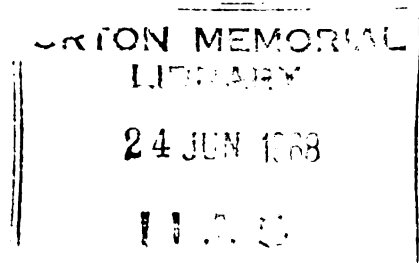


GERMINACION Y SUPERVIVENCIA AL REPIQUE DE

Anthocephalus cadamba Miq. (KADAM)



Por

✓
Marino César González Rivadeneyra

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro de Enseñanza e Investigación
Turrialba, Costa Rica

Mayo, 1968

GERMINACION Y SUPERVIVENCIA AL REPIQUE DE
Anthocephalus cadamba Miq. (KADAM)

Tesis

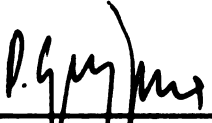
Sometida al Consejo de Estudios Graduados como
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Pieter Brijpma, Ir.

Consejero



John Phillips, M.For.

Comité



Palle Skov Larsen, M.For.

Comité



Jorge M. Montoya, D.Sc.B.

Comité



Karel Vohnout, Ph.D.

Comité

Mayo, 1968

A Alejandrina
A Marceleano
A Vidal
A mis hermanos
A Aiza María

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus agradecimientos a las siguientes personas y entidades:

Al Sr. Pieter Grijpma, Ir., Consejero Principal, quien con su permanente asesoramiento y orientación hizo posible la culminación de este trabajo. A los Srs. John Phillips, M.For., Karel Vohnout, Ph.D., J. M. Montoya M., D.Sc.B. y Palle S. Larsen, M.For., miembros de su Comité Consejero, por sus valiosas sugerencias, lo mismo que al Dr. Hans Trojer e Ing. Leoncio Loján por su colaboración.

Al Ing. Adolfo Salazar C., Decano de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria "La Molina" e Ing. Delfín Goitia, Jefe del Proyecto de Investigación y Capacitación Forestal en Perú, UNSF.116 (Perú), quienes facilitaron su venida a Turrialba.

A la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y a la Dirección Regional para la Zona Andina del IICA, a través de su Director, Dr. Luis Marcano, por la financiación de sus estudios en este Centro.

A sus compañeros de estudios, compatriotas y amigos que encontró en el IICA, cuyo constante estímulo moral le ayudó a finalizar el presente trabajo.

Al Sr. Carlos Cedeño, en representación de sus amigos turrialbeños, quienes con su amistad hicieron grata su estadía en Turrialba.

BIOGRAFIA

Marino C. González R., nació en Ulcumayo (Junín), Perú en 1933.

Sus estudios secundarios los realizó en Matucana, Lima.

Sus estudios universitarios los realizó en la Universidad Agraria "La Molina", Lima, de 1959 a 1963, donde recibió el grado de Ingeniero Agrónomo.

Además, realizó estudios universitarios de 1964 a 1965 en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria "La Molina", habiendo recibido el título de "Bachiller en Ciencias - Ingeniería Forestal".

Trabaja desde 1964 a la fecha en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria "La Molina", como Jefe de Prácticas de Ordenación Forestal.

Ingresó a la Escuela para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas el 10 de setiembre de 1966, matriculándose en la Disciplina de Dasonomía, gozando de una beca de 14 meses conferida por FAO. Para completar sus estudios le fué otorgada una beca de la Zona Andina.

En mayo de 1968 cumplió con todos los requisitos para optar al grado de Magister Scientae.

CONTENIDO

Página

Lista de Cuadros	vii
Lista de Figuras	ix
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	8
A. Localización	8
B. Instalaciones	8
C. Material de propagación	13
D. Factores estudiados	13
E. Suplementos nutritivos durante la germinación	18
F. Control sanitario	21
G. Datos colectados	21
H. Diseño experimental y análisis estadístico	26
IV. RESULTADOS	30
A. Germinación	30
B. Supervivencia y características morfológicas.....	36
V. DISCUSION	48
A. Germinación	48
B. Supervivencia	53
C. Características morfológicas	66
VI. CONCLUSIONES	67
RESUMEN	69
SUMMARY	71
LITERATURA CITADA	73
Apéndice A	76
Apéndice B	78
Apéndice C	86

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro Nº</u>		<u>Página</u>
1	Clave de los tratamientos utilizados	19
2	Esquema del análisis de la variancia en la prueba de germinación	27
3	Esquema del análisis de la variancia para la prueba de supervivencia	28
4	Esquema del análisis de la variancia para las medidas de las características morfológicas	29
5	Germinación de <u>Anthocephalus cadamba</u> Miq. a los 30 días después de la siembra	32
6	Germinación de <u>Anthocephalus cadamba</u> Miq. a los 30 días después de la siembra, por gramo de semillas y por unidad de superficie (cm ² del germinador)	33
7	Germinadores que contenían plántulas a los 90 días después de la siembra	34
8	Supervivencia y características morfológicas después del repique de plántulas germinadas en vermiculita ..	37
9	Supervivencia y características morfológicas después del repique de plántulas germinadas en suelo-arena (mezcla 1:1)	39
10	Supervivencia y características morfológicas después del repique de plántulas germinadas en papel de filtro	40
11	Supervivencia y características morfológicas de las plántulas repicadas, procedentes de los dos ambientes	41
12	Totales de plántulas supervivientes para las tres edades de repique, porcentajes totales para los dos ambientes y para las tres edades de repique, después de la siembra	43
13	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, tres medios de germinación, dos tipos de riego y las tres edades de repique, a partir de la fecha de siembra	44

<u>Cuadro Nº</u>		<u>Página</u>
14	Porcentaje de supervivencia en los tratamientos estudiados ordenados por clases de supervivencia	45
15	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes y los tres medios de germinación	53
16	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes y los dos tipos de riego	54
17	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes y las tres edades de repique	55
18	Totales de plántulas supervivientes para los tres medios de germinación y los dos tipos de riego	56
19	Totales de plántulas supervivientes para los tres medios de germinación y las tres edades de repique ..	57
20	Totales de plántulas supervivientes para los dos tipos de riego y las tres edades de repique	58
21	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, los tres medios de germinación y los dos tipos de riego	59
22	Totales de plántulas supervivientes para los tres medios de germinación, los dos tipos de riego y las tres edades de repique	60
23	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, los tres medios de germinación y las tres edades de repique	61
24	Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, los dos tipos de riego y las tres edades de repique	63

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N^o</u>		<u>Página</u>
1	Cobertizos utilizados para la germinación	9
2	Cobertizo utilizado para el repicado	11
3	Medios de germinación utilizados	14
4	Suelo para el repicado	20
5	Longitud foliar	24
6	Distribución de plántulas repicadas	25
7	Porcentajes de germinación en los diversos tratamientos	31
8	Características de las plántulas en algunos germinadores a los 90 días después de la siembra ...	35
9	Supervivencia en los diversos tratamientos (%) ..	46
10	Plántulas de 4½ meses de edad a partir de la fecha de siembra	47

I. INTRODUCCION

En los trópicos húmedos de América Latina puede observarse, como día a día aumenta la superficie de deforestaciones para el establecimiento de agricultura y ganadería en áreas que no tienen vocación para este tipo de actividades. Esta práctica indiscriminada, está conduciendo en la mayoría de los casos a un proceso de degradación acelerada de los suelos, por lo cual éstos son abandonados después de pocos años de uso.

Por otra parte es bastante difícil encontrar una justificación para la explotación forestal racional y sostenida de estas áreas boscosas vírgenes en vista de que existen problemas, originados especialmente por la gran heterogeneidad de las especies que las componen y por el bajo volumen por unidad de superficie de especies de valor comercial, sumado a las dificultades de extracción y de transporte de los productos maderables.

En vista de estas dos situaciones expuestas, en América Latina la investigación en silvicultura debe ser dirigida a desarrollar técnicas de repoblación artificial con especies forestales comerciales de crecimiento rápido, conducentes al establecimiento de plantaciones en áreas deforestadas, al enriquecimiento de bosques explotados, o bien a reemplazar los bosques heterogéneos.

Es obvio que para esta fase de transición de bosque heterogéneo a bosque homogéneo, enriquecimiento y recuperación de bosques degradados, las especies forestales nativas o exóticas de rápido crecimiento y con un uso múltiple de la madera tendrán la preferencia de los forestales.

En los últimos años, el Departamento de Dasonomía del IICA, en

Turrialba, Costa Rica, ha introducido una serie de especies de diversas regiones del mundo tropical húmedo, con el fin de estudiar sus posibilidades en el Trópico Americano. Como resultado preliminar de esta introducción de especies, se ha podido determinar que la especie Anthocephalus cadamba Miq., (nombre vernacular: kadam), procedente de los trópicos húmedos de Asia, es una de las especies que presenta buenas condiciones de adaptabilidad y buen crecimiento; sin embargo, esta especie que promete tanto, presentó dificultades en la producción de plántulas, las cuales son debidas principalmente al pequeño tamaño y a su lento desarrollo antes y después del repique (pasaje de plántulas de un medio de germinación a bolsas, recipientes o camas con tierra, donde se desarrollan para ser luego transplantadas al terreno definitivo).

Por esta razón, y dada la escasez de datos sobre el comportamiento inicial en vivero del Anthocephalus cadamba Miq., esta investigación fué centralizada a estudiar la técnica más apropiada de producir plántulas.

Con este motivo se hicieron germinar las semillas en dos ambientes, utilizando tres medios de germinación, mientras que se aplicaron dos tipos de riego y se estudiaron luego la supervivencia y características morfológicas de las plántulas repicadas en tres edades a partir de la fecha de siembra.

II. REVISION DE LITERATURA

El género Anthocephalus, de la familia Rubiaceae, fué descrito por Richard (12) en 1834.

Dentro de este género se encuentra Anthocephalus cadamba Miq., conocido con el nombre vernacular de kadam. Son sinónimos de esta especie: Anthocephalus morindaefolius (12), Anthocephalus chinensis, Walp, y Anthocephalus indicus, Rich. (1, 12, 16, 17).

Distribución y ecología

Es una especie que tiene una gran área de distribución, desde el sur de la India, hasta el Archipiélago de Malasia (1, 2, 3, 7, 9, 25, 26). En una reciente revisión de literatura, Grijpma (9) informa sobre las características ecológicas donde esta especie ocurre; así, indica que sus temperaturas máximas y mínimas son 37.7°C y 3.3°C, precipitación media anual de 150 a 5.000 mm y más, la altitud desde el nivel del mar hasta 1.000 m; indica además los nombres comerciales y vernaculares con que se le conoce desde la India hasta el Archipiélago de Malasia. Crece a lo largo de los ríos en suelos pantanosos, periódicamente secos; también se desarrolla cerca del mar en terrenos salinos, lo mismo en bosques primarios, secundarios y de teca (Tectona grandis) (1).

Crecimiento

Es una especie muy apreciada por su rápido crecimiento y por el uso múltiple que tiene su madera. Es bien conocido que el kadam crece muy rápido, 2 a 3 m por año en altura para los primeros 6 a 8 años, con un

incremento promedio en diámetro de 1,3 a 7,6 cm por año (9).

Usos

La madera es valiosa como fuente para fábrica de palitos de fósforo, cajas, lápices, madera terciada y pulpa (4, 6, 8, 9, 24, 27, 29); se le utiliza como ornamental, en cercos y para sombra; sus hojas son aceptadas por el ganado vacuno (17); su fruto es comestible (15, 17, 19, 29).

Características

Los árboles son grandes, de tronco cilíndrico (2), alcanzan de 15 a 30 m de altura, con 40 a 60 cm de diámetro a la altura del pecho (2, 15, 19, 25); su corteza es muy delgada, ligeramente áspera, color gris claro a café claro (2, 19) y fisurada cuando el árbol es adulto (9, 29).

Las hojas son simples, opuestas, coriáceas, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, de 20 a 25 cm de largo, 11 a 25 cm de ancho, abovadas a oblongas, la base obtusa a redondeada, el ápice agudo a acuminado, borde entero, venación central prominente por el haz (2, 16, 19, 29); pecíolos robustos, cilíndricos de 4 a 5 cm de largo, ligeramente aplanados en la base, lanceolados o cónicos (1, 19).

La inflorescencia en cabezuela pende de un pedúnculo robusto de 2 a 3 cm de largo; la cabezuela mide unos 5 cm de diámetro (1, 9, 19), es de color amarillo naranja y fragante (16, 29).

El fruto es múltiple, amarillo carnoso, pequeño, uniéndose en una masa de numerosas semillas (1, 17).

Las semillas del kadam son diminutas, de 0,65 x 0,45 mm; se estima que el número de semillas (secado al aire) por kilo es de 17 a 26

millones (1, 9, 19).

Extracción y preservación de semillas

Una vez recolectados los frutos, la literatura menciona dos técnicas para la extracción de semillas. En las Filipinas (19) extraen la semilla de frutos recién recolectados, frotando los frutos contra una malla; las semillas caen en un recipiente con agua, luego por gravedad, éstas son separadas de la parte carnosa. En Indonesia (9), los frutos recolectados son secados al sol durante 3 a 10 días; se frotran los frutos entre las palmas de las manos hasta poder cernir las semillas.

Las semillas deben almacenarse en refrigeradoras o cámaras frías para preservarlas (9).

Germinación y repique

Las semillas germinan entre 12 a 30 días después de la siembra (9, 19). Se obtuvo un alto porcentaje (95%) de germinación con semillas que se mantuvieron en recipientes sellados (sin aire) en un refrigerador por 10 semanas, mientras que se obtuvo una germinación muy baja (2,7%) con semillas frescas (9).

El desarrollo de las plántulas es muy lento al comienzo. En las Filipinas después de 30 a 45 días de la germinación, las plántulas están listas para el repicado; para este propósito pueden usarse bolsas de plástico. Las plántulas están listas para el trasplante definitivo después de un lapso de 30 a 45 días del repique; a esta edad tienen aproximadamente 15 cm de altura y 6 a 8 hojas (19).

En Indonesia, informan que pueden repicarse en camas; en este caso

las plántulas pueden usarse más tarde como pseudoestacas ("stump-planting"); recomiendan usar tallos de 1 cm de diámetro como material de propagación (9).

Los medios de germinación deberán ser de una textura similar a la de las semillas. En las Filipinas recomiendan usar solamente suelo esterilizado para evitar el peligro de la enfermedad de almácigo ("damping off"), a la cual las plántulas de kadam son susceptibles (9). En general, se puede usar arena muy fina, pero otros materiales que se mencionan son: pirolita, suelo esterilizado mezclado con aserrín muy fino en una proporción de 1:1 y agar. En Indonesia (9), las semillas son mezcladas con arena fina en una proporción de 1:10, para permitir una mejor distribución de las semillas en las camas de almácigo.

Un medio de germinación utilizado para germinar semillas, es la vermiculita. Este material es liviano, poroso, y puede ser usado muchas veces, ya que no se deteriora; la porosidad de este medio de germinación, puede ser reducida por compresión (18). La vermiculita es un mineral del grupo de los silicatos hidratados, que se encuentra a manera de cristales largos, similar a las micas, con la excepción de que la vermiculita tiene una mayor densidad de carga (22). Presenta una estructura en capas, probablemente semejante a la montmorilonita y posee una capacidad de cambio de bases considerable (21). En cuanto al uso de vermiculita como medio de germinación, se notó en Malasia (18) que este material no sólo aceleró el proceso de la germinación (en el caso de Pinus insularis), sino que se obtuvo un más alto porcentaje de semillas germinadas.

El medio de germinación debe regarse antes de la siembra; los riegos subsiguientes pueden hacerse mediante los métodos de capilaridad o

por aspersión (niebla fina) (9). Las lluvias muy fuertes entierran las semillas finas y sepultan las plántulas.

Experiencias con semillas de kadam han demostrado encontrar un alto porcentaje de germinación, cuando se dejan germinar semillas frescas bajo sombra y las semillas viejas a pleno sol. Si se hace germinar a pleno sol, es necesario cubrir los germinadores por ejemplo con un pedazo de plástico transparente, para proteger las semillas (9). Considerando el tamaño diminuto de las semillas, éstas deberán hacerse germinar bajo techo (19). Es muy común usar cubiertas de algodón, metal o plástico; estos materiales además de reducir la intensidad lumínica, modifican la temperatura del aire y la humedad relativa dentro del cobertizo (10).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización

Este trabajo se llevó a cabo de noviembre de 1967 a marzo de 1968, en el vivero forestal del Departamento de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica. Dicho vivero se encuentra a 600 m de altura, Lat. $9^{\circ}53'N$, Long. $83^{\circ}38'O$. La temperatura media anual es de $22^{\circ}C$ y la precipitación media anual de 2500 mm. La época fué parcialmente seca, ya que de diciembre hasta principios de marzo se registraron pocos días de lluvia^{*}.

B. Instalaciones

Con el fin de observar el efecto de diversos factores sobre la germinación, supervivencia y características morfológicas, se hicieron varias construcciones en el vivero. Para estudiar la germinación en dos ambientes atmosféricos se acondicionaron dos sitios: un cobertizo de plástico y otro cobertizo de zinc (nominados en este trabajo al sol y a la sombra, respectivamente). Para observar la supervivencia y características morfológicas de las plántulas después del repique, se construyó un cobertizo de plástico (nominado cobertizo para repicado). A continuación se describen la forma y objeto de las construcciones hechas:

1. Cobertizo de plástico

A 1,60 m del suelo se construyó un cobertizo con techo de plástico transparente (Fig. 1-A). Se utilizó este material para permitir que

* Publicaciones, Unidad de Recursos para el Desarrollo.



A



B

Fig. 1. COBERTIZOS UTILIZADOS PARA LA GERMINACION
A = En el sol (Techo de plástico)
B = En la sombra (Techo de Zinc)

penetrara el máximo de luz sobre los medios de germinación en estudio y observar el cambio de los otros factores meteorológicos (temperatura, humedad y evaporación).

2. Cobertizo de zinc

Este se construyó aprovechando un cobertizo techado con zinc (Fig. 1-B), para evitar la luz directa sobre los medios de germinación. El techo de zinc se encontraba a 4,50 m del suelo.

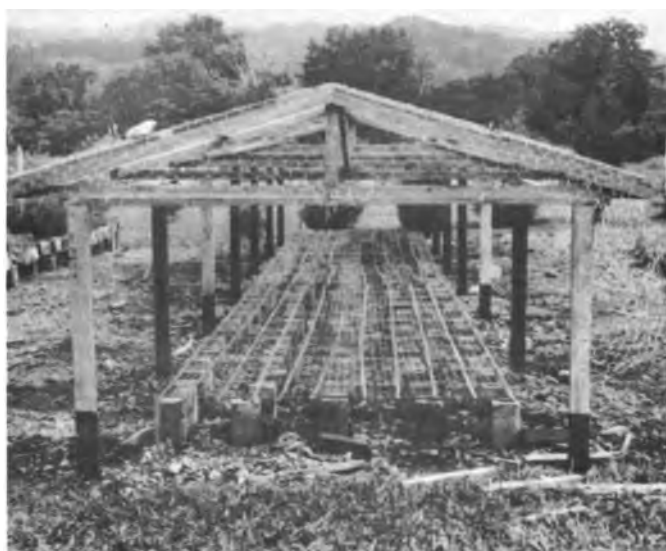
En ambos cobertizos se vio la necesidad de dar seguridad contra daños de animales menores a los medios de germinación.

3. Cobertizo para el repicado

Se escogió un lugar en el vivero para repicar las plántulas provenientes de los tratamientos de germinación. Con este fin se hizo una construcción que estuvo constituida de dos partes:

a. Base. A 0,30 m del suelo, estructurado de barras de hierro de $1/8 \times 3/4$ pulgadas y malla metálica de $1 \times 1\frac{1}{2}$ pulgadas, colocada sobre bloques de cemento. Estos bloques se colocaron sobre el suelo distanciados a $0,40 \times 0,40$ m, ocupando exactamente el área de la estructura metálica (Fig. 2-A).

Se hizo esta base con el objeto de que en el futuro no fuera necesario podar las raíces, y tener a todas las plántulas provenientes de los diversos tratamientos en prueba en un mismo nivel, con respecto al suelo, controlar en lo posible la competencia de malezas y evitar daños por escorrentía.



A



B

Fig. 2. COBERTIZO UTILIZADO PARA EL REPICADO
A = Detalles de construcción(base y techo)
B = Plántulas repicadas

b. Techo. A 1,50 m del suelo, de un plástico transparente sobre una estructura de madera reforzada con una malla metálica de 2 pulgadas.

Con el techo se consiguió defender a las plántulas de las fuertes lluvias y permitir el pasaje de la luz solar, ya que las plántulas por su pequeñez corren el riesgo de ser sepultadas por las lluvias y es una especie que requiere mucha luz (13, 17) (Fig. 2-B).

Se hizo esta construcción con el objeto de analizar la supervivencia de plántulas repicadas en tres edades, que provenían de los diversos tratamientos en estudio.

Las plántulas de los diferentes tratamientos fueron repicadas en bolsas plásticas uniformes, de 10 cm de diámetro por 15 cm de altura (aproximadamente $1,2 \text{ dm}^3$), con 12 huecos de 5 mm de diámetro en sus paredes y el fondo para facilitar la aeración y drenaje del suelo utilizado. Todas las bolsas contenían un mismo medio (suelo de textura franco-arcillosa); además, dada la pequeñez de las plántulas de esta especie en los primeros estadios, se rellenaron las bolsas en su parte superior en unos 4 cm con tierra cernida por una malla de 3 mm.

Sobre la estructura metálica, se pusieron 112 filas de bolsas plásticas llenas de suelo, en columnas de 16 en fondo cubriendo un área de $11,4 \times 1,8 \text{ m} = 20,52 \text{ m}^2$. Esta superficie, además de ser cubierta por los tratamientos (Fig. 6, pág. 25), incluyó también el área que ocupaban dos filas de bolsas con tierra contra efecto de bordes; el suministro de agua se hizo por aspersión.

C. Material de propagación

Se trabajó con semillas puras de Anthocephalus cadamba Miq. procedentes de Makiling Forest, Los Baños, Laguna (Luzon Island), las Filipinas. Estas semillas fueron recolectadas el 18 de octubre de 1966^{*}. Las semillas tenían un año de edad y fueron conservadas bajo refrigeración a 5°C en el Departamento de Dasonomía. No obstante, algunas veces la temperatura subió por desperfecto de la cámara de refrigeración.

En cada maceta se sembró un total de 0,6 gramos de semilla (aproximadamente 10.660 semillas); como se tenían planeadas tres edades de repique se dividió la maceta en tres partes, en cada una de las cuales se sembraron 0,2 gramos de semilla (Fig. 3-A).

D. Factores estudiados

Se dejó germinar semillas de Anthocephalus cadamba Miq. en dos ambientes (sol y sombra), dentro de los cuales se midieron los factores meteorológicos tales como luminosidad, temperatura, humedad y evaporación. Se usaron tres medios de germinación en cada ambiente: vermiculita, una mezcla suelo-arena y papel de filtro; mientras se aplicaron dos tipos de riego: aspersión y ascenso capilar.

Las plántulas procedentes de los tratamientos antes mencionados, fueron repicadas en tres edades: 4, 8 y 12 semanas, después de la siembra, a fin

* Según información suministrada por Manuel R. Monsalud, Director del Instituto de Investigaciones de Productos Forestales en Laguna, las Filipinas, a Palle S. Larsen, IICA, Turrialba, Costa Rica, enero 25, 1968.



A



B

Fig. 3 MEDIOS DE GERMINACION UTILIZADOS
A = Edades de repique (H,I,J) en cada medio de germinación: C = Vermiculita, D = Mezcla suelo-arena, E = Papel de filtro
B = Agrupación de germinadores para cada tipo de riego: F = Aspersión , G = Ascenso capilar.

de observar la influencia de la edad de repique de las plántulas sobre la supervivencia. En cada plántula superviviente se tomó datos sobre algunas características morfológicas de ésta: a) número de hojas producidas, y b) la distancia entre los ápices de las dos hojas opuestas más grandes. Estas características se consideraron como parámetros del crecimiento de la plántula.

A continuación se explican los factores estudiados:

1. Ambientes

Se estudiaron dos ambientes atmosféricos: al sol y a la sombra (Fig 1), y dentro de cada ambiente los factores meteorológicos (luminosidad, temperatura, humedad y evaporación).

	<u>Clave</u>
En el sol	A
En la sombra	B

2. Medios de germinación

Se estudiaron tres medios de germinación (Fig. 3-A).

	<u>Clave</u>
Vermiculita	C
Suelo-arena (mezcla 1:1)	D
Papel de filtro	E

a. Vermiculita

Con un molino de Wiley Mill "Modelo Standard Nº 3", se prepararon dos texturas de este medio de germinación, usando una malla de 5 mm y de 3 mm. El material de textura gruesa se colocó en la parte basal de las macetas, sobre éstas se rellenó con el material de textura fina. Esto se hizo con el fin de darle una buena aeración al interior de las macetas.

b. Suelo-arena (mezcla 1:1)

Se utilizó un suelo de textura franca y una arena de río. Tanto el suelo como la arena fueron cernidos pasando por una malla de 3 mm. Se mezcló en una proporción de 1:1.

c. Papel de filtro

Se utilizó papel de filtro marca Whatman Nº 1, el papel descansaba sobre una mezcla de suelo-arena (Fig. 3-A). Esta mezcla sirvió de soporte para la aplicación del riego por aspersión y como conductor de humedad para el caso del riego por ascenso capilar.

Tanto la vermiculita, como la mezcla suelo-arena, fueron esterilizadas en un autoclave a una temperatura de 250°C y una presión de 15 libras, durante 30 minutos.

Para tener el mismo impacto de los factores meteorológicos y evitar el efecto de las fuertes corrientes de aire, se cubrió todos los medios de germinación con bolsas plásticas, las cuales llevaban además 12 agujeros de 5 mm de diámetro para la aeración en el interior de las bolsas. Por conveniencia de este trabajo se denominó "germinador", a una maceta de barro cocido, que contiene un medio de germinación, cubierta

por una bolsa de plástico. En la Figura 1 se puede ver la distribución de los germinadores en cada ambiente.

3. Tipos de riego

Las semillas, y posteriormente las plántulas, en los diferentes medios de germinación usados, fueron regadas por dos tipos de riego, tal como puede observarse en la Figura 3-B.

	<u>Clave</u>
Aspersión	F
Ascenso capilar	G

El riego por aspersión se hizo por medio de una bomba, la cual asperjaba una niebla fina; de esta manera se evitaron gotas grandes de agua sobre las semillas y plántulas después de la germinación.

Para el riego por ascenso capilar, simplemente se sumergió la parte basal del germinador dentro de un recipiente lleno de agua, ascendiendo el agua a la superficie por capilaridad (28).

Inicialmente en ambos tipos de riego se operó con una frecuencia regular de riego; esto no funcionó ya que algunas macetas se mostraban secas antes del tiempo pre-fijado. En base a esta observación se estableció:

En el caso de riego por aspersión, mantener húmeda la superficie de los germinadores, regando cuantas veces fuera necesario, pero cuidando que la espersión fuera a manera de niebla.

En el caso del riego por ascenso capilar, mantener lleno de agua al

recipiente donde se sumergía el germinador.

4. Edades de repique

Para estudiar la supervivencia, las plántulas fueron repicadas en tres edades a partir de la fecha de siembra.

	<u>Clave</u>
Cuatro semanas	H
Ocho semanas	I
Doce semanas	J

Cada germinador se dividió en tres sectores de 120° con alambre galvanizado (Fig. 3-A), para no confundir las plántulas en las tres edades de repicado.

En el Cuadro N^o 1 se muestran los tratamientos y sus respectivas claves de los factores estudiados.

E. Suplementos nutritivos durante la germinación

Se vio la necesidad de utilizar una solución nutritiva en los germinadores por los siguientes motivos: a) se emplearon medios de germinación carentes de nutrimentos (vermiculita, papel de filtro); b) por la pequeñez de las semillas de esta especie forestal que no almacenan suficientes reservas de nutrimentos, y c) porque se tenían tres edades de repicado (4, 8 y 12 semanas después de la siembra). Se utilizó solución nutritiva Hoagland N^o 2 (11), pero suministrando hierro en forma divalente con ácido Etilen Diamino Tetracético (EDTA). Esta solución nutritiva,

CUADRO Nº 1. Clave de los tratamientos utilizados

FACTORES ESTUDIADOS					
Ambientes	Medios de germinación	Riegos	Edades de repique	Tratamientos	Nº
A	C	F	H	A C F H	1
			I	A C F I	2
			J	A C F J	3
		G	H	A C G H	4
			I	A C G I	5
			J	A C G J	6
	D	F	H	A D F H	7
			I	A D F I	8
			J	A D F J	9
		G	H	A D G H	10
			I	A D G I	11
			J	A D G J	12
	E	F	H	A E F H	13
			I	A E F I	14
			J	A E F J	15
		G	H	A E G H	16
			I	A E G I	17
			J	A E G J	18
B	C	F	H	B C F H	19
			I	B C F I	20
			J	B C F J	21
		G	H	B C G H	22
			I	B C G I	23
			J	B C G J	24
	D	F	H	B D F H	25
			I	B D F I	26
			J	B D F J	27
		G	H	B D G H	28
			I	B D G I	29
			J	B D G J	30
	E	F	H	B E F H	31
			I	B E F I	32
			J	B E F J	33
		G	H	B E G H	34
			I	B E G I	35
			J	B E G J	36

A = Al sol
 B = A la sombra
 C = Vermiculita
 D = Suelo-arena (mezcla 1:1)
 E = Papel de filtro

F = Riego por aspersión
 G = Riego por ascenso capilar
 H = 4 semanas después de la siembra
 I = 8 semanas después de la siembra
 J = 12 semanas después de la siembra



Fig. 4. SUELO PARA EL REPICADO
Fumigación con Bromuro de Metilo "Dowfume MC-2"
contra insectos, nemátodos y malas hierbas.

se aplicó a todos los germinadores, por aspersión, y con una frecuencia de 15 días a partir de la siembra. En el Cuadro Nº 25 del Apéndice A, puede verse la fórmula de la solución empleada.

F. Control sanitario

Como prevención de un posible ataque de hongos a las plántulas en los germinadores, se aplicó Pentacloronitrobenzeno ("Terrazán"), polvo humectable al 75 por ciento W.P. Este fungicida se aplicó a todos los tratamientos a razón de 4,0 gramos por litro de agua y por aspersión, con una frecuencia de 10 días a partir de la siembra.

El suelo empleado para el repicado de las plántulas, fué previamente fumigado con Bromuro de Metilo ("Dowfune MC-2"), para librarlo de futuros ataques de malezas, nemátodos y otras plagas a las plántulas (Fig. 4).

G. Datos colectados

1. Temperatura del aire

Se registró la temperatura del aire con un termógrafo bimetalico bajo abrigo, para comparar las diferencias de temperatura en los medios de germinación (al sol y a la sombra).

Con un Psicrómetro Assmann se midieron las temperaturas (seca y húmeda) dentro de cada ambiente. Esporádicamente se tomaron las temperaturas (seca y húmeda) reinantes dentro de la bolsa de plástico que cubría a un medio de germinación en estudio. En ambos casos se anotó la hora en que se hicieron las lecturas.

Con las lecturas de temperaturas (seca y húmeda) en cada ambiente,

dentro y fuera de las bolsas, se determinaron por medio de tablas Psicrométricas, los valores de la humedad relativa, tensión del vapor (e), valor máximo de saturación (e_{\max}) y se calcularon los déficits de saturación ($e_{\max} - e$), del aire afuera y dentro de las bolsas que cubrían a cada medio de germinación. Para cálculos finales, en cada medio de germinación, se calcularon las desviaciones de temperatura, humedad relativa y déficit de saturación con respecto al aire en la sombra, en vista de que las condiciones en este ambiente son muy parecidas a las de las casillas meteorológicas (pantalla de lumbresas colocada a 1,30 m del suelo).

2. Medición de luminosidad

Las mediciones de luminosidad se efectuaron con un fotómetro marca Gossen, modelo "Lunasix", cuya escala es convertible para medir la luminosidad incidente en Lux, con un rango de 0,17 a 350.000 Lux (14).

Se midió la luminosidad en cada ambiente (tratamientos bajo plástico al sol y a la sombra), a la vez que en campo abierto. Además se anotaron la hora en que se hicieron las lecturas y el estado de la nubosidad.

Para cálculos posteriores, se calcularon porcentajes de luminosidad dentro de cada ambiente, en relación a las observaciones realizadas a la libre exposición en las cuales la luminosidad se consideró como 100 por ciento.

3. Germinación

Desde los 10 hasta los 25 días después de la siembra, se contó diariamente en forma acumulativa el número de semillas germinadas en cada

medio.

Treinta días después de la siembra, a fin de analizar cuáles eran los mejores medios de germinación, se hizo un recuento del número de semillas germinadas por unidad de superficie (1 cm^2). En cada germinador se midieron 15 cm^2 al azar, utilizando para el recuento una malla metálica de 1 cm, una lupa 2X y un contómetro. Para cálculos finales las semillas germinadas en 1 cm^2 , se consideraron como una repetición.

4. Supervivencia

A los 30 días después del repicado, se contó el número de plántulas supervivientes de cada tratamiento. Con este fin se dividió el cobertizo de repicado en tres secciones de 12 repeticiones cada una (Fig. 6-A). Para cálculos finales, las plántulas supervivientes procedentes de un tratamiento dentro de cada sección, se consideraron como una repetición.

5. Medidas morfológicas

A los 40 días después del repicado se midió con un Vernier, en cada plántula superviviente, la distancia entre los ápices de las dos hojas opuestas más grandes, como parámetro de crecimiento que por conveniencia en este trabajo se nombró "Longitud Foliar" (Fig. 5). Al mismo tiempo que se hizo esta medición se contó el número de hojitas de cada plántula.



Fig. 5. LONGITUD FOLIAR
Medición de la longitud entre los ápices de dos hojas
opuestas más grandes de una plántula.

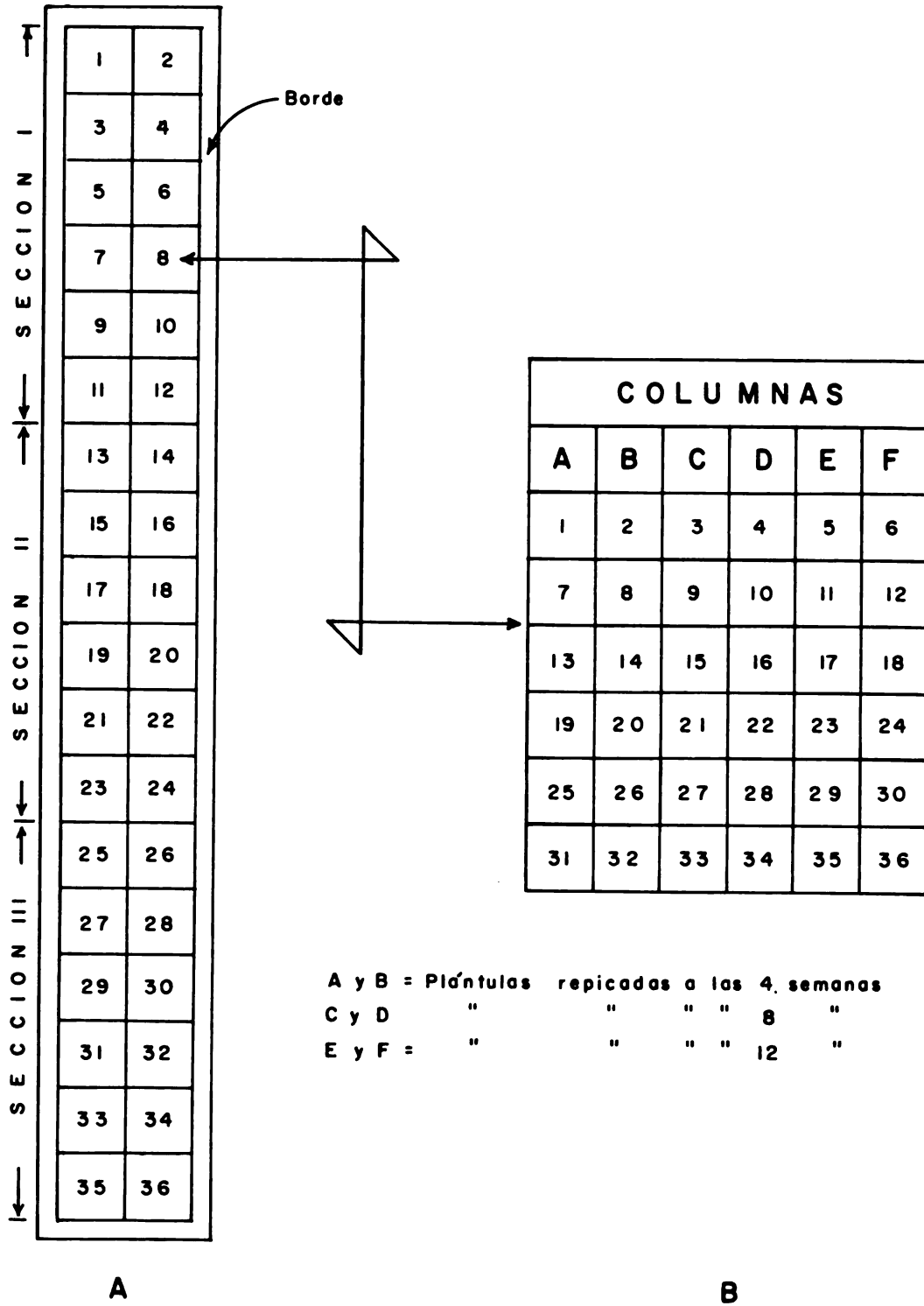


FIG. 6.- DISTRIBUCION DE PLANTULAS REPICADAS

A = Arreglo sistemático de repeticiones

B = Arreglo de los 36 tratamientos en cada repetición

H. Diseño experimental y análisis estadístico

1. Diseño

El diseño del experimento fué irrestrictamente al azar, en un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 3$ para la prueba de germinación, y de $2 \times 2 \times 3 \times 3$, para las pruebas de supervivencia y medidas morfológicas. Los tratamientos y sus respectivas claves se muestran en el Cuadro N^o 1, página 19.

2. Arreglo de campo

a) Germinación. Dentro de cada ambiente se reunieron los medios de germinación en dos grupos, de acuerdo al tipo de riego. Cada grupo estaba constituido por los tres medios de germinación (Fig. 1, pág. 9).

b) Supervivencia. Las plántulas procedentes de los medios de germinación, se repicaron en un orden sistemático de acuerdo a las edades, resguardadas contra efectos de borde, esquematizado en la Figura 6.

c) Medidas morfológicas. Se utilizó el mismo arreglo de campo que para el de la supervivencia.

3. Análisis planeados

a) Germinación. El análisis de la variancia que se utilizó para la prueba de germinación, se esquematiza en el Cuadro N^o 2.

b) Supervivencia. El análisis de la variancia que se utilizó para la supervivencia, puede verse en el Cuadro Nº 3.

c) Medidas morfológicas. El análisis de la variancia del número de hojas y de la longitud foliar se esquematizan en el Cuadro Nº 4.

CUADRO Nº 2. Esquema del análisis de la variancia en la prueba de germinación

Fuentes de variación		Grados de libertad
Ambientes	(A)	1
Medios de germinación	(M)	2
Riegos	(R)	1
	AM	2
	AR	1
	MR	2
	AMR	2
	Error	168
	Total	179

CUADRO Nº 3. Esquema del análisis de la variancia para la prueba de supervivencia

Fuentes de variación		Grados de libertad
Ambientes	(A)	1
Medios de germinación	(M)	2
Riegos	(R)	1
Edades de repique	(E)	2
	AM	2
	AR	1
	AE	2
	MR	2
	ME	4
	RE	2
	AMR	2
	AME	4
	ARE	2
	MRE	4
	AMRE	4
	Error	72
	Total	107

CUADRO Nº 4. Esquema del análisis de la variancia para las medidas de las características morfológicas

Fuentes de variación		Grados de libertad
Ambientes	(A)	1
Medios de germinación	(M)	2
Riegos	(R)	1
Edades de repique	(E)	2
	AM	2
	AR	1
	AE	2
	MR	2
	ME	4
	RE	2
	AMR	2
	AME	4
	ARE	2
	MRE	4
	AMRE	4
	Error	1260
	Total	1295

IV. RESULTADOS

A. Germinación

1. Contada acumulativa de las plántulas germinadas desde los 16 hasta los 25 días después de la siembra

Se pudo observar que la germinación de las semillas de kadam se inició a los 16 días después de la siembra, según se indica en el Cuadro Nº 26, Apéndice B; entre los 22 a 25 días fué difícil contar las semillas germinadas en algunos germinadores, ya que la mayor germinación se pudo notar en estos días (Fig. 7).

2. Germinación a los 30 días después de la siembra

En vista de la dificultad en hacer un conteo total en algunos germinadores, en cada germinador se hizo un recuento parcial sobre 1 cm², lo cual se consideró como una repetición; en total se muestrearon 15 cm² al azar. Los resultados de este recuento se presentan en los Cuadros 5 y 6.

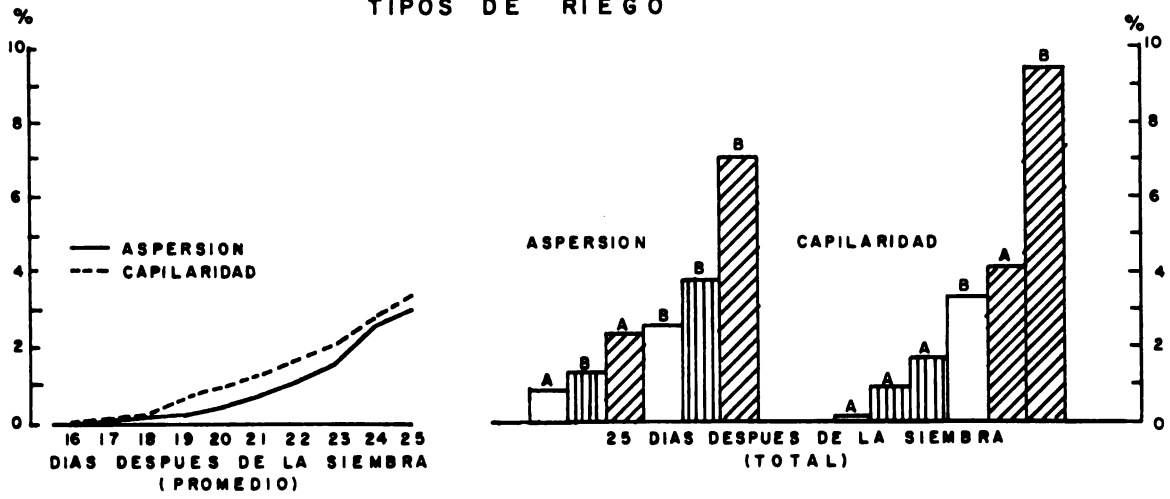
3. Efecto de los factores estudiados sobre la germinación

El análisis de la variancia (Cuadro Nº 27, Apéndice B), señala que:

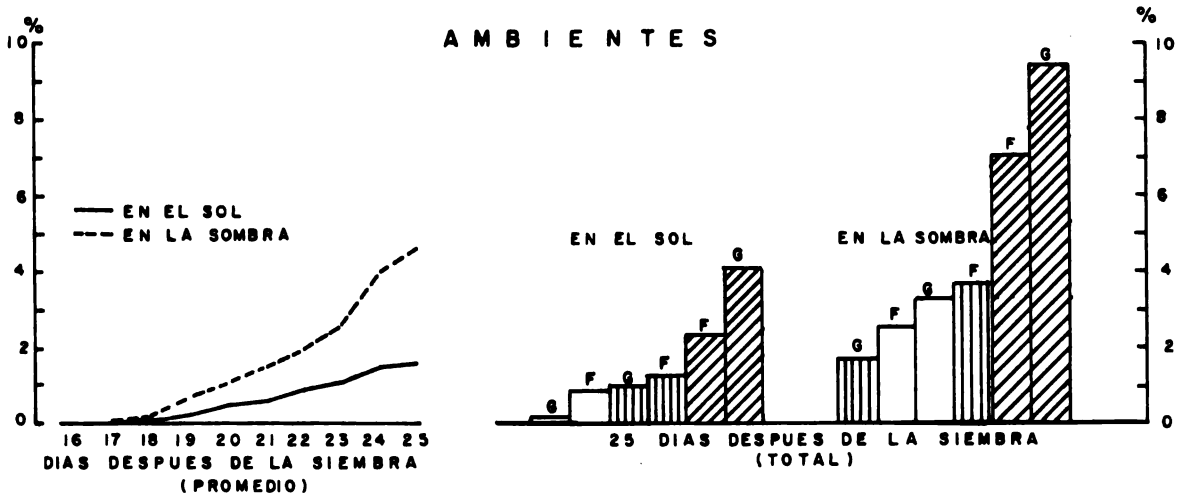
- a) Efectos principales. Todos los efectos principales fueron significativos ($P \leq 0,01$).
- b) Interacción simple. Las interacciones simples fueron significativas ($P \leq 0,01$), excepto la interacción entre los medios de germinación por los ambientes (AM).



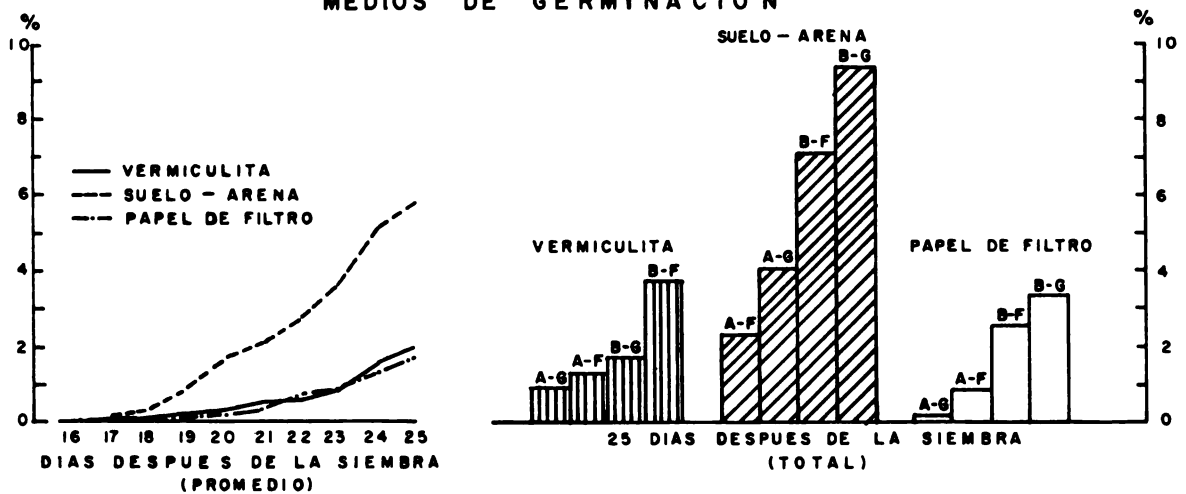
TIPOS DE RIEGO



AMBIENTES



MEDIOS DE GERMINACION



A = Al sol
 B = A la sombra

F = Aspersión
 G = Ascenso capilar

FIG. 7.- PORCENTAJES DE GERMINACION EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

CUADRO Nº 5. Germinación de Anthocephalus cadamba Miq., a los 30 días después de la siembra

Medios de germinación	Riegos	SEMILLAS GERMINADAS *	
		Al sol (A)	A la sombra (B)
Vermiculita (C)	Aspersión (F)	77	259
	Ascenso capilar (G)	49	81
466 **			
Suelo-arena (D) (mezcla 1:1)	Aspersión (F)	162	315
	Ascenso capilar (G)	197	338
653 **			
Papel de filtro (E)	Aspersión (F)	0	190
	Ascenso capilar (G)	0	153
343 **			
TOTAL		485	1336

* Total de semillas germinadas en 15 cm², tomados al azar sobre cada medio de germinación.

** Total de semillas germinadas, sin tomar en cuenta el ambiente ni el riego.

Las letras mayúsculas dentro de paréntesis, indican el factor en estudio para identificar un germinador (Cuadro Nº 1, pág. 19).

CUADRO Nº 6. Germinación de Anthocephalus cadamba Miq. a los 30 días después de la siembra, por gramo de semilla y por unidad de superficie (cm^2 del germinador)

Germinador	SEMILLAS GERMINADAS		
	Por cm^2	En el germinador*	Prom./gr.
A C F	5,13 ± 2,60	908,01 ± 460,20	1513
A C G	3,27 ± 1,03	578,79 ± 182,31	965
A D F	10,80 ± 7,42	1911,60 ± 1313,34	3186
A D G	13,13 ± 5,23	2324,01 ± 925,71	3873
A E F	0	0	0
A E G	0	0	0
B C F	17,27 ± 5,46	3056,79 ± 966,42	5095
B C G	5,40 ± 2,03	955,80 ± 359,31	1593
B D F	21,00 ± 6,56	3717,00 ± 1161,12	6195
B D G	22,53 ± 9,06 ✓	3987,81 ± 1603,62 ✓	6646
B E F	12,67 ± 3,37	2242,59 ± 596,49	3738
B E G	10,20 ± 9,42	1805,40 ± 1667,34	3009

* Area del germinador = 177 cm^2 , en la cual se sembraron 0,6 gr. de semillas (aproximadamente 10660 semillas)

A = Al sol
 B = A la sombra
 C = Vermiculita
 D = Suelo-arena (mezcla 1:1)

E = Papel de filtro
 F = Riego por aspersión
 G = Riego por ascenso capilar

- e) Interacción doble. La interacción doble entre riegos, medios de germinación y ambientes (AMR), también fué significativa ($P \leq 0,01$).

4. Características de las plántulas en los germinadores a los 90 días después de la siembra

A los 90 días después de la siembra, solamente tres germinadores (Cuadro Nº 7) contenían plántulas; en la Figura 8 se pueden ver las diferencias en tamaño de hojas y raicillas de las plántulas provenientes de estos germinadores.

CUADRO Nº 7. Germinadores que contenían plántulas a los 90 días después de la siembra

Germinador	Número de plántulas	
	Total \pm	Por cm^2
EDG	132	8,8 \pm 3,1
ADF	51	3,4 \pm 2,9
BCF	28	1,9 \pm 0,9

\pm Total de plántulas en 15 cm^2 , tomados al azar sobre cada germinador.

A = Al sol

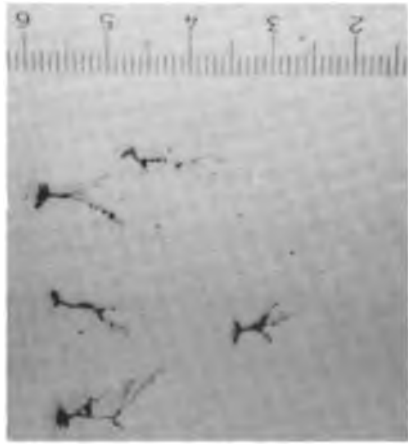
B = A la sombra

C = Vermiculita

D = Suelo-arena (mezcla 1:1)

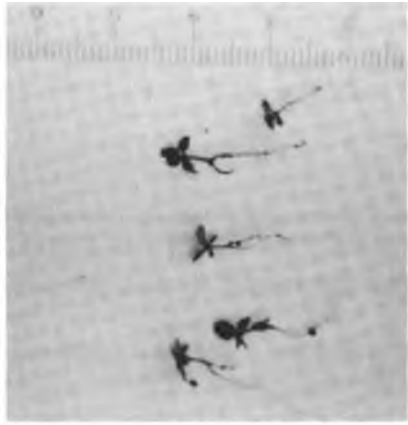
F = Aspersión

G = Ascenso capilar



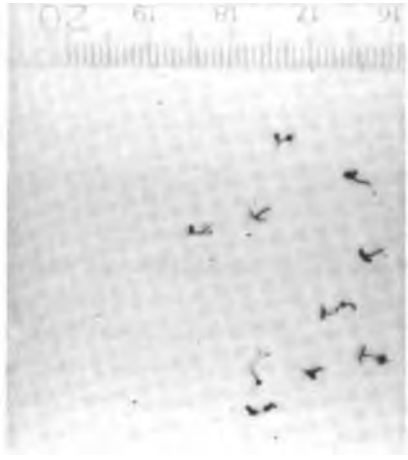
A

En suelo-arena (mezcla 1:1)
regado por aspersión



B

En suelo-arena (mezcla 1:1)
regado por ascenso capilar



B

En vermiculita regado por
aspersión

Fig. 8. CARACTERISTICAS DE PLANTULAS EN ALGUNOS GERMINADORES A LOS NOVENTA DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA
A = En el sol
B = En la sombra.

Además, en el Cuadro N^o 7 podemos ver las diferencias en densidad de población por unidad de superficie (1 cm^2), que contenía cada germinador a los 90 días después de la siembra:

a) En la sombra, plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena, regadas por ascenso capilar tuvieron una densidad de $8,8 \pm 3,1$ plántulas por cm^2 .

b) En el sol, plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena regadas por aspersión tuvieron una densidad de $3,4 \pm 2,9$ plántulas por cm^2 .

c) En la sombra, plántulas germinadas en vermiculita tuvieron una densidad de $1,9 \pm 0,9$ plántulas por cm^2 .

B. Supervivencia y características morfológicas

La supervivencia y características morfológicas de las plántulas en cada medio de germinación usado, se indican en los Cuadros N^o 8, 9 y 10; en cada uno de estos cuadros, la última columna indica el número correspondiente a los tratamientos según se definió en los métodos (Cuadro N^o 1, pág. 19).

1. Vermiculita

Se pudo observar que las plántulas procedentes de la sombra, regadas por aspersión y repicadas a las cuatro semanas después de la siembra (tratamiento 19), alcanzaron la más alta supervivencia de todos los tratamientos con vermiculita (81%). Los porcentajes de supervivencia, número de hojas promedio por plántula y longitud foliar promedio, se presentan en el Cuadro N^o 8.

CUADRO Nº 8. Supervivencia y características morfológicas después del repique de plántulas germinadas en vermiculita

GERMINADAS EN EL SOL								
Riegos	Edades de repique (★)	SUPERVIVENCIA		CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS				Tratamiento Nº
		Nº	%	Nº de hojas		Longitud foliar (cm)		
				Total	Prom.	Total	Prom.	
Aspersión	4	4	11,0	13	3	1,48	0,4	1
	8	10	27,8	52	5	7,98	0,8	2
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	3
Ascenso capilar	4	1	2,8	2	2	0,17	0,2	4
	8	1	2,8	4	4	0,45	0,5	5
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	6
GERMINADAS EN LA SOMBRA								
Aspersión	4	29	80,6	161	6	28,50	1,0	19
	8	6	16,7	28	5	4,25	0,7	20
	12	10	27,8	51	5	11,26	1,1	21
Ascenso capilar	4	2	5,6	8	4	0,90	0,5	22
	8	4	11,1	14	4	2,13	0,5	23
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	24

★ Semanas después de la siembra

El transcurso de observaciones fué:

Supervivencia, 30 días después del repique

Características morfológicas, 40 días después del repique

2. Suelo-arena (mezcla 1:1)

Las plántulas que procedían del sol, donde se las regaba por aspersión (tratamientos 7, 8, 9), alcanzaron 78, 78 y 89 por ciento de supervivencia respectivamente mayor que aquéllas regadas por capilaridad. En contraste, de las plantas procedentes de la sombra, aquéllas regadas por ascenso capilar (tratamientos 28, 29, 30), mostraron 70, 64 y 83 por ciento de supervivencia respectivamente mayor que aquéllas regadas por aspersión. De estas últimas, el tratamiento 25 alcanzó un 61 por ciento de supervivencia (plántulas repicadas a las cuatro semanas). Los porcentajes de supervivencia, número de hojas promedio por plántula y longitud foliar promedio, se pueden ver en el Cuadro Nº 9.

3. Papel de filtro

Si bien se observó una supervivencia hasta de 58 por ciento, las plántulas sobrevivientes eran pequeñas, con cuatro hojitas promedio por plántulas y 0,4 cm de promedio de longitud foliar, como se puede ver en el Cuadro Nº 10.

CUADRO Nº 9. Supervivencia y características morfológicas después del repique de plántulas germinadas en suelo-arena (mezcla 1:1)

GERMINADAS EN EL SOL								
Riegos	Edades de repique (★)	SUPERVIVENCIA		CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS				Tratamiento Nº
		Nº	%	Nº de hojas		Longitud foliar (cm)		
				Total	Prom.	Total	Prom.	
Aspersión	4	28	77,8	155	6	30,85	1,1	7
	8	28	77,8	158	6	30,55	1,1	8
	12	32	88,9	190	6	44,29	1,4	9
Ascenso capilar	4	14	38,9	70	5	13,96	1,0	10
	8	23	63,9	136	6	24,87	1,1	11
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	12
GERMINADAS EN LA SOMBRA								
Aspersión	4	22	61,1	118	5	21,60	1,0	25
	8	5	13,9	22	4	3,26	0,7	26
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	27
Ascenso capilar	4	25	69,5	117	5	24,41	1,0	28
	8	23	63,9	97	4	12,71	0,6	29
	12	30	83,3	164	5	39,26	1,3	30

★ Semanas después de la siembra

El transcurso de observaciones fué:

Supervivencia, 30 días después del repique

Características morfológicas, 40 días después del repique

CUADRO Nº 10. Supervivencia y características morfológicas después del repique de plántulas germinadas en papel de filtro

GERMINADAS EN EL SOL								
Riegos	Edades de repique (★)	SUPERVIVENCIA		CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS				Tratamiento Nº
		Nº	%	Nº de hojas		Longitud foliar (cm)		
				Total	Prom.	Total	Prom.	
Aspersión	4	2	5,6	8	4	1,21	0,6	13
	8	16	44,5	80	5	12,63	0,8	14
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	15
Ascenso capilar	4	10	27,8	38	4	5,00	0,5	16
	8	21	58,3	78	4	9,29	0,4	17
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	18
GERMINADAS EN LA SOMBRA								
Aspersión	4	21	58,3	97	5	15,20	0,7	31
	8	3	8,3	13	4	2,19	0,7	32
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	33
Ascenso capilar	4	17	47,2	66	4	12,78	0,8	34
	8	0	0,0	0	0	0,00	0,0	35
	12	0	0,0	0	0	0,00	0,0	36

★ Semanas después de la siembra

El transcurso de observaciones fué:

Supervivencia, 30 días después del repique

Características morfológicas, 40 días después del repique

En el Cuadro Nº 11 se dan los totales de supervivencia y promedios de las características morfológicas de las plántulas repicadas, las cuales procedían de los dos ambientes.

CUADRO Nº 11. Supervivencia y características morfológicas de las plántulas repicadas, procedentes de los dos ambientes

	Plántulas germinadas	
	En el sol	En la sombra
Plántulas supervivientes	190	197
Número de hojas promedio/plántula	4,54	4,53
Longitud foliar promedio/plántula (cm)	0,752	0,806

4. Efecto de los factores estudiados

Tanto para la supervivencia como para el número de hojas y longitud foliar, los análisis de la variancia efectuados (Cuadros Nº 28, 29 y 30, Apéndice B), indican:

a) Efectos principales. Los efectos principales, medios de germinación, tipos de riego y edades de repique, fueron significativos ($P \leq 0,01$), mientras que el efecto riego fué significante ($P \leq 0,05$) para la supervivencia.

b) Interacción simple. Las interacciones simples fueron significativas ($P \leq 0,01$), mientras que la interacción medios por edades fué significativa ($P \leq 0,05$) para la supervivencia y para el número de hojas, y la interacción riegos por edades fué significativa ($P \leq 0,05$) para la longitud foliar.

c) Interacción doble. Las interacciones dobles fueron significativas ($P \leq 0,01$), mientras que la interacción ambientes, por medios y por edades, fué significante ($P \leq 0,05$) para la supervivencia; y no fueron significativas la interacción medios, por riegos y por edades, para la supervivencia, y la interacción ambientes, por medios y por edades, para las características morfológicas.

d) Interacción triple. La interacción triple fué significativa ($P \leq 0,01$) para la supervivencia y características morfológicas.

5. Supervivencia por tratamientos después del repique

Plántulas germinadas al sol han dado los más altos porcentajes de supervivencia cuando éstas se repicaron a las ocho semanas, mientras que las plántulas germinadas en la sombra dieron los más altos porcentajes de supervivencia cuando fueron repicadas a las cuatro semanas (Cuadros Nº 12 y 13). En el Cuadro Nº 13 se muestran los totales de plántulas supervivientes por tratamientos; los números que se leen frente a cada edad de repique, son los correspondientes al total de plántulas supervivientes de 36 plántulas repicadas en cada tratamiento.

En el Cuadro N^o 14 se presenta la supervivencia encontrada para los diversos tratamientos por clases de supervivencia.

Las diferencias de supervivencia por ambientes, medios de germinación, tipos de riego y edades de repique, pueden verse en la Figura 9, pág. 46; las cifras colocadas sobre las barras de esta figura, indican el número clave del tratamiento (Cuadro N^o 1, pág. 19) y las cifras que van entre paréntesis son los números totales de plántulas que sobrevivieron después del repique.

En la Figura 10 podemos observar las diferencias en tamaño de plántulas de la misma edad, pero que fueron repicadas en tres fechas a partir de la siembra.

CUADRO N^o 12. Totales de plántulas supervivientes para las tres edades de repique, porcentajes totales para los dos ambientes y para las tres edades de repique después de la siembra

Edades	Totales [★]	Al sol	A la sombra	Total %
		%	%	
Cuatro semanas	175	27,3	53,7	40,5
Ocho semanas	140	45,9	18,1	32,0
Doce semanas	72	14,8	18,5	16,7

★ Totales de plántulas supervivientes para las tres edades de repique a partir de la siembra

CUADRO Nº 13. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, tres medios de germinación, dos tipos de riego, y las tres edades de repique a partir de la fecha de siembra

Ambientes	Medios	Riegos	Edades ^{★★}	Tratamiento Nº
A = 190	C = 16	F = 14	H = 4	1
			I = 10	2
			J = 0	3
		G = 2	H = 1	4
			I = 1	5
			J = 0	6
	D = 125	F = 88	H = 28	7 *
			I = 28	8 *
			J = 32	9 *
		G = 37	H = 14	10
			I = 23	11 *
			J = 0	12
	E = 49	F = 18	H = 2	13
			I = 16	14
			J = 0	15
		G = 31	H = 10	16
			I = 21	17
			J = 0	18
B = 197	C = 51	F = 45	H = 29	19 *
			I = 6	20
			J = 10	21
		G = 6	H = 2	22
			I = 4	23
			J = 0	24
	D = 105	F = 27	H = 22	25 *
			I = 5	26
			J = 0	27
		G = 78	H = 25	28 *
			I = 23	29 *
			J = 30	30 *
	E = 41	F = 24	H = 21	31
			I = 3	32
			J = 0	33
		G = 17	H = 17	34
			I = 0	35
			J = 0	36

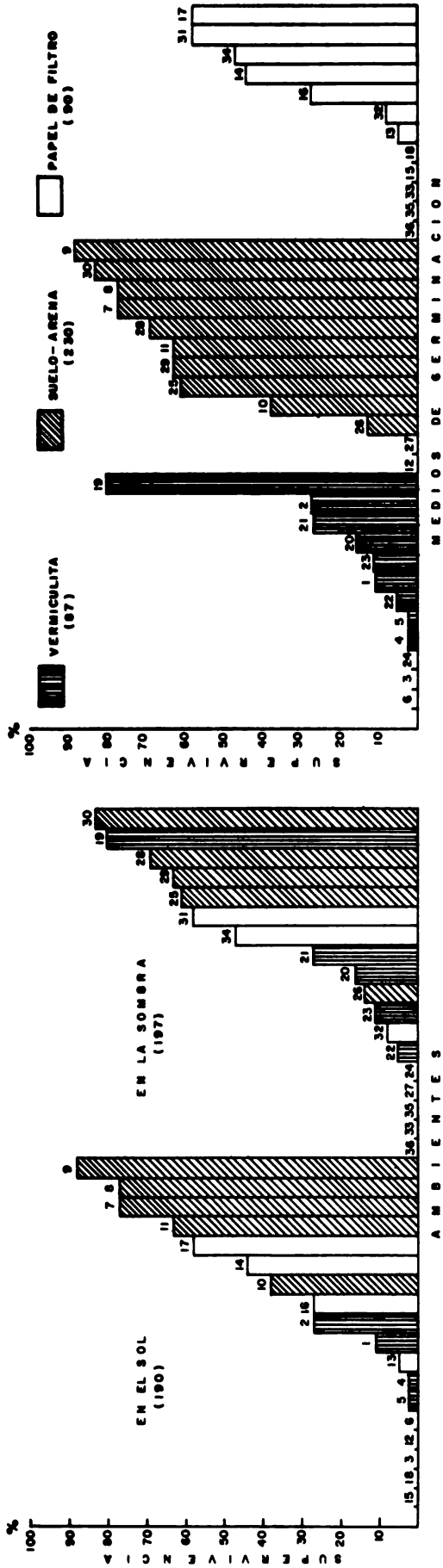
* Las diferencias entre los promedios de estos tratamientos no fueron significativas ($P \leq 0,01$). Los tratamientos correspondientes a estos números se pueden ver en el Cuadro Nº 1, pág. 19.

★★ Final de la contada a los 30 días después del repique.

CUADRO Nº 14. Porcentaje de supervivencia en los tratamientos estudiados, ordenados por clases de supervivencia

Clase	Supervivencia %	Tratamientos*						
I	80 - 100	9	19	30				
II	60 - 80	7	8	11	25	28	29	
III	40 - 60	14	17	31	34			
IV	20 - 40	2	10	16	21			
V	0 - 20	1	3	4	5	6	12	
		13	15	18	20	22	23	
		24	26	27	32	33	35	
		36						

* Los tratamientos correspondientes a estos números se pueden ver en el Cuadro Nº 1, pág. 19.



NOTA: LOS NUMEROS SOBRE LAS BARRAS REPRESENTAN LOS TRATAMIENTOS Y ENTRE PARENTESIS LOS TOTALES DE PLANTULAS SUPERVIVIENTES.

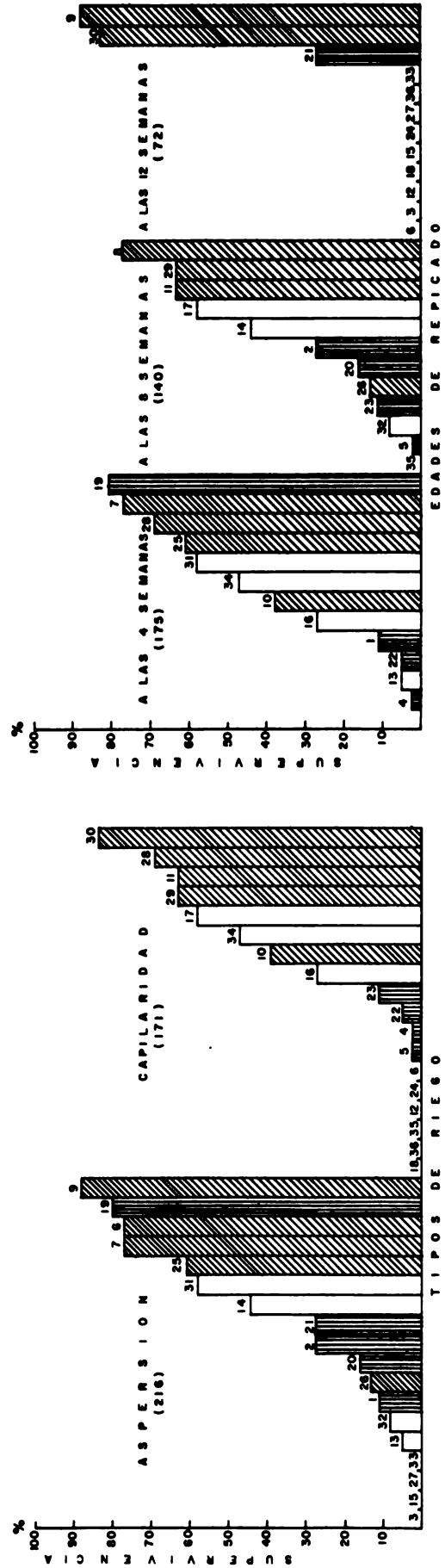
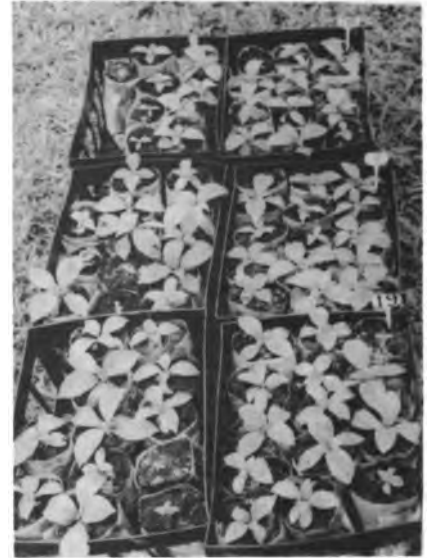
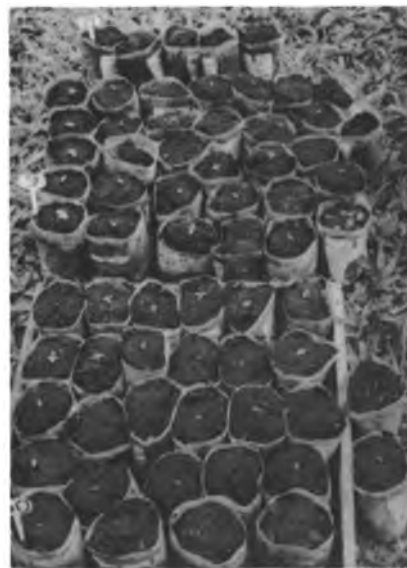


FIG. 9.- SUPERVIVENCIA EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS (%)



A



B

C

Fig. 10. PLANTULAS DE 4 1/2 MESES DE EDAD A PARTIR DE LA FECHA DE SIEMBRA

A = Plántulas repicadas a las 4 semanas después de la siembra
B = " " " " 8 " " " " "
C = " " " " 12 " " " " "

V. DISCUSION

A. Germinación

Para una fácil diferenciación entre los ambientes en estudio bajo los techos de plástico (al sol) y de zinc (a la sombra), se han calificado a los tipos de tiempo en: tiempo bueno (cielo despejado) 0, 1, 2; tiempo variable 3, 4; tiempo malo (cielo nublado o cubierto) 5, 6, 7. En la Figura 11, Apéndice C, se puede ver la explicación de cada tipo de tiempo.

Las semillas empezaron a germinar a los 16 días después de la siembra (Figura 7 y Cuadro Nº 5, pags. 31 y 32). Según la literatura éstas germinan de 12 hasta los 30 días (9, 19). Alrededor de los 12 días después de la siembra, el tiempo fué lluvioso variable a intensivamente lluvioso (Figura 11, Apéndice C), por consiguiente entre los 7 a 15 días después de la siembra, la temperatura fué baja. Según Grime (10) la temperatura es el factor meteorológico más importante para la germinación de las semillas.

El transcurso del tiempo reinante en Turrialba desde el día de la siembra hasta los 30 días después de la siembra, se puede observar en la Figura 11, Apéndice C. En este transcurso el tiempo se tornó de lluvioso variable (tipos 3, 4) a intensivamente lluvioso (tipos 5, 6, 7), con solamente 5 días despejados (tipos 1, 2). Las temperaturas promedias durante la germinación fueron: máxima 25,4°C, mínima 18°C y media 21,7°C (Cuadro Nº 33, Apéndice C).

En el transcurso del experimento* del 9 de noviembre de 1967 al 9 de marzo de 1968, se tuvieron 32 días despejados, 47 días variables y 43 días cubiertos (mal tiempo). En el Cuadro Nº 34, Apéndice C, se muestran datos meteorológicos durante el experimento y los promedios de los 10 últimos años para todos los factores, mientras que la precipitación es para los últimos 20 años. A partir del 22 de marzo se desataron fuertes lluvias, rebasando el promedio de los últimos 20 años en unas cinco veces.

1. Contrastes de temperatura dentro de los ambientes

a. Tiempo malo (cielo nublado o cubierto)

A medio día las diferencias de temperatura no pasaron de 6°C; en las noches, dentro del cobertizo de plástico (al sol), se registró que la temperatura era 1°C más alta que en el cobertizo de zinc (a la sombra), Figura 12-A, Apéndice C.

b. Tiempo bueno (cielo despejado)

A medio día se registraron diferencias de temperatura hasta de 14°C más alta dentro del cobertizo de plástico (al sol) que dentro del cobertizo de zinc (a la sombra); en las noches dentro del cobertizo de zinc (a la sombra) la temperatura se registró en 1°C más alta que dentro del cobertizo de plástico (Figura 12-B, Apéndice C).

* Según publicaciones, Unidad de Recursos para el Desarrollo, IICA, meses noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

2. Contrastes de luz dentro de los ambientes

Las características de luminosidad en libre exposición, expresadas en unidades absolutas, bajo diferentes nubosidades se presenta en la Figura 16, Apéndice C. La intensidad lumínica era de 110.000 Lux en tiempo bueno (cielo despejado), 50.000 Lux en tiempo de nubosidad transparente y 10.000 Lux en tiempo malo (cielo cubierto) con nubes bajas y densas.

Las intensidades de luminosidad, para los diferentes tipos de tiempo en los cobertizos al sol (techo de plástico) y a la sombra (techo de zinc), calculadas en unidades relativas (porcientos) con respecto a la libre exposición, se presentan en la Figura 17, Apéndice C.

a. Tiempo malo (cielo nublado o cubierto)

El techo de plástico deja pasar de 80 a 85 por ciento de luz difusa y el techo de zinc solamente de 10 a 15 por ciento de luz difusa (Figura 17, Apéndice C).

b. Tiempo bueno (cielo despejado)

El techo de plástico deja pasar de 80 a 85 por ciento de luz directa más 10 por ciento de luz difusa, en tanto que el techo de zinc sólo deja pasar el 10 por ciento de luz difusa (Figura 17, Apéndice C). En esta forma la disminución relativa es prácticamente igual, dependiendo principalmente del estado de cobertura del cielo.

Así podemos ver un contraste en luminosidad entre libre exposición, techo de plástico (al sol) y techo de zinc (a la sombra). Si analizamos la luminosidad en unidades absolutas, a las 12 horas:

- 1) Para un día despejado, con 110.000 Lux en libre exposición

(Figura 16, Apéndice C), el 80 por ciento de luz directa (88.000 Lux) más el 10 por ciento de luz difusa (11.000 Lux) es recibido bajo techo de plástico (al sol). Mientras que bajo techo de zinc (a la sombra) solamente el 10 por ciento (11.000 Lux) traspasa en forma de luz difusa.

2) Para un día nublado, con 20.000 Lux en libre exposición (luz difusa), bajo plástico (al sol), se reduce en un 20 por ciento (16.000 a 20.000 Lux), mientras que en techo de zinc (a la sombra) en un 90 por ciento (1.000 a 2.500 Lux).

Llegamos a la conclusión de que en techo metálico (a la sombra) hay poca variabilidad (10.000 Lux), mientras que en libre exposición y con techo de plástico (al sol) de 15.000 a 110.000 Lux para tipos de tiempo cubierto o despejado respectivamente.

3. Análisis de los factores estudiados

Analizando los totales de semillas germinadas hasta los 30 días después de la siembra, en 15 cm² de cada germinador (Cuadro N^o 5), según el análisis de la variancia indicado en el Cuadro N^o 27, Apéndice B, se deduce que:

a) La germinación en la sombra es superior que en el sol, siendo las diferencias entre los ambientes significativas ($P \leq 0,01$).

b) Entre los medios de germinación existen diferencias significativas ($P \leq 0,01$); se puede observar que en la mezcla de suelo-arena, se obtuvo el mayor número de semillas germinadas, luego en vermiculita y por último en papel de filtro.

c) La respuesta a los tipos de riego dio diferencias significativas ($P \leq 0,01$) tanto por cada medio de germinación como dentro de cada

ambiente.

d) Sin considerar el factor riego, las diferencias no son significativas para los medios de germinación dentro de los ambientes (AM). Pero por efecto del factor riego (AMR), las diferencias que se encontraron fueron significativas ($P \leq 0,01$).

El análisis de la variancia (Cuadro Nº 27, Apéndice B), señala una diferencia significativa ($P \leq 0,01$) entre ambientes. Como podemos ver en el Cuadro Nº 5 (pág. 32), Cuadro Nº 26 (Apéndice B), y Figura 7 (pág. 31), bajo sombra (techo de zinc) se contó el mayor número de semillas germinadas desde los 16 hasta los 30 días después de la siembra.

Analizando el Cuadro Nº 5, vemos que dentro de la sombra la mayor germinación encontrada fué en la mezcla de suelo-arena y en vermiculita.

Luego de hacer comparaciones de los resultados por germinadores mediante la prueba de Rango Múltiple de Duncan (5), se encontró que no hay diferencia significativa al hacer germinar semillas de Anthocephalus cadamba Miq. en la sombra, en mezcla de suelo-arena, regadas por aspersión p ascenso capilar (Cuadro Nº 31, Apéndice B). Sin embargo, 30 días después de la siembra, las semillas germinadas en la mezcla de suelo-arena, regadas por aspersión mostraban plántulas más pequeñas que aquéllas regadas por ascenso capilar; además el germinador se secaba rápidamente y presentaba formación de ligeras costras en la superficie sobre la cual germinaron las semillas. Por último, alrededor de los 70 a 80 días después de la siembra, las plántulas germinadas en la mezcla de suelo-arena, regadas por aspersión, murieron por la enfermedad del almácigo ("damping off"). En contraste, aquellas plántulas regadas por ascenso capilar se

mostraban vigorosas, con un tamaño uniforme en su población y sin ataque de la enfermedad del almácigo; en la Figura 8, pág. 35, se pueden ver las características de estas plántulas aún hasta los 90 días después de la siembra.

4. Características meteorológicas dentro de la bolsa que cubría un germinador con respecto a la del aire en la sombra

En cualquier tipo de tiempo (cielo despejado a cubierto) se consideraron los siguientes factores meteorológicos: temperatura, humedad relativa y déficit de saturación del aire en la sombra, como base de referencia. Se establecieron las diferencias de éstos entre las condiciones en el interior de la bolsa que cubría un germinador y las condiciones de sombra. Las desviaciones en cada uno de los casos están representadas por las curvas en las Figuras 13, 14 y 15, Apéndice C, las cuales muestran las tendencias de las características meteorológicas bajo los diferentes medios durante los estados atmosféricos presentados, cuyos límites definen los valores respectivos a buen tiempo.

Las características meteorológicas dentro de un germinador, fueron en general (en sol o sombra y con cualquier tipo de riego): a) más caliente, más seco y con una mayor velocidad de evaporación, cuando la desviación térmica es positiva, mientras que las desviaciones de humedad relativa y el déficit de saturación son negativos; b) más fresco, más húmedo y con una evaporación lenta, cuando la desviación térmica era negativa, en tanto que las desviaciones de humedad relativa y el déficit de saturación fueron positivos.

Es muy probable que bajo techo se zinc (a la sombra): a) en el interior de la bolsa que cubría el germinador (mezcla de suelo-arena, regado por aspersión), las características meteorológicas a medio día en un tiempo bueno (cielo despejado), con respecto al aire en la sombra, éste se tornaba caliente, con una humedad relativa alta y con una velocidad de evaporación alta; b) mientras que en el interior de la bolsa que cubría al germinador (mezcla de suelo-arena, regado por capilaridad), estas características meteorológicas eran fresco, ligeramente seco y con una evaporación lenta, tal como se puede deducir de las Figuras 13, 14 y 15, Apéndice C.

Podemos considerar que se encontró una mayor germinación: a) en la sombra (techo de zinc), en la que tanto en tiempo malo como bueno, solamente pasa de 10 a 15 por ciento de luz difusa (10.000 a 12.000 Lux) de la de afuera; b) en mezcla de suelo-arena; c) regado por ascenso capilar; y d) con características meteorológicas en el interior de la bolsa que cubre este germinador: con un calentamiento no muy fuerte, ligeramente seco y con una velocidad de evaporación lenta durante el medio día de un día con tiempo bueno (cielo despejado); esto en base a que los máximos contrastes entre los ambientes (sol y sombra) se encontraron a medio día en un tiempo bueno (cielo despejado), Figuras 12 y 17, Apéndice C; por lo cual sube fuertemente la temperatura, incrementándose el déficit de saturación y con él la velocidad de evaporación. En este medio se secó rápidamente la superficie sobre la cual germinaron las semillas; sólo por ascenso capilar y con un menor calentamiento se proporcionaron las condiciones que dieron la mejor germinación.

B. Supervivencia

Analizando los totales de plántulas que supervivieron después del repique (Cuadros Nº 8, 9 y 10, págs. 37, 39 y 40), y según el análisis de la variancia indicado en el Cuadro Nº 28, Apéndice B, se deduce:

1. Ambientes

No hubo diferencia significativa entre ambientes; según se puede observar en la Figura 9, pág. 46. Las diferencias entre ambientes se debieron: a) medios de germinación (Cuadro Nº 15); b) tipos de riego (Cuadro Nº 16); y c) edades de repique (Cuadro Nº 17) utilizados.

Cuadro Nº 15. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes y los tres medios de germinación

Medios	Ambientes	
	A	B
C	16	51
D	125	105
E	49	41

Se obtuvo mayor supervivencia con plántulas germinadas bajo techo de plástico (al sol), en mezcla de suelo-arena. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,01$).

Así, en ambos ambientes (Cuadro N^o 15) con plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena, se encontró mayor supervivencia que en los otros medios de germinación. En el Cuadro N^o 16 podemos ver que el efecto de los riegos en ambos ambientes fueron diferentes; en el sol se obtuvo mayor supervivencia cuando las plántulas se regaban por aspersion; mientras que a la sombra regando las plántulas por ascenso capilar.

CUADRO N^o 16. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes y los dos tipos de riego

Riegos	Ambientes	
	A	B
F	120	96
G	70	101

Se obtuvo mayor supervivencia con plántulas germinadas al sol, cuando éstas eran regadas por aspersion. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0.01$).

En el Cuadro N^o 17 vemos que la supervivencia al repique de plántulas germinadas en un ambiente dependieron de la edad de repique.

CUADRO N^o 17. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes y las tres edades de repique

Edades	Ambientes	
	A	B
H	59	116
I	99	41
J	32	40

Se obtuvo mayor supervivencia con plántulas germinadas bajo techo de zinc (en la sombra), repicadas a las cuatro semanas después de la siembra. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,01$).

2. Medios de germinación

Entre los medios de germinación hubo diferencias significativas ($P \leq 0,01$).

Las diferencias entre medios de germinación variaron con: a) tipo de riego (Cuadro N^o 18), y b) las edades de repique (Cuadro N^o 19) utilizados.

Así, en el Cuadro N^o 18 vemos que las plántulas procedentes de cualquier medio de germinación dependieron del tipo de riego utilizado.

CUADRO N° 18. Totales de plántulas supervivientes para los tres medios de germinación y los dos tipos de riego

Riegos	Medios		
	C	D	E
F	59	115	42
G	8	115	48

Las plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena, regadas tanto por aspersión como por ascenso capilar, fueron las que mayor supervivencia alcanzaron después del repique. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,01$).

En el Cuadro N° 19 vemos que la supervivencia de plántulas germinadas en un medio dependieron de la edad en que éstas fueron repicadas; de esto se podría deducir que la mejor edad de repique de plántulas germinadas en vermiculita y en papel de filtro, sería las cuatro semanas; en tanto que las plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena podrían repicarse a las 4, 8 y hasta 12 semanas a partir de la fecha de siembra.

CUADRO Nº 19. Totales de plántulas supervivientes para los tres medios de germinación y las tres edades de repique

Edades	Medios		
	C	D	E
H	36	89	50
I	21	79	40
J	10	62	0

La mayor supervivencia se obtuvo con plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena, repicadas a las cuatro semanas después de la siembra. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,05$).

3. Tipos de riego

Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los tipos de riego utilizados.

4. Edades de repique

Las diferencias encontradas entre las edades de repique fueron significativas ($P \leq 0,01$).

Sin tomar en cuenta ambientes y medios de germinación, la supervivencia de plántulas cuando éstas fueron regadas por un tipo de riego, dependieron de la edad en que fueron repicadas. Así, para el riego por aspersión se encontró que la mejor edad es cuatro semanas, mientras que para el riego por ascenso capilar, ocho semanas (Cuadro N^o 20).

CUADRO N^o 20. Totales de plántulas supervivientes para los dos tipos de riego y las tres edades de repique

Edades	Riegos	
	F	G
H	106	69
I	68	72
J	42	30

La mayor supervivencia se encontró cuando los germinadores se regaban por aspersión, repicando las plantas a las cuatro semanas después de la siembra. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,01$).

Sin tomar en cuenta las edades de repique, la supervivencia de plántulas germinadas en un medio de germinación, dependieron del ambiente y del tipo de riego que se les dio. Así, plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena, muestran diferencias: en el sol, se pudo ver que con plántulas regadas por aspersión, la supervivencia fué superior que con aquellas regadas por ascenso capilar, mientras que en la sombra, plántulas regadas por ascenso capilar dieron una mayor supervivencia (Cuadro Nº 21).

CUADRO Nº 21. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, los tres medios de germinación y los dos tipos de riego

Medios	Riegos	Ambientes	
		A	B
C	F	14	45
	G	2	6
D	F	88	27
	G	37	78
E	F	18	24
	G	31	17

Se encontró mayor supervivencia con plántulas germinadas al sol, en mezcla de suelo-arena, regadas por aspersión. Las diferencias son significativas ($P \leq 0,01$).

Sin tomar en cuenta los ambientes, la supervivencia de plántulas germinadas en un medio dependieron del tipo de riego y de las edades a que éstas fueron repicadas (Cuadro Nº 22).

CUADRO Nº 22. Totales de plántulas supervivientes para los tres medios de germinación, los dos tipos de riegos y las tres edades de repique

Medios	Riegos	Edades		
		H	I	J
C	F	33	16	10
	G	3	5	0
D	F	50	33	32
	G	39	46	30
E	F	23	19	0
	G	27	21	0

Se encontró mayor supervivencia con plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena, regadas por aspersión, repicadas a las cuatro semanas después de la siembra. Las diferencias no fueron significativas.

Observando el Cuadro Nº 22 podemos darnos una idea respecto a la supervivencia de plántulas germinadas en los diferentes medios de germinación. Con plántulas germinadas en vermiculita se alcanzó mayor supervivencia regando por aspersión, que por ascenso capilar, repicando

a las cuatro semanas; en mezcla de suelo-arena se obtuvo casi igual supervivencia cuando éstas fueron regadas por cualquier tipo de riego, repicando a las 4, 8 y 12 semanas; con papel de filtro se obtuvo mayor supervivencia con plántulas regadas por ascenso capilar, repicando a las cuatro semanas.

Sin tomar en cuenta los riegos, la supervivencia de plántulas germinadas en un medio de germinación, dependieron del ambiente y de la edad a que éstas fueron repicadas (Cuadro Nº 23).

CUADRO Nº 23. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, los tres medios de germinación y las tres edades de repique

Edades	Ambientes					
	A			B		
	Medios de germinación					
	C	D	E	C	D	E
H	5	42	12	31	47	38
I	11	51	37	10	28	3
J	0	32	0	10	30	0

La mayor supervivencia se obtuvo con plántulas germinadas al sol, en mezcla de suelo-arena, repicadas a las ocho semanas después de la siembra. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,05$).

En el Cuadro Nº 23 podemos ver que las plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena supervivieron de acuerdo al ambiente de donde provenían y de la edad a que fueron repicadas. Plántulas procedentes del sol supervivieron más repicando a las ocho semanas, que cuando fueron repicadas a las 4 y 12 semanas; mientras que plántulas procedentes de la sombra, supervivieron más cuando éstas fueron repicadas a las cuatro semanas. Del Cuadro Nº 23 deducimos también que hubo una mayor supervivencia con plántulas germinadas en la sombra, repicando a las cuatro semanas después de la siembra; esto se debió sin duda, a la velocidad de germinación que se tuvo en la sombra. En la Figura 7, pág. 31, y en el Cuadro Nº 26, Apéndice B, podemos notar las diferencias de germinación en los dos ambientes.

Sin tomar en cuenta los medios de germinación, la supervivencia de plántulas de un ambiente depende del tipo de riego dado y de la edad a que éstas son repicadas. En el Cuadro Nº 24 vemos que las plántulas germinadas en el sol supervivieron más en cualquier edad de repique, cuando éstas eran regadas por aspersión. Sin duda, esto se debió a que el riego por ascenso capilar no funcionó en vermiculita (en ambos ambientes), ni en papel de filtro (en el sol).

En la sombra se alcanzó mayor supervivencia con plántulas repicadas a las cuatro semanas, cuando éstas fueron regadas por aspersión, mientras que con plántulas regadas por ascenso capilar se obtuvo mayor supervivencia repicando a las 8 y 12 semanas. Esto se debió a que a las cuatro semanas se repicaron plántulas sanas en todos los tratamientos, mientras que a partir de las ocho semanas (en la sombra) solamente un germinador, el cual se regaba por ascenso capilar, mostraba plántulas sanas

que llegaron a alcanzar buena supervivencia al repique (Figura 10).

CUADRO Nº 24. Totales de plántulas supervivientes para los dos ambientes, los dos tipos de riego y las tres edades de repique

Ambientes	Riegos	Edades		
		H	I	J
A	F	34	54	32
	G	25	45	0
B	F	72	14	10
	G	44	27	30

Se encontró mayor supervivencia con plántulas germinadas en la sombra, regadas por aspersión y repicadas a las cuatro semanas después de la siembra. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0,01$).

5. Interacción triple

La interacción triple: ambientes, por medios, por riegos y por edades (AMRE), fué significativa ($P \leq 0,01$).

Para plántulas de kadam germinadas en un medio, su crecimiento y por consiguiente su supervivencia al repique, dependieron del ambiente donde germinaron, del tipo de riego que se les suministró y de la edad a que éstas fueron repicadas a partir de la fecha de siembra (Cuadro Nº 13, pág. 44).

Podemos señalar las siguientes consideraciones:

a) Para las plántulas procedentes de la sombra se encontró mayor supervivencia repicando a las cuatro semanas después de la siembra, y para las plántulas procedentes del sol repicando a las ocho semanas después de la siembra.

b) Se obtuvo mayor supervivencia con plántulas germinadas en mezcla de suelo-arena; en el sol, cuando éstas fueron regadas por aspersión, y en la sombra cuando éstas fueron regadas por ascenso capilar.

Al hacer una clasificación de los resultados de los tratamientos por clases de supervivencia (Cuadro N^o 14, pág. 45) se encontró que los tratamientos 9, 19 y 30 pertenecen a la Clase I (80-100% de supervivencia), y los tratamientos 7, 8, 11, 25, 28 y 29 a la Clase II (60-80% de supervivencia). Los otros tratamientos alcanzaron una supervivencia menor al 60 por ciento.

Luego de hacer comparaciones mediante la prueba de Rango Múltiple de Duncan (5) con los promedios de supervivencia alcanzados por los diversos tratamientos, no se encontró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos 9, 19, 30 (Clase I) y 7, 8 y 28 (Clase II), Cuadro N^o 32, Apéndice B).

En vista de que no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los promedios de supervivencia en los tratamientos 7, 8 y 9 (procedentes del sol) y 28 y 30 (procedentes de la sombra), se les ordenó en el rango de clasificación en función de:

- a) El porcentaje de germinación
- b) El porcentaje de supervivencia de las plántulas después del repique

Desde el punto de vista económico el porcentaje de germinación de semillas de Anthocephalus cadamba Miq. tiene poca influencia en el costo de producción de plántulas. El factor decisivo es el porcentaje de supervivencia después del repique, como podemos ver en el siguiente ejemplo:

Suponiendo que el kilo de semillas de Anthocephalus cadamba Miq. cuesta \$2000, y que un kilo de semillas puras contiene alrededor de 20 millones de semillas, se tiene que el costo de las semillas para producir una plántula es de \$0,01 con 1 por ciento de germinación, mientras que con 100 por ciento de germinación esta cifra alcanzaría a \$0,001. La diferencia entre estos dos costos parciales no hacen variar significativamente el costo total de producción de cada plántula que es aproximadamente de \$0,20.

En el Cuadro N^o 9, pág. 39, se puede observar que los tratamientos 7, 8 y 9 (germinados en el sol en mezcla