonales, en relación al total de semillas germinadas por cada unidad experimental de análisis de las dos especies tratadas, se obtuvieron los siguientes resultados para la Fase I.

En *Albizzia guachapele* a 350 msnm el total de semillas germinadas fue de 272, correspondiendo el mayor valor a los tratamientos G (el 4% 15 min) con 40, A (el 8% 30 min) con 35. Por otra parte los que resultaron más bajos fueron el F (el 12% 30 min) con 21, B (el 12% 15 min) con 23 y el T (testigo) con 17 (Cuadro 6).

Para la misma especie pero a 658 msnm, en el Cuadro 7, se reporta un total de 437 semillas germinadas, en don

de los mayores valores corresponden a los tratamientos G ( $e_2$  4% 15 min) con 55, B ( $e_2$  12% 15 min) con 51 y con 47 semillas germinadas los tratamientos F ( $e_2$  12% 30 min) e I ( $e_2$  4% 30 min). Los valores más bajos se obtuvieron para el tratamiento H ( $e_2$  8% 15 min) con 35, y el testigo con 16 semillas germinadas.

En el Cuadro 8, se presenta para Tectona grandis, a 350 m s n m un total de 127 semillas germinadas. Encontrándose los valores más altos con los tratamientos G ( $e_1$  8% 30 min) con 27 y D ( $e_1$  8% 60 min) con 20. Entre los valores más bajos están en los tratamientos I ( $e_1$  12% 120 min) y C ( $e_1$  12% 30 min) con 7 semillas germinadas cada uno y el T (testigo) con 5.

Para T. grandis, a 658 m s n m se reporta en el Cuadro 9, que el total de semillas germinadas fue de 48. Encontrándose el valor más alto en el tratamiento G ( $e_1$  8% 30 min) con 10 y los más bajos en el tratamiento D ( $e_1$  8% 60 min) y el T (testigo) con 2 semillas germinadas cada uno.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA) para A. guachapele a 350 m s n m, se reporta en el Cuadro 10, un valor de frecuencia calculada ( $F_c$ ) de 2.66 siendo un poco mayor que la frecuencia tabulada ( $F_t$ ) al 5% por tanto la  $F_c$  es significativa al 5%, pero no significativa al 1%, ya que su  $F_t$  es de 3.60.

Para Albizzia guachapele a 658 m s n m en el Cuadro 11, se reporta una frecuencia calculada ( $F_c$ ) de 10.09, siendo mayor que la frecuencia tabulada ( $f_t$ ) al 5% y al 1% de 2.46 y 3.60, respectivamente por lo tanto la  $F_c$  es altamente significativa al 1%.

De acuerdo al análisis de varianza para contrastes ortogonales, en el Cuadro 12 se reporta que a 350 m s n m en A. guachapele se obtuvo en el contraste  $C_1$  una  $F_c$  de 11.59 y una  $F_t$  al 5% de 4.41 y de 8.29 al 1%, lo que indica que la  $F_c$  es altamente significativa; el contraste  $C_3$  tiene una  $F_c$  de 9.18 y una  $F_t$  al 5% de 4.41 y 8.29 al 1%, siendo altamente significativa. Los contrastes  $C_2$  y del  $C_4$  al  $C_9$  no son significativos.

Para la misma especie a 658 m s n m se obtuvo en los contrastes  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  una  $F_c$  altamente significativa, siendo los valores para cada una de ellas 66.2, 14.4, y 8.66 que comparadas a una  $F_t$  al 5% y al 1% le corresponden los valores de 4.41 y 8.29. Los restantes contrastes desde el  $C_4$  al  $C_9$  no son significativas (Cuadro 13).

Con respecto al análisis de varianza para Tectona grandis a 350 m s n m. El Cuadro 14, detalla los valores encontrados, con una  $F_c$  de 16.87 siendo mayor que la frecuencia tabulada ( $F_t$ ) al 5% y al 1% de 2.46 y 3.60 respectivamente, lo que indica que la  $F_c$  es altamente significativa al 1%.

En el Cuadro 15, se reporta que a 658 m s n m , Tectona grandis obtuvo un valor de frecuencia calculada (Fc) de 12.93 siendo mayor que la frecuencia tabulada (Ft) al 5% y al 1% de 2.46 y 3.60 respectivamente, lo que indica que la Fc es altamente significativa al 1%.

Con base al análisis de varianza para contrastes ortogonales en el Cuadro 16, se reporta que en esta especie a 350 m s n m en la Fase I, se obtuvo en los contrastes  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  una Fc altamente significativa, siendo los valores en el orden correspondiente de 100.7, 17.8, 9.07 y 22.2, que comparadas a una Ft al 5% y al 1% le corresponden los valores de 4.41 y 8.28. Los restantes contrastes desde el  $C_5$  al  $C_9$  no son significativos.

Para la misma especie, pero a 658 m s n m , se determinó en los contrastes  $C_1$ ,  $C_3$  y  $C_7$  una Fc altamente significativa correspondiéndoles los valores de 34.32, 52.96 y 22.97 respectivamente, que comparados a una Ft al 5% y al 1% le corresponden los valores de 4.41 y 8.28. Los restantes contrastes  $C_2$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_8$  y  $C_9$  no son significativos (Cuadro 17).

En la Fase II, a 350 m s n m para Tectona grandis se obtuvo un porcentaje promedio total de semillas germinadas de 56.23% encontrándose valores altos en los tratamientos G (el 8% 30 min) con 90.6%, y A (el 10% 60 min) con 88.0%. Los va-

lores más bajos corresponden a los tratamientos H (el 12% 30 min), e I (e<sub>1</sub> 12% 120 min) ambas con el 22.6% y C (e<sub>1</sub> 12% 30 min) con el 29.3% (Cuadro 18). La tendencia de cada tratamiento con respecto a su porcentaje de germinación se observa en la Fig. 7 en donde los tratamientos A y G, son los más altos en relación a los demás. Puede observarse que ambos son casi similares; en cambio los valores más bajos corresponden a los tratamientos H e I con igual valor.

En la Fase II a 658 m s n m el porcentaje promedio total para Tectona grandis fue de 37.20% correspondiendo los datos más altos a los tratamientos F (el 12% 60 min) con el 56.0% y A (e<sub>1</sub> 10% 60 min) con el 54.66%. Por el contrario los porcentajes menores se obtuvieron en los tratamientos I (el 12% 120 min) con 21.33%, B (e<sub>1</sub> 8% 120 min) con el 26.6% y el T (testigo) con el 17.3% (Cuadro 19). En la Fig. 8 se representa la relación de los tratamientos respecto a los porcentajes de germinación, en donde se observa que los tratamientos F, A y E son los que alcanzaron mejores porcentajes de germinación en contraste con el tratamiento I y el T (testigo) que resultaron ser los más bajos.

En relación al total de semillas germinadas en la fase II para T. grandis, se reportan 422 a 350 m s n m. Correspondiendo los más altos valores a los tratamientos G (e<sub>1</sub> 8% 30 min) con 68 y A (e<sub>1</sub> 10% 60 min) con 66; por el contrario los más bajos fueron el H (e<sub>1</sub> 10% 120 min) y el I (e<sub>1</sub>

12% 120 min) con 17 cada uno (Cuadro 20).

En la misma fase, pero a 658 m s n m para Tectona grandis el Cuadro 21, muestra un total de 280 semillas germinadas, de las cuales el índice mayor corresponden a los tratamientos F (el 12% 60 min) con 43 y A (el 10% 60 min) con 41. Siendo me-  
nores los tratamientos I (el 12% 120 min) con 16, B (el 8% 120 min) con 20 y T (testigo) con 13 semillas germinadas.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA), para T. grandis en la fase II a 350 m s n m se obtuvo una frecuencia calculada ( $F_c$ ) de 16.06, siendo mayor que la  $F_t$  al 5% y al 1% de 2.26 y 3.60, lo que indica que la  $F_c$  es altamente - significativa (Cuadro 22).

El Cuadro 23, reporta para T. grandis en la misma fase a 658 m s n m una  $F_c$  de 5.03 la cual es mayor a la  $F_t$  al 5% que es de 2.46 y al 1% que es de 3.60; lo que denota que la  $F_c$  también es altamente significativa.

Los resultados obtenidos de los nueve contrastes orto-  
gonales se reportan en los Cuadros 24 y 25. El Cuadro 24 re-  
porta que a 350 m s n m se obtuvo en los contrastes  $C_1, C_3, C_4$   
y  $C_5$  una  $F_c$  altamente significativa, siendo los valores en  
el orden correspondiente de 879.0, 258.4, 22.4 y 87.11, que  
comparados a una  $F_t$  al 5% y al 1% le corresponden los valo-  
res de 4.41 y 8.29. El contraste  $C_2$  obtuvo una  $F_c$  de 6.17 que



comparada a una Ft al 5% y al 1% le corresponden los valores de 4.41 y 8.29, por tanto sólo es significativa al 5%. Los demás contrastes desde el  $C_6$  al  $C_9$  no son significativos.

El Cuadro 25, reporta que a 658 msn m para Tectona grandis, se obtuvo en los contrastes  $C_1$  y  $C_4$  una Fc altamente significativa, siendo sus valores en su orden de 29.24 y 12.89, que comparados a la Ft al 5% y al 1% le corresponden los valores de 4.41 y 8.29. Los restantes contrastes  $C_2, C_3$  y desde el  $C_5$  al  $C_9$  no son significativos.



CUADRO 2: PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS -  
DE Albizzia guachapele POR CADA TRATAMIENTO  
EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I, A  
350 msnm.

observ. % germinación  
Factor (B)

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			%
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	16%	36%	16%	22.6
A	e <sub>2</sub> 8 30	48%	56%	36%	46.6
B	e <sub>2</sub> 12 15	32%	28%	32%	30.6
C	e <sub>2</sub> 12 60	40%	36	24%	33.3
D	e <sub>2</sub> 8 60	20%	44%	44%	36.0
E	e <sub>2</sub> 4 60	28%	24%	48%	33.3
F	e <sub>2</sub> 12 30	20%	40%	24%	28.0
G	e <sub>2</sub> 4 15	64%	52%	44%	53.3
H	e <sub>2</sub> 8 15	36%	40%	32%	36.0
I	e <sub>2</sub> 4 30	44%	52%	32%	42.6
	% $\bar{X}$	34.8%	40.8%	33.2%	36.23

CUADRO 3: PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS DE Tectona grandis POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I, A 350 m s n m .

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			%
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	$\bar{X}$
T	% min	4%	4%	12%	6.6
A	e <sub>1</sub> 10 60	16%	28%	16%	20.0
B	e <sub>1</sub> 8 120	16%	12%	20%	16.0
C	e <sub>1</sub> 12 30	8%	12%	8%	9.3
D	e <sub>1</sub> 8 60	24%	32%	24%	26.6
E	e <sub>1</sub> 10 30	16%	20%	16%	17.3
F	e <sub>1</sub> 12 60	16%	16%	20%	17.3
G	e <sub>1</sub> 8 30	32%	40%	36%	36.0
H	e <sub>1</sub> 10 120	12%	12%	8%	10.6
I	e <sub>1</sub> 12 120	12%	8%	8%	9.3
	% $\bar{X}$	15.6%	18.4%	16.8%	16.9

CUADRO 4: PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I, A 658 m s n m EN Albizzia guachapele.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			%
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	$\bar{X}$
T	% min	20%	28%	16%	21.33
A	e <sub>2</sub> 8 30	60%	64%	56%	60.0
B	e <sub>2</sub> 12 15	64%	72%	68%	68.0
C	e <sub>2</sub> 12 60	68%	56%	48%	57.33
D	e <sub>2</sub> 8 60	72%	64%	76%	70.66
E	e <sub>2</sub> 4 60	56%	56%	68%	60.0
F	e <sub>2</sub> 12 30	64%	68%	56%	62.66
G	e <sub>2</sub> 4 15	92%	72%	56%	73.33
H	e <sub>2</sub> 8 15	52%	40%	48%	46.66
I	e <sub>2</sub> 4 30	68%	56%	64%	62.66
	% $\bar{X}$	61.6%	57.6%	55.6%	58.33

CUADRO 5: PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I A 658 m s n m EN Tectona grandis.

Observaciones		Repeticiones			%
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
Tratamientos		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	$\bar{X}$
T	% min	4%	0%	8%	4
A	e <sub>1</sub> 10 60	12%	4%	16%	10.7
B	e <sub>1</sub> 8 120	8%	4%	4%	5.33
C	e <sub>1</sub> 12 30	4%	4%	4%	4
D	e <sub>1</sub> 8 60	4%	4%	0%	2.7
E	e <sub>1</sub> 10 30	12%	4%	8%	8.0
F	e <sub>1</sub> 12 60	8%	8%	4%	6.7
G	e <sub>1</sub> 8 30	16%	12%	12%	13.3
H	e <sub>1</sub> 10 120	8%	4%	4%	5.33
I	e <sub>1</sub> 12 120	4%	4%	4%	4
	% $\bar{X}$	8%	4.8%	6.4%	6.4

CUADRO 6: TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I A 350 msnm EN Albizzia guachapele.

15=30  
30=60  
45=120

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			Total
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	4	9	4	17
A	e <sub>2</sub> 8 30	12	14	9	35
B	e <sub>2</sub> 12 15	8	7	8	23
C	e <sub>2</sub> 12 60	10	9	6	25
D	e <sub>2</sub> 8 60	5	11	11	27
E	e <sub>2</sub> 4 60	7	6	12	25
F	e <sub>2</sub> 12 30	5	10	6	21
G	e <sub>2</sub> 4 15	16	13	11	40
H	e <sub>2</sub> 8 15	9	10	8	27
I	e <sub>2</sub> 4 30	11	13	8	32
Total		87	102	83	272

CUADRO 7: TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS, DE LA FASE I A 658 m s n m EN Albizzia guachapele.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			Total
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	5	7	4	16
A	e <sub>2</sub> 8 30	15	16	14	45
B	e <sub>2</sub> 12 15	16	18	17	51
C	e <sub>2</sub> 12 60	17	14	12	43
D	e <sub>2</sub> 8 <sup>10</sup> 60	18	16	19	53
E	e <sub>2</sub> 4 60	14	14	17	45
F	e <sub>2</sub> 12 30	16	17	14	47
G	e <sub>2</sub> 4 <sup>10</sup> 15	23	18	14	55
H	e <sub>2</sub> 8 15	13	10	12	35
I	e <sub>2</sub> 4 30	17	14	16	47
Total		154	144	139	437

CUADRO 8: TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I A 350 m s n m EN Tectona grandis.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			Total
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	15	1	3	5
A	e <sub>1</sub> 10 60	4	7	4	15
B	e <sub>1</sub> 8 120	4	3	5	12
C	e <sub>1</sub> 12 30	2	3	2	7
D	e <sub>1</sub> 8 60	6	8	6	20
E	e <sub>1</sub> 10 30	4	5	4	13
F	e <sub>1</sub> 12 60	4	4	5	13
G	e <sub>1</sub> 8 30	8	10	9	27
H	e <sub>1</sub> 10 120	3	3	2	8
I	e <sub>1</sub> 12 120	3	2	2	7
Total		39	46	42	127



CUADRO 9: TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE I A 658 msnm EN Tectona grandis.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			Total
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	1	0	2	2
A	e <sub>1</sub> 10 60	3	1	4	8
B	e <sub>1</sub> 8 120	2	1	1	4
C	e <sub>1</sub> 12 30	1	1	1	3
D	e <sub>1</sub> 8 60	1	1	0	2
E	e <sub>1</sub> 10 30	3	1	2	6
F	e <sub>1</sub> 12 60	2	2	1	5
G	e <sub>1</sub> 8 30	4	3	3	10
H	e <sub>1</sub> 10 120	2	1	1	4
I	e <sub>1</sub> 12 120	1	1	1	3
Total		20	12	16	48

CUADRO 10: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR EN ARREGLO FACTORIAL EN: Albizzia guachapele, A 350 m s n m EN LA FASE I.

Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada 5% F.T. 1%
Tratamientos	9	139.20003	15.46667	2.66*	2.46 3.60
Repeticiones	2	20.0667	10.03335	1.726500 <sup>ns</sup>	3.55 6.01
Error	18	104.59997	5.8111094		
Total	29	263.8667	9.0988517		

* significativo al 5%
ns No significativo.

CUADRO 11: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR EN ARREGLO FACTORIAL EN: Albizzia guachapele, A 658 m s n m EN LA FASE I.

Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T.
Tratamientos	9	378.7	42.07	10.09 **	2.46 5%
Repeticiones	2	11.667	5.833	1.402 ns	3.55 1%
Error	18	74.99	4.166		
Total	29	465.366			

\*\* Altamente significativo al 1%

ns No significativo

CUADRO 12: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE CONTRASTES ORTOGONALES EN: Albizzia guachapele DE LA FASE I, A 350 m s n m

Con- tra- s- tes	Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada	F Tabulada 5% F.1.1%
	Tratamientos	9	139.20003	15.46667	2.6615692	2.46 3.60
C <sub>1</sub>	G, A, I, H, D, C, E Vrs. B, F, T	1	67.35873	67.35873	11.59	** 4.41 8.29
C <sub>2</sub>	B Vrs. F, T	1	3.555556	3.555556	0.61	ns 4.41 8.29
C <sub>3</sub>	G, A, I Vrs. H, D, C, E.	1	53.396825	53.396825	9.18	** 4.41 8.29
C <sub>4</sub>	H, D Vrs. C, E.	1	1.333333	1.333333	0.22	ns 4.41 8.29
C <sub>5</sub>	G Vrs. A, I.	1	9.388889	9.388889	1.61	ns 4.41 8.29
C <sub>6</sub>	A Vrs. I	1	1.5	1.5	0.25	ns 4.41 8.29
C <sub>7</sub>	H Vrs. D.	1	0	0	0	ns 4.41 8.29
C <sub>8</sub>	C Vrs. E.	1	0	0	0	ns 4.41 8.29
C <sub>9</sub>	F Vrs. T.	1	2.7826087	2.7826087	0.47	ns 4.41 8.29
	Error Experimental	18	104.59997	5.8111094		4.41 8.29
	Total	28				

\* Significativo al 5%  
 \*\* Altamente significativo al 1%  
 n. s No significativo.

CUADRO 13: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE CONTRASTES ORTOGONALES EN: Albizzia guachapele, A 658 m s n m EN LA FASE I.

Con- tras- tes.	Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
	Tratamientos	9	378.7	42.1	10.11**	2.51 3.71
C <sub>1</sub>	G, D, B, F, I, A, G, C, Vrs. H, T	1	276.03333	276.0333	66.26**	4.41 8.29
C <sub>2</sub>	H Vrs. T.	1	60.1666	60.1666	14.44**	4.41 8.29
C <sub>3</sub>	G, D, B, Vrs. F, I, A, E, C.	1	36.1	36.1	8.66**	4.41 8.29
C <sub>4</sub>	F, I, Vrs. A, E, C.	1	2.8444	2.8444	0.00068 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>5</sub>	F Vrs. I.	1	0.0000	0.0000	0.0000 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>6</sub>	A Vrs. E, C.	1	0.2222	0.2222	0.05 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>7</sub>	E Vrs. C.	1	0.6666	0.6666	0.16 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>8</sub>	G Vrs. D, B.	1	2.0	2.0000	0.48 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>9</sub>	D Vrs. B.	1	0.16666	0.16666	0.04 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
	Error Experimental	18	74.99	4.166		
	Total	28				

\*\* Altamente significativo a 1%      ns No significativo.

CUADRO 14: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE BLOQUES  
 AL AZAR EN ARREGLO FACTORIAL EN Tectona grandis, A  
 350 m s n m EN LA FASE I.

Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
Tratamiento	9	136.7	15.188889	16.876543 <sup>**</sup>	2.46 3.60
Repeticiones	2	2.46667	1.233335	1.3703722 <sup>ns</sup>	3.55 6.01
Error	18	16.2	0.9		
Total	29	155.36667			

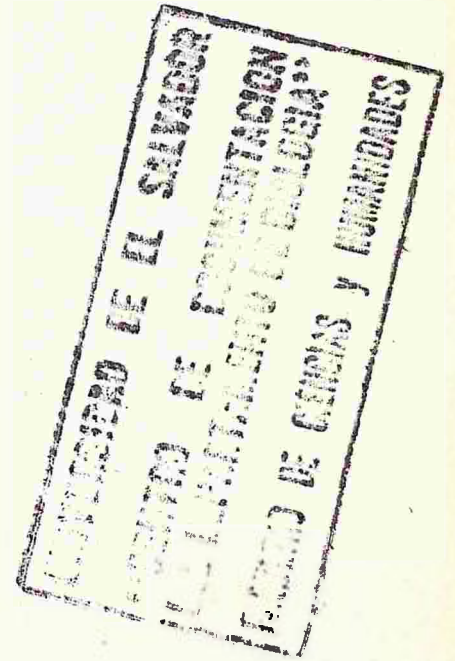
\*\* Altamente significativo al 1%

ns No significativo.

CUADRO 15: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA EL DISEÑO DE BLOQUES AL -  
 AZAR EN ARREGLO FACTORIAL EN Tectona grandis, A 658 m s n m  
 EN LA FASE I.

Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
Tratamientos	9	20.70	2.3	12.93 **	2.46 3.60
Repeticiones	2	10.5	5.25	29.544 **	3.55 6.01
Error	18	3.2	0.1777		
Total	29	34.4	1.186		

\*\* Altamente significativo al 1%



CUADRO 16: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA EL DISEÑO DE CONTRASTES -  
ORTOGONALES EN: Tectona grandis A 350 m s n m EN LA FASE I.

Con- tras- tes	Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
	Tratamientos	9	136.7	15.188889	16.8 **	2.46 3.60
C <sub>1</sub>	G, D, A Vrs. E, F, B, H, I, C, T	1	90.668254	90.668254	100.7 **	4.41 8.28
C <sub>2</sub>	G, D Vrs. A.	1	16.05556	16.05556	17.8 **	4.41 8.28
C <sub>3</sub>	G Vrs. D.	1	8.1666667	8.1666667	9.07 **	4.41 8.28
C <sub>4</sub>	E, F, B Vrs. H, I, C, T.	1	20.003968	20.003968	22.2 **	4.41 8.28
C <sub>5</sub>	E, F Vrs. B.	1	0.222222	0.222222	0.24 ns	4.41 8.28
C <sub>6</sub>	E Vrs. F.	1	0	0	0 ns	4.41 8.28
C <sub>7</sub>	H, I, C Vrs. T.	1	1.361111	1.361111	1.51 ns	4.41 8.28
C <sub>8</sub>	H, I Vrs. C	1	0.0555555	0.0555555	0.06 ns	4.41 8.28
C <sub>9</sub>	H Vrs. I.	1	0.1666666	0.1666666	0.18 ns	4.41 8.28
	Error Experimental	18	16.2	0.9		
	Total	28				

\*\* Altamente significativo a 1% ns no significativo.



CUADRO 17: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA EL DISEÑO DE CONTRASTES -  
ORTOGONALES EN Tectona grandis A 658 m s n m EN LA FASE I.

Con- tras tes	Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
	Tratamientos	9	20.70	2.3	13.529 **	2.46 3.60
C <sub>1</sub>	G, A, E, F, B, H, C, I Vrs. D, T.	1	6.075	6.075	34.32 **	4.41 8.28
C <sub>2</sub>	D Vrs T.	1	0	0	0.0 ns	4.41 8.28
C <sub>3</sub>	G, A, E, F Vrs. B, H, C, I.	1	9.375	9.375	52.96 **	4.41 8.28
C <sub>4</sub>	C Vrs. I.	1	0	0	0.0 ns	4.41 8.28
C <sub>5</sub>	H Vrs. C.	1	0.16666	0.16666	0.93753 <sup>ns</sup>	4.41 8.28
C <sub>6</sub>	B Vrs I	1	0.16666	0.16666	0.93753 <sup>ns</sup>	4.41 8.28
C <sub>7</sub>	G, A Vrs. E, F.	1	4.08333	4.08333	22.97 **	4.41 8.28
C <sub>8</sub>	G Vrs. A -	1	0.66666	0.66666	3.7501 <sup>ns</sup>	4.41 8.28
C <sub>9</sub>	E Vrs. F	1	0.16666	0.16666	0.93753 <sup>ns</sup>	4.41 8.28
	Error Experimental.	18	3.2	0.17777		
	Total	28				

\*\* Altamente significativo a 1%

ns No significativo.

CUADRO 18: PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS PARA CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS A 350 m s n m EN LA FASE II EN Tectona grandis.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			%
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	$\bar{X}$
T	% min	44%	40%	40%	41.3%
A	e <sub>1</sub> 10 60	76%	16%	92%	88.0%
B	e <sub>1</sub> 8 120	68%	44%	56%	56.0%
C	e <sub>1</sub> 12 30	36%	28%	24%	29.3%
D	e <sub>1</sub> 8 60	56%	76%	76%	69.3%
E	e <sub>1</sub> 10 30	68%	80%	64%	70.6%
F	e <sub>1</sub> 12 60	56%	60%	100%	72.0%
G	e <sub>1</sub> 8 30	100%	84%	88%	90.6%
H	e <sub>1</sub> 10 120	24%	20%	24%	22.6%
I	e <sub>1</sub> 12 120	24%	20%	24%	22.6%
	% $\bar{X}$	55.2%	54.8%	58.8%	56.23%

CUADRO 19: PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE II A 658 m s n m EN - Tectona grandis.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			%
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	$\bar{X}$
T	% min	8%	20%	24%	17.33
A	e <sub>1</sub> 10 60	48%	40%	76%	54.66
B	e <sub>1</sub> 8 120	20%	32%	28%	26.66
C	e <sub>1</sub> 12 30	36%	32%	48%	38.66
D	e <sub>1</sub> 8 60	36%	32%	52%	40.0
E	e <sub>1</sub> 10 30	56%	48%	40%	48.0
F	e <sub>1</sub> 12 60	48%	72%	48%	56.0
G	e <sub>1</sub> 8 30	28%	44%	32%	34.66
H	e <sub>1</sub> 10 120	32%	24%	48%	34.66
I	e <sub>1</sub> 12 120	28%	16%	20%	21.33
	% $\bar{X}$	34.0%	36.0%	41.6%	37.20%

CUADRO 20: TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS DURANTE LA II FASE DE SIEMBRA, POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS DE LA FASE II A 350 m s n m EN Tectona grandis.

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			Total
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	11	10	10	31
A	e <sub>1</sub> 10 60	19	24	23	66
B	e <sub>1</sub> 8 120	17	11	14	42
C	e <sub>1</sub> 12 30	9	7	6	22
D	e <sub>1</sub> 8 60	14	19	19	52
E	e <sub>1</sub> 10 30	17	20	16	53
F	e <sub>1</sub> 12 60	14	15	25	54
G	e <sub>1</sub> 8 30	25	21	22	68
H	e <sub>1</sub> 10 120	6	5	6	17
I	e <sub>1</sub> 12 120	6	5	6	17
Total		138	137	147	422

CUADRO 21: TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS EN Tectona grandis, EN LA FASE II A 658 m s n m

Observaciones Tratamientos		Repeticiones			Total
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
T	% min	2	5	6	13
A	e <sub>1</sub> 10 60	12	10	19	41
B	e <sub>1</sub> 8 120	5	8	7	20
C	e <sub>1</sub> 12 30	9	8	12	29
D	e <sub>1</sub> 8 60	9	8	13	30
E	e <sub>1</sub> 10 30	14	12	10	36
F	e <sub>1</sub> 12 60	12	18	13	43
G	e <sub>1</sub> 8 30	7	11	8	26
H	e <sub>1</sub> 10 120	8	6	12	26
I	e <sub>1</sub> 12 120	7	4	5	16
Total		85	90	105	280

CUADRO 22: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE BLOQUES AL -  
 AZAR EN ARREGLO FACTORIAL EN Tectona grandis A 350 msnm  
 EN LA FASE II.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad G. L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados medios C.M.	F Calcuñada F.C.	F Tabuñada 5%	F Tabuñada 1%
Tratamientos	9	1129.2	125.46667	16.06**	2.46	3.60
Repeticiones	2	6.0667	3.03335	0.3883 <sup>ns</sup>	3.55	6.01
Error	18	140.6	7.81111			
Total	29	1275.8667				

\*\* Altamente significativo al 1%

ns. No significativo.

CUADRO 23: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE BLOQUES AL

AZAR EN ARREGLO FACTORIAL EN: Tectona grandis, A 658

m s n m EN LA FASE II.

Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada 5%	F Tabulada 1%
Tratamientos	9	301.3366	33.49	5.03**	2.46	3.60
Repeticiones	2	21.67	10.8	ns	3.55	6.01
Error	18	119.63	6.646			
Total	29	442.666				

\*\* Altamente significativo al 1%

ns No significativo

CUADRO 24: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA EL DISEÑO DE CONTRASTES ORTOGONALES  
EN Tectura grandis A 350 m s n m EN LA FASE II.

Con- tras- tes	Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
	Tratamientos	9	1129.2	125.4666	139.4 **	2.46 3.60
C <sub>1</sub>	G, A, F, E, D, B, T Vrs. C, H, T	1	791.168254	791.16825	879.0 **	4.41 8.29
C <sub>2</sub>	C Vrs. H, I.	1	5.5555556	5.5555556	6.17 *	4.41 8.29
C <sub>3</sub>	G, A, F, E, D Vrs. B, T.	1	232.57619	232.57619	258.4 **	4.41 8.29
C <sub>4</sub>	B Vrs. T.	1	20.166667	20.166667	22.4 **	4.41 8.29
C <sub>5</sub>	G, A, Vrs. F, E, D.	1	78.4	78.4	87.11 **	4.41 8.29
C <sub>6</sub>	F Vrs. E, D.	1	0.5	0.5	0.55 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>7</sub>	E Vrs. D.	1	0.1666	0.1666	0.18 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>8</sub>	G Vrs. A.	1	0.6666	0.6666	0.74 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
C <sub>9</sub>	H Vrs. F.	1	0	0	0 <sup>ns</sup>	4.41 8.29
	Error Experimental	18	16.2	0.9		
	Total	28				

\* Significativo  
al 5%

\*\* Altamente signifi-  
cativo al 1%

ns No significativo.



CUADRO 25: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA), PARA EL DISEÑO DE CONTRASTES ORTOGONALES EN Tectona grandis, a 658 m s n m EN LA FASE II.

Con- tras- tes.	Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculada F.C.	F Tabulada F.T. 5% 1%
	Tratamientos	9	301.3366	33.48	5.03 *	2.46 3.60
C <sub>1</sub>	F, A, E, D, C, G, H Vrs. B, I, T	1	194.444	194.444	29.24 **	4.41 8.29
C <sub>2</sub>	B Vrs. I, T.	1	6.722	6.722	1.01 ns	4.41 8.29
C <sub>3</sub>	I Vrs. T.	1	1.5000	1.5000	0.226 ns	4.41 8.29
C <sub>4</sub>	F, A, E Vrs. D, C, G, H.	1	85.7500	85.7500	12.89 **	4.41 8.29
C <sub>5</sub>	D, C Vrs. G, H	1	4.0833	4.0833	0.614 ns	4.41 8.29
C <sub>6</sub>	F, A Vrs. E.	1	8.0000	8.0000	1.20 ns	4.41 8.29
C <sub>7</sub>	F Vrs. A.	1	0.6666	0.6666	0.10 ns	4.41 8.29
C <sub>8</sub>	D Vrs. C.	1	0.1666	0.1666	0.025 ns	4.41 8.29
C <sub>9</sub>	G Vrs. H.	1	0.000	0.000	0.000 ns	4.41 8.29
	Error Experimental	18	119.63	6.65		
	Total	28				

\*\* Altamente significativo al 1% ns No significativo.

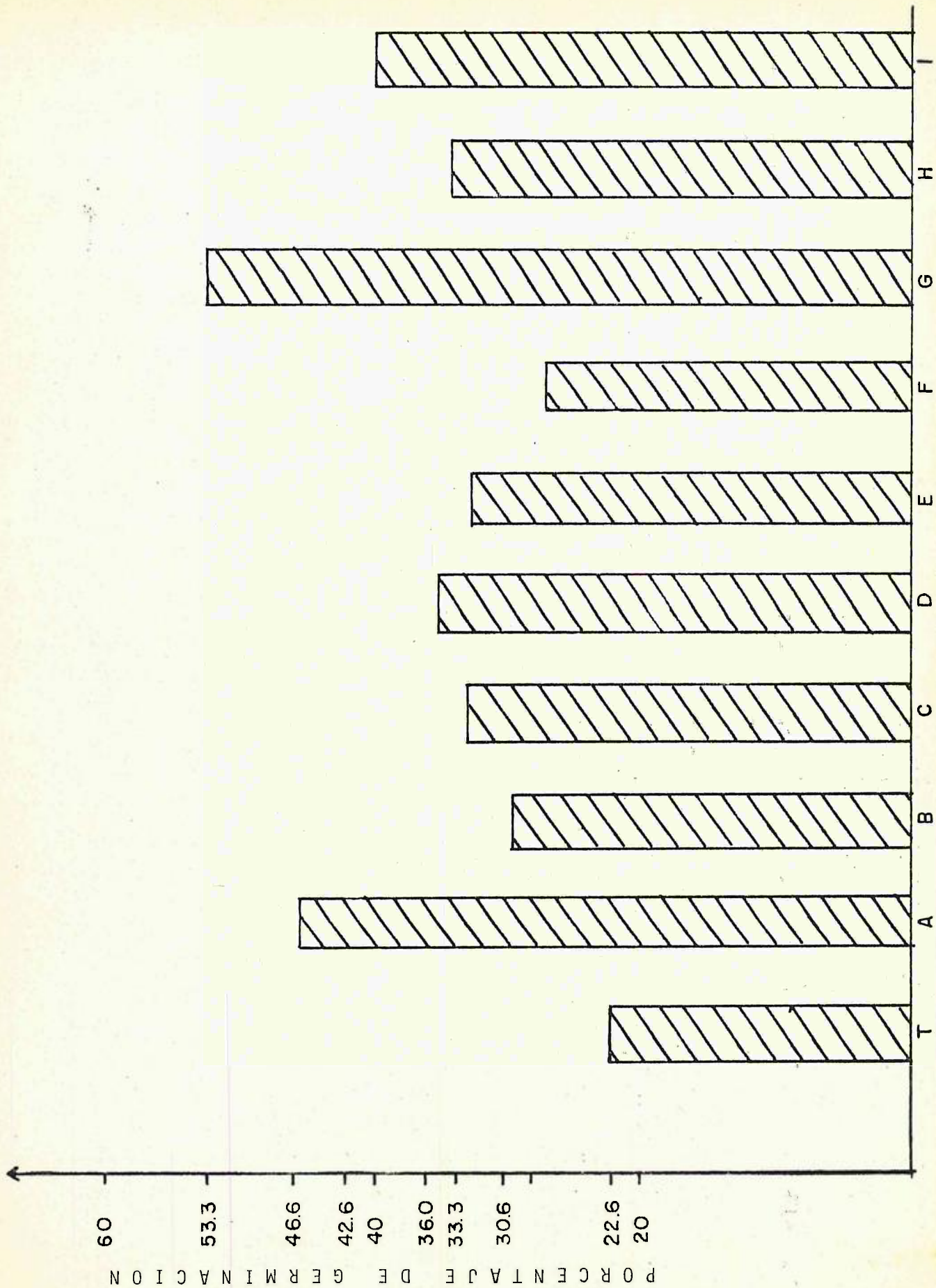


FIG.3 PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS, EN Albizzia guachapele A 350 msmm EN LA FASE I.

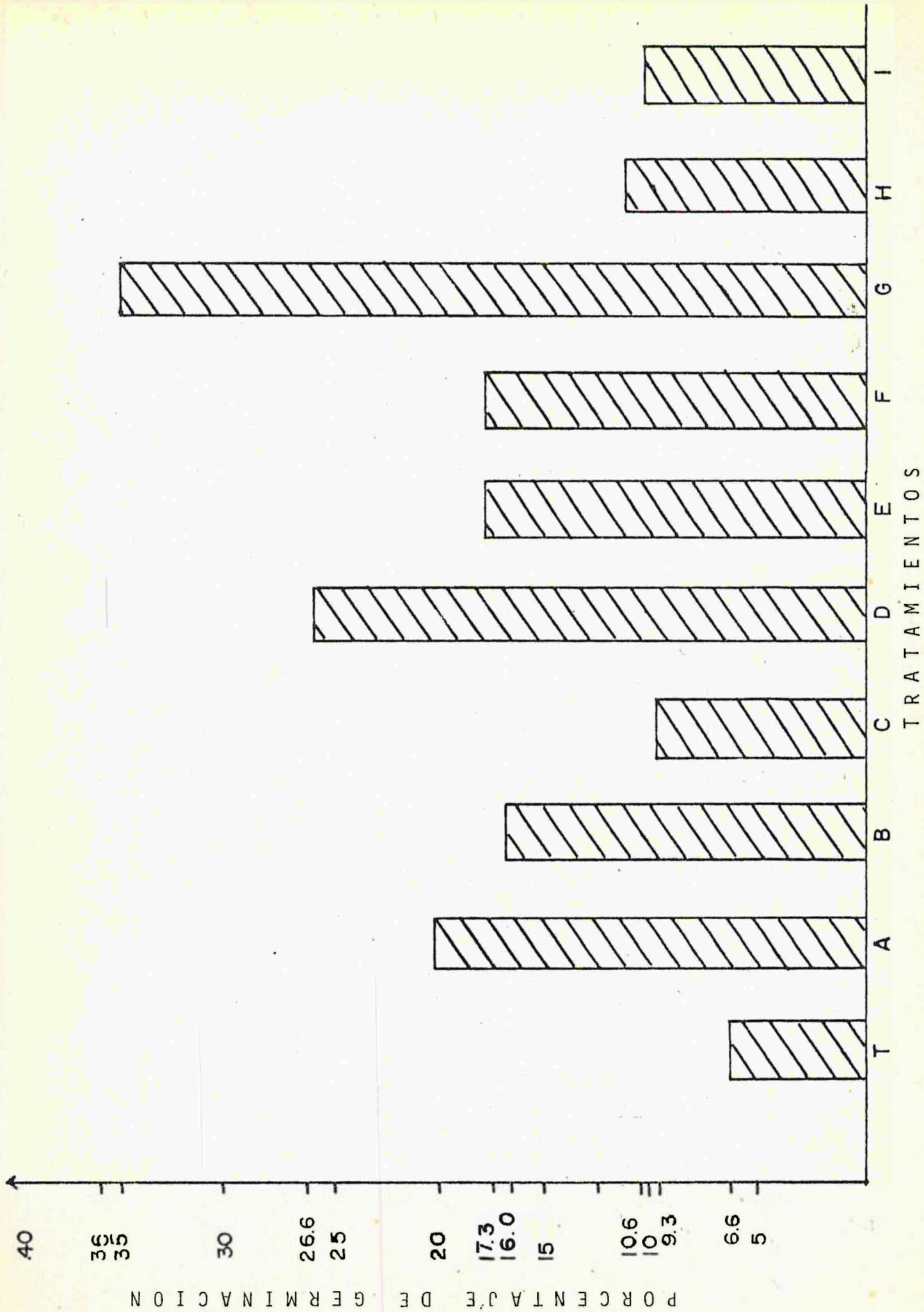


FIG. 4 PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN CADA SEMILLERO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS, EN Tectona grandis A 350 msm EN LA FASE I.

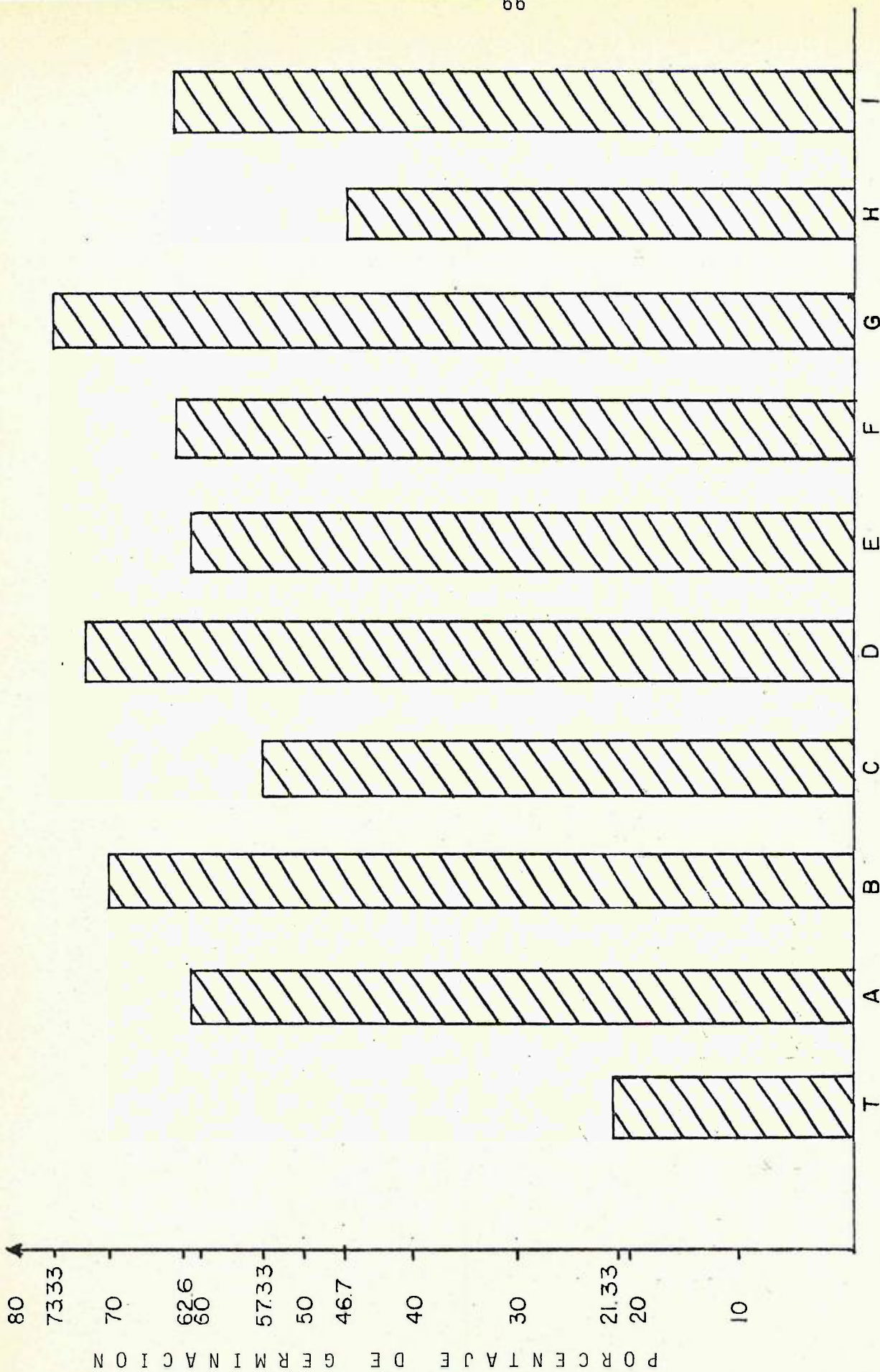
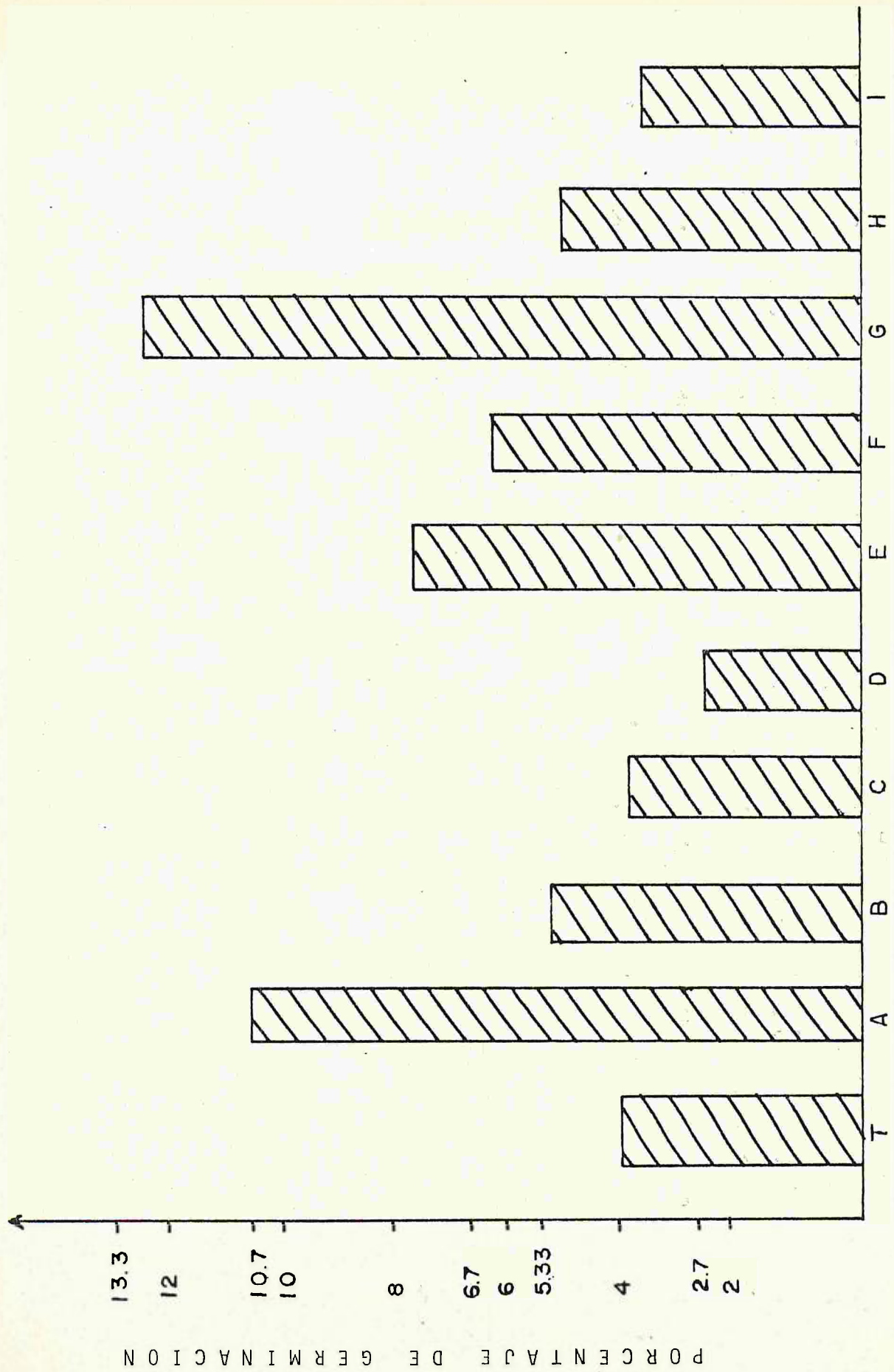
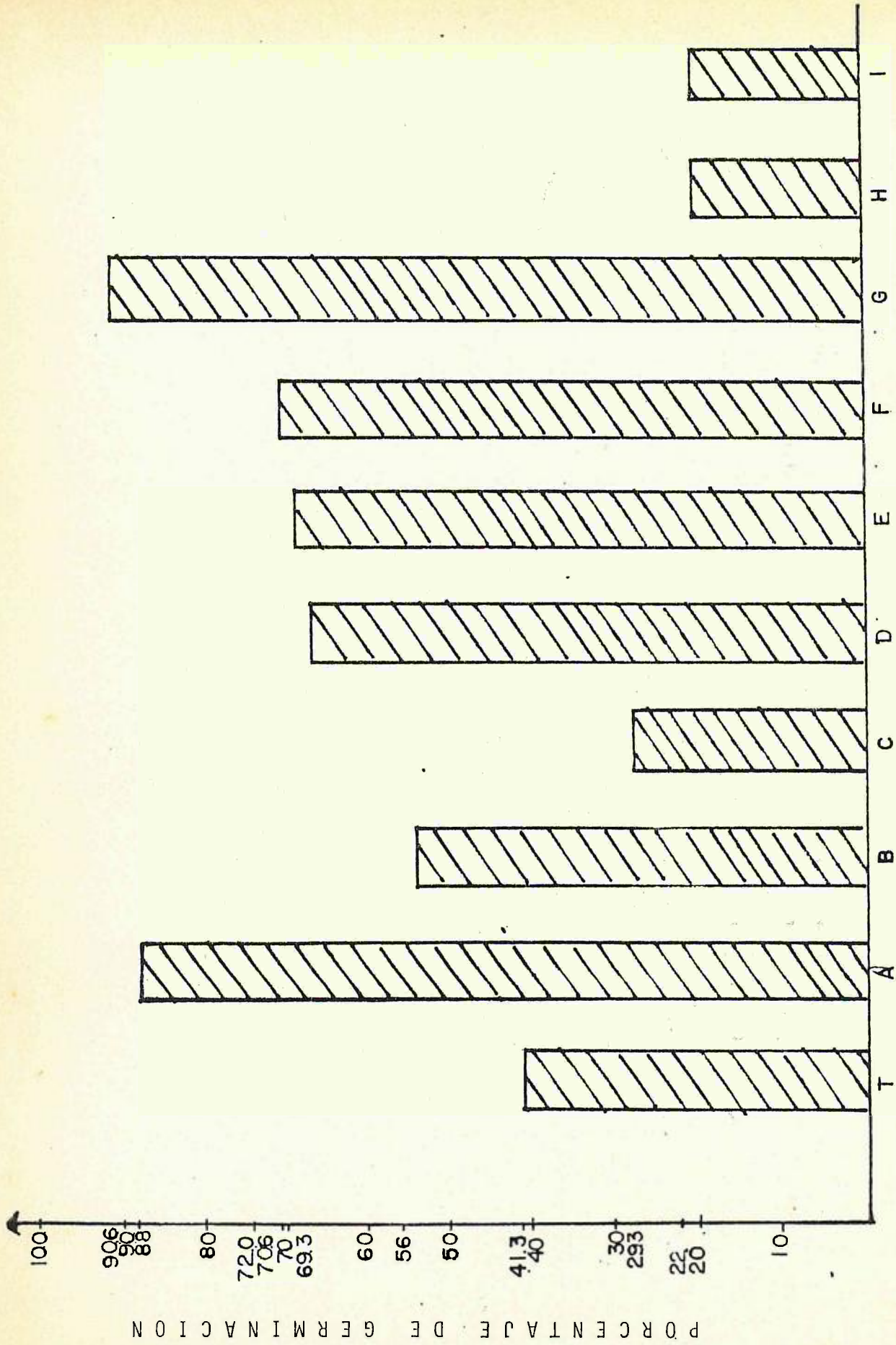


FIG. 5 PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS EN Albizzia guachapele A 658 msnm EN LA FASE I.



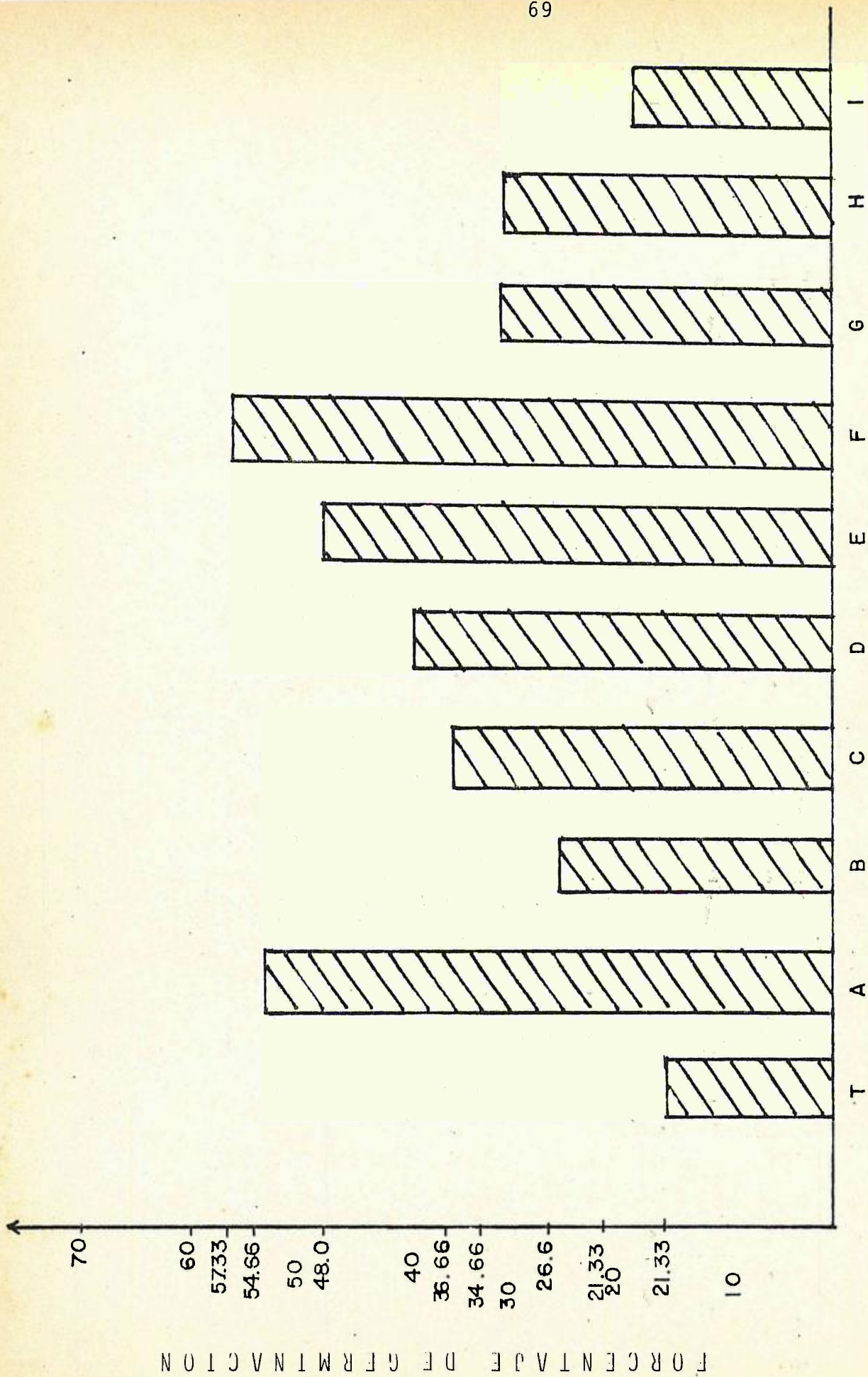
## TRATAMIENTOS

FIG. 6 PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS EN *Tectona grandis* A 658 msnm EN LA FASE I.



TRATAMIENTOS

FIG. 7 PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS EN Tectona grandis A 350 msnm EN LA FASE II.



## TRATAMIENTOS

FIG. 8 PORCENTAJE PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR CADA TRATAMIENTO EN UN PERIODO DE 6 SEMANAS EN Tectona grandis A 658 msnm EN LA FASE II.

PORCENTAJE DE GERMINACION

## DISCUSION

Con base a los resultados obtenidos con respecto a los tratamientos de escarificación química con Hidróxido de Sodio (NaOH) P/V , se determinó el tratamiento más efectivo en la inducción de la germinación en las semillas de cada una de las dos especies estudiadas con el propósito de lograr mayores porcentajes de germinación.

Para Albizzia guachapele a 350 msnm, el tratamiento G (4% 15 min) fue el más efectivo, obteniéndose un 53.3%, que resultó ser inferior al alcanzado por Cabezas de Mayorga, (Comunicación Personal), quien utilizando Acido Clorhídrico (HCL) al 4%, por 120 minutos y a una altitud de 460 msnm obtuvo el 80% de germinación. Esta diferencia podría deberse al químico utilizado, grado de post-maduración de la semilla y a la altitud.

Con respecto al análisis estadístico de contrastes ortogonales para la misma especie y a la misma altura, se determinó que los tratamientos G, A, I, H, C y E son altamente significativos con respecto a los tratamientos B, F y el testigo. Pero entre los mejores sobresalen los tratamientos G (4% 15 min), A (8% 30 min) e I (4% 30 min) que resultan ser altamente significativos en relación a los otros tratamientos, por lo que se considera que son adecuados para utilizarar



los en la inducción de la germinación de ceníbero" a alturas de 350 msnm.

En la misma especie, pero a 658 msn m también el tratamiento G (4% 15 min) resultó ser el mejor, ya que se obtuvo un 73.3%, valor también inferior al anteriormente citado, por Cabezas de Mayorga, pero superior al obtenido por Rosales - (Comunicación Personal), que utilizando el método de estratificación (inmersión de las semillas en agua), a 96°C por un minuto y a una altura de 658 msn m, obtuvo el 60% de germinación. Esta diferencia podría deberse a factores tales como: la naturaleza del químico y el método utilizado, calidad de la semilla, altitud o a la época de siembra.

Con respecto al análisis estadístico, se demostró que los tratamientos G, D, B, F, I, A, E y C son altamente significativos con respecto a los tratamientos H y el testigo. Resultando que los tres primeros son altamente significativos en relación al F, I, A, E y C. Por lo tanto los tratamientos que resultaron ser mejores G (4% 15 min), D (8% 60 min) y B (12% 15 min) pueden ser convenientemente utilizados para estimular la germinación en "ceníbero" a 658 msnm.

Al comparar los porcentajes promedio para ambas altitudes, se tiene que a 350 msn m se obtuvo el 36.2% y a 658 msn m el 58.3%. Es de notar que esta diferencia po-

dría ser un indicador de que la altitud influye en cierto grado, así como también el tipo de suelo, temperatura ambiental, y la humedad relativa.

En este trabajo, el tratamiento más efectivo para Albizzia guachapele, en ambas altitudes fue el G (4% 15 min), alcanzando a 350 msnm el 53.3% y a 658 msnm el 73.3%, por lo tanto la diferencia en los porcentajes de germinación, probablemente sea consecuencia de la diferencia de altura. Pero en términos generales este tratamiento fue el mejor, lo que podría deberse a la baja concentración utilizada y al menor tiempo de exposición en el químico. De los resultados obtenidos en este trabajo, se deduce en general, que a mayores concentraciones y tiempo de exposición, los porcentajes de germinación en esta especie decrecen, ya que a 350 msnm, el tratamiento menos eficiente fue el F (12% 30 min) con 28.0% de germinación y a 658 msnm el menor fue de 46.6%, correspondiendo al tratamiento H (8% 15 min).

Para Tectona grandis en la primera fase a 350 msnm realizada entre los meses de Diciembre y Enero, se obtuvo un bajo porcentaje total promedio de germinación, siendo de 16.9%. Entre los factores que pudieron influir, probablemente sean: humedad relativa, altitud, temperatura, el estado de post-maduración de las semillas, el tipo de suelo, etc. Esto concuerda con los resultados obtenidos en esta

misma época por Cabezas de Mayorga, (Comunicación Personal) a 460 msn m, utilizando el tratamiento de remojo y secado altern0, durante cinco días, en el que obtuvo hasta el 20% de germinación. El porcentaje más alto para este trabajo lo alcanzó el tratamiento G (8% 30 min) con 36.0%.

Mediante el análisis estadístico, se determinó que en la primera fase, los tratamientos G, D y A son altamente significativos con respecto a los tratamientos E, F, B, H, I, C y el testigo, pero al comparar estos resulta que G (8% 30 min) es altamente significativo en relación con A (10% 60 min) y el D (8% 60 min). Al analizar las concentraciones de éstos se tiene que el G y el D corresponden a concentraciones bajas del 8% por lo que en la diferencia de resultados probablemente el tiempo de exposición sea el determinante, en este caso la diferencia del tiempo fue de 30 min.

Respecto a los restantes tratamientos, se supone que el incremento en concentraciones y tiempo acelera el rompimiento de los enlaces de celulosa de la testa de la semilla, que en consecuencia podría dañar el embrión e inhibir procesos enzimáticos (Castro, Comunicación Personal)\*.

En la primera fase Tectona grandis a 658 msn.m. alcanzó un porcentaje prometio total de 6.4%, que resultó ser

---

\* Castro, G. E. 1989. Instituto Tecnológico Centroamericana  
cano, Ministerio de Educación de El Salvador.

inferior al obtenido a 350 m s n m y que contrasta con el obtenido por Menéndez Graniello y Rugamas Estupinián (1989) que fue del 32.0% en la misma época y a 675 m s n m utilizando siempre NaOH al 4% por 120 minutos. El mejor porcentaje de germinación para Tectona grandis a esta altitud lo alcanzó el tratamiento G (8% 30 min) con el 13.3%, valor también inferior al citado anteriormente.

Esta diferencia puede deberse al efecto de algunos factores tales como: diferencia en grado de post-maduración de la semilla, altitud, temperatura, tiempo, pero principalmente la humedad, ya que ensayos realizados por Apichart (1986) en Tailandia, durante la época más seca de la estación lluviosa, en condiciones de vivero, obtuvo resultados tan bajos como del 20%. Además encontró que bajo las mismas condiciones la germinación puede ser mejorada hasta el 50%, por humedecimiento del piso del vivero, para incrementar la humedad tanto del suelo como la del aire.

Los análisis estadísticos mostraron que los tratamientos G, A, E, F, B, H, C e I son altamente significativos respecto a los tratamientos D y el testigo. Pero entre los mejores sobresalen los tratamientos G (8% 30 min) y el A (10% 60 min) que son altamente significativos sobre los demás.

Al analizar los resultados de germinación para ambas

altitudes en la fase uno, se tiene, que a 350 msnm, se obtuvo mayor porcentaje promedio total con una diferencia de 10.5%. Esto podría ser principalmente consecuencia de la diferencia de altitud, que es de 308 msnm, temperatura, tipo de suelo y a la edad de las semillas.

En cuanto a los tratamientos más significativos para esta fase de siembra fueron el G (8% 30 min), el O (8% 60 min) a 350 msnm, y el G (8% 30 min) a 658 msnm. Entre éstos el tratamiento G, fue el más efectivo para ambas altitudes.

En la segunda fase, realizada entre los meses de Abril y Mayo con Tectona grandis a 350 msnm, se obtuvo un porcentaje promedio de germinación a las seis semanas del 56.2%, correspondiendo el mayor porcentaje al tratamiento G (8% 30 min) con el 90.6%; Cabezas de Mayorga (Comunicación Personal) reporta que utilizando también NaOH al 4% por tres horas y a 460 msnm obtuvo a las seis semanas, un promedio de germinación del 87% entre los meses de Marzo-Abril valor que es superior al promedio reportado en este trabajo; pero infe--rior al porcentaje obtenido por el mejor tratamiento (G). La misma persona reporta también, que aplicando el tratamiento de inmersión en agua con secado alterno y a temperatura ambiente, en donde las semillas se exponen en agua por 12 horas, durante la noche y 12 horas sol por espacio de 3 a 5 días obtuvo un porcentaje de germinación menor del 50% a

460 m s n m en los meses de Agosto-Septiembre. Fajardo Lima (Comunicación Personal) reporta que usando el mismo tratamiento (remojo en agua y secado alterno durante 3 días) a una altitud de 250 m s n m y en la misma época obtuvo hasta un 65% de semillas germinadas, valores que resultan ser menores a los obtenidos por los mejores tratamientos reportados para este trabajo. Esta diferencia podría estar relacionada principalmente con la altitud, temperatura, humedad relativa y al estado de post-maduración de las semillas.

Aplicando el análisis estadístico se determinó que los tratamientos G, A, F, E, D, B y el testigo son altamente significativos con respecto a los tratamientos C, H, e I, pero entre éstos sobresalen el G (8% 30 min) y el A (10 % 60 min) que resultaron ser altamente significativos sobre todo los restantes tratamientos.

Respecto a los dos mejores tratamientos, existe en general, relación entre las variables concentración y tiempo, ya que en el caso del tratamiento G, se tiene una concentración baja (8%) y tiempo bajo (30 min) y para el tratamiento A, (10% 60 min) con concentración y tiempo intermedio. Por lo tanto para fines de propagación de esta especie, resulta adecuado la aplicación de estos dos tratamientos, en especial el G a 350 m s n m.

A 658 m s n m en la misma fase, se alcanzó un porcentaje de germinación promedio total de 37.2%, siendo más alto el tratamiento F (12% 60 min) con el 56.0%. Rosales (Comunicación Personal) en ensayos realizados en esta misma época y altitud, utilizando el tratamiento de remojo en agua corriente y secado alternos por un tiempo de 15 días obtuvo un promedio del 50% de semillas germinadas, resultado que es levemente inferior al mejor tratamiento reportado en este trabajo. Esta diferencia posiblemente se deba al método utilizado, grado de post-maduración y a la humedad relativa.

En relación al análisis estadístico, se determinó que los tratamientos F, A, E, D, C, G y H son altamente significativos con respecto a los tratamientos B, I y el testigo; pero entre los mejores sobresalen los tratamientos F (12% 60 min), el A (10% 60 min) y el E (10% 30 min) que resultan ser altamente significativos sobre los demás tratamientos; en relación a los tratamientos más efectivos, se tiene que el F posee concentración alta y tiempo medio el A y el E, que concuerdan en concentración y están correlacionadas en tiempo por lo que se puede inferir que las concentraciones del 10% y 12% son adecuados al combinarse con tiempos de 30 min y 60 min; pero de los resultados obtenidos en este trabajo no se obtienen buenos resultados a 120, ya que probablemente destruya el embrión y en consecuencia afectar los

procesos enzimáticos. Por tanto para mejorar los porcentajes de germinación a 658 m snm se podrían utilizar los tratamientos F, A y E.

Al comparar los porcentajes de germinación promedio totales para esta fase en ambas altitudes, se obtuvo mejor resultado a 350 m snm asimismo respecto a los tratamientos aplicados. El tratamiento A (10% 60 min) mostró buenos resultados en ambas altitudes, lo mismo que los tratamientos G (8% 30 min) a 350 m snm y el F (12% 60 min) y E (10% 30 min) a 658 m snm por lo que se puede deducir, que existen factores determinantes además de la concentración y el tiempo de exposición sobre la germinación de esta especie, los cuales podrían estar relacionados con factores intrínsecos como: que la semilla esté normalmente constituida, esté madura y que el embrión esté vivo y extrínsecos como: humedad, aporte de  $O_2$  adecuado y temperatura favorable (Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología 1976).

Al comparar los resultados porcentuales promedio totales para ambas fases y para cada altitud, se tiene que a 350 m snm una diferencia de 39.3% y de 30.8% a 658 msnm. Puede notarse que la época de siembra es uno de los factores determinantes sobre el proceso de germinación para las altitudes reportadas en este trabajo.



Es así como la fase dos, para Tectona grandis muestra mayores porcentajes para ambas altitudes, por lo que en proyectos de reforestación a gran escala para mejorar los porcentajes de germinación de esta especie, sería conveniente sembrar en la época de transición (Abril-Mayo), utilizando los tratamientos óptimos de NaOH y tiempo probados en este trabajo

## CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que para aumentar los porcentajes de germinación en semillas de testa dura como la de Albizzia guachapele "cenícero" y Tectona grandis "teca" es de mucha importancia la aplicación de tratamientos químicos de escarificación, ya que para las dos especies en estudio, a diferentes altitudes y períodos en los que se verificó se encontró al menos un tratamiento óptimo.

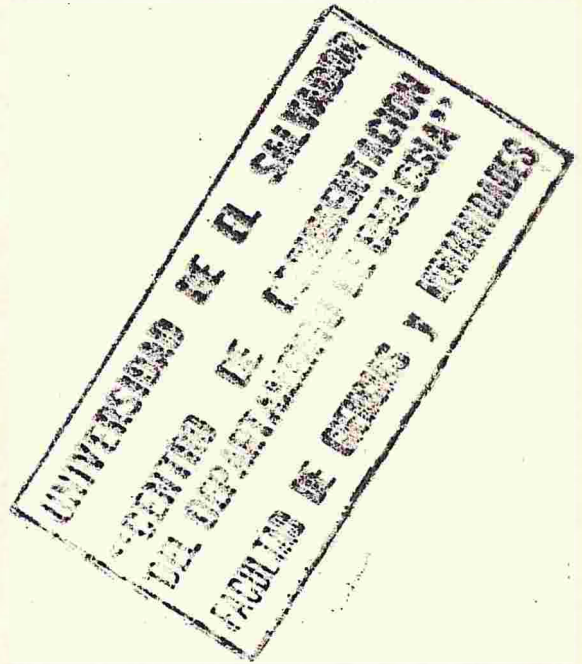
Para A. guachapele a 350 m s n m se determinó que el tratamiento G, con una concentración del 4% de NaOH y 15 minutos de exposición fue el más efectivo, presentando una germinación del 53.3%; por lo que es recomendable su uso para este tipo de semillas y a esa altura. Los restantes tratamientos presentaron porcentajes de germinación inferiores al 50%. A 658 m s n m, con la misma especie, también el tratamiento G, resultó ser óptimo, alcanzando el 73.3% de germinación, de acuerdo a estos resultados, este último es el más apropiado para esta altura. Otros tratamientos que se podrían recomendar son el D y el B, ya que en el caso del primero con una concentración del 8% de NaOH y 60 minutos de exposición se obtuvo una germinación del 70.66%, en el segundo caso con una concentración del 12% de NaOH y 15 minutos de exposición

se obtuvo una germinación del 68%.

En relación a Tectona grandis a 350 m snm durante la primera fase correspondiente a los meses de Diciembre-Enero, el mejor tratamiento fue el G, con una concentración del 8% de NaOH y 30 minutos de exposición, se obtuvo una germinación del 36%; para esta misma especie y época de siembra a 658 m snm, el mayor porcentaje se obtuvo también con el tratamiento G, con 13.3% de semillas germinadas, por lo que se concluye, que esta especie, tiene problemas de germinación, que de acuerdo a los resultados presentados en este trabajo, probablemente se deba a la época de siembra.

Para la segunda fase de siembra Abril-Mayo, en T. grandis se comprobó que a 350 m snm el tratamiento óptimo fue el G al 8% por 30 minutos con el que se obtuvo el porcentaje más alto de germinación que fue de 90.6%; asimismo, alcanzaron porcentajes altamente significativos con más del 70% de germinación los tratamientos A al 10% por 60 minutos, el F al 12% por 60 minutos y el E al 10% por 30 minutos de exposición. En la misma fase, pero a 658 m snm el tratamiento óptimo fue el F al 12% por 60 minutos con el 56% de semillas germinadas, y el A al 10% por 60 minutos con 54.6% de germinación, puede observarse que en todos estos tratamientos el porcentaje de germinación fue mayor del 50%, por lo que se

comprobó que para Tectona grandis, la época adecuada de siembra para las dos altitudes en estudio, es entre los meses de Abril y Mayo, que corresponde a la época transicional seca-lluviosa, especialmente a 350 m s n m, aplicando Hidróxido de Sodio con una concentración del 8% por 30 minutos de exposición.



## LITERATURA CITADA

- APICHART, K. 1986. Teak, Tectona grandis, Linn. Nursery - Techniques. Danida Forest Seed Centre. Thailan. 41 pp.
- BASTIN, R. 1970. Fisiología Vegetal. Compañía Editorial Continental, S. A., España. 514 pp.
- BAUER, J. 1982. Especies con Potencial para la Reforestación en Honduras. Resúmenes. Tegucigalpa. Honduras. 42 pp.
- BONNER, J. & A. W. GALSTON. 1973. Principios de Fisiología Vegetal. 5a. Edición, Editorial Aguilar, S.A. España. 485 pp.
- CONSEJO NACIONAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA. 1976. Biología, Interacción de Experimentos e Ideas. Editorial Limusa, S. A. México. 479 pp.
- FAJARDO, J. A. 1982. Viveros Forestales. Dirección de Publicaciones. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 23 pp.
- FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1968. Notas sobre Semillas Forestales. Editorial FAO. 2a. Edición. 370 pp.

- GOITIA, D. 1977. Los Bosques de El Salvador. Proyecto Forestal. FAO. PNHD. 7 pp.
- \_\_\_\_\_. 1974. Manual de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad "Francisco José de Caldas" Dirección de Publicaciones. Bogotá, Colombia. 169 pp.
- HOLMAN, L. E. & J. R. SNITLER. 1986. Transporte, manejo y Almacenamiento de Semillas. In: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (eds.), Semillas. Compañía Editorial Continental, S. A. México. pp. 610-626.
- KEIDING, N. 1985. Tectona grandis Linn F. Danida Forest Seed Centre. Boletín No. 4. 23 pp.
- LITTLE, T. M. & F. J. HILL. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas, México. 220 pp.
- MARROQUIN, H. A. 1986. Los recursos naturales y el conflicto bélico en El Salvador. In: Revista Trimestral de la Universidad de El Salvador. Editorial Universitaria, San Salvador, pp. 70-126.
- MENDEZ GRANIELLO, C. R. & F. A. RÚGAMAS ESTUPINIAN. 1989. Aplicación de Diversos tratamientos para estimular la germinación y la supervivencia de las especies: Albizzia

caribaea, Enterolobium cyclocarpum (nativas). Gmelina arborea y Tectona grandis (exótica). Departamento de Biología, Facultad de CC. y HH. Universidad de El Salvador. (Tesis de Graduación). 76 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1987. Almanaque Salvadoreño. Centro de Recursos Naturales, Servicio de Meteorología e Hidrología. San Salvador. 96 pp.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION, CIENCIA Y CULTURA. 1977. Elaboración de una Tabla de Volumen y un Estudio de Incremento para "teca" (Tectona grandis). En El Salvador. Roma. 53 pp.

RUDOLF, P. O. 1986. Recolección y Manejo de Semillas de árboles forestales. In: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (eds.), Semillas. Compañía Editorial Continental, S. A. México. pp. 107-407.

SCHEFLER, W. C. 1981. Bioestadística. 2a. Edición. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusetts. 267 pp.

STEEL, R. G. & J. H. TORRIE. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Editorial McGraw-Hill. México. D. F. 613 pp.

VERA, L. C. & R. P. MOORE. Pruebas de Germinación en el Laboratorio. In: Departamento de Agricultura de los

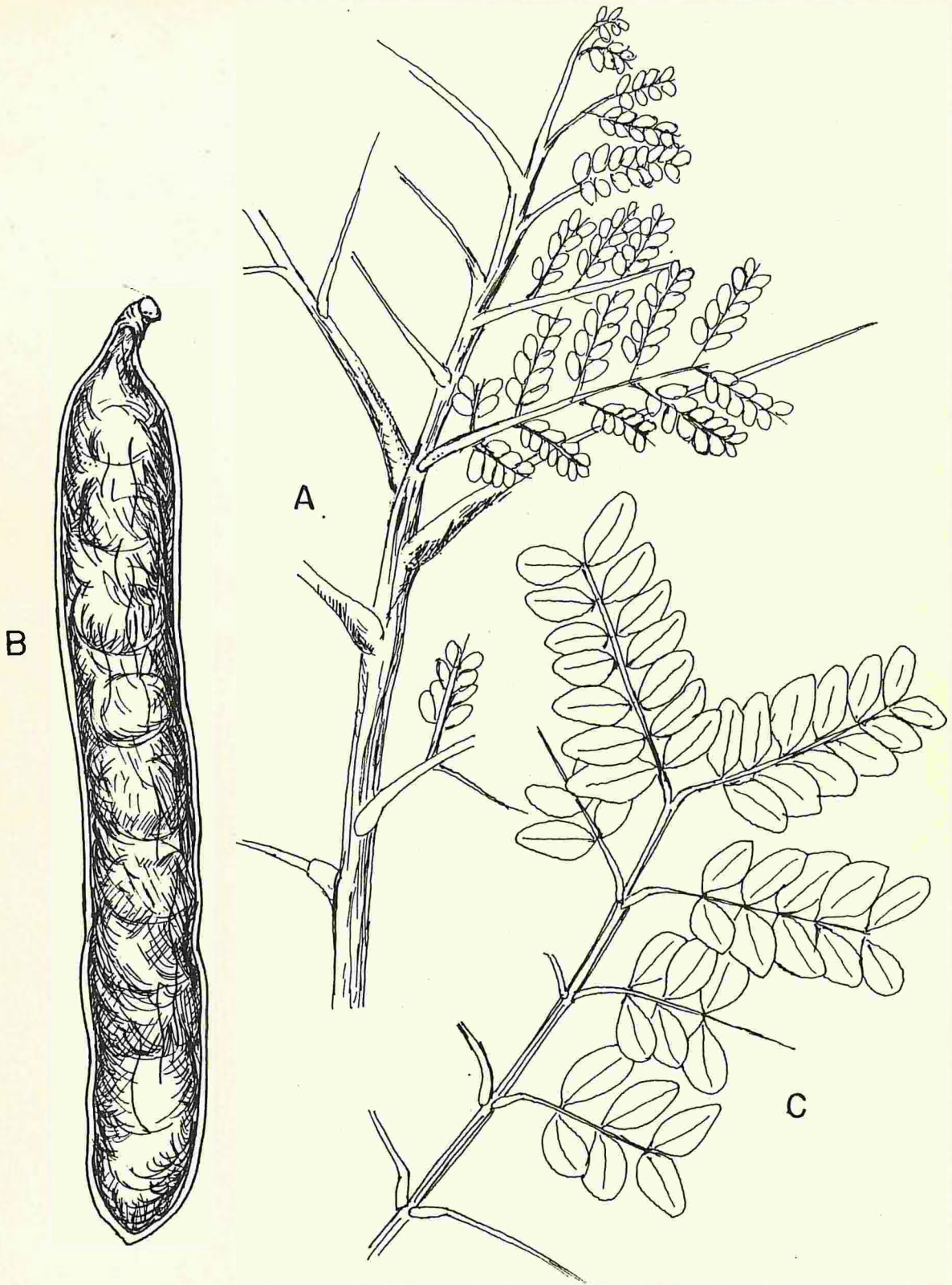
Estados Unidos. (eds.), Semillas. Compañía Editorial Continental, S. A. México. 771-787 pp.

TOOLE, V. K. & B. M. POLLOCK. 1986. Post-maduración, período de reposo y latencia. In: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (eds.), Semillas, Compañía Editorial Continental, S. A. México. 201-213 pp.

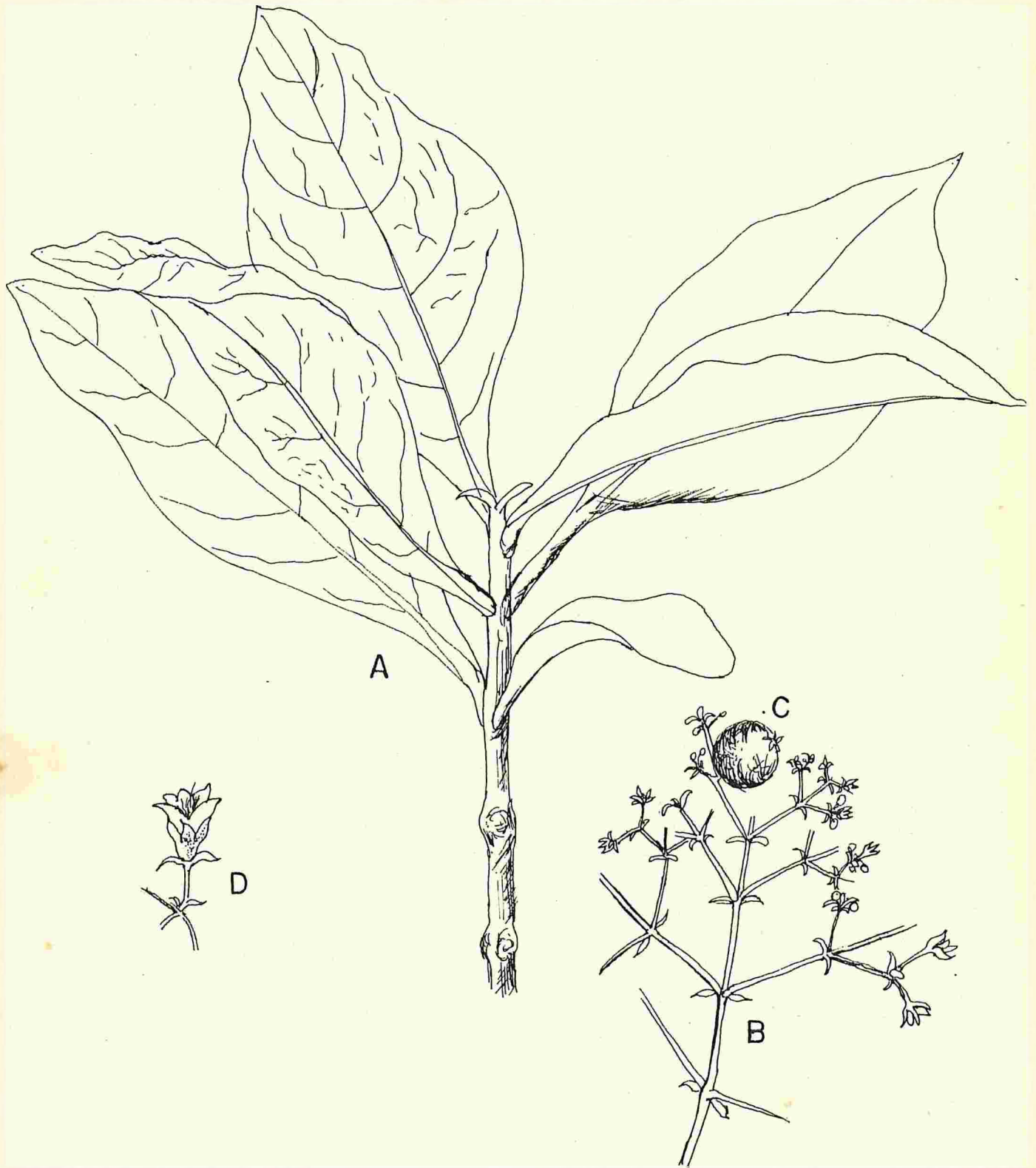
WILSON, C. L. & W. E. LOOMIS. 1968. Botánica. Editorial Unión Tipográfica Hispanoamericana. México. 682 pp.

WISTSBERGER, D., D. CURRENT & E. ARCHER. 1982. Árboles del Parque Deininger. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación. San Salvador, El Salvador, C. A. 366 pp.





Albizzia guachapele (H. B. K.) Dugand "cenicero"  
A. Rama adulta reducido x 8 veces B Fruto reducido x 2 veces  
C Hoja reducida x 2 veces



Tectonia grandis Linn F. "Teca" A Rama reducida x 3 veces  
B Inflorescencia tamaño natural C Fruto natural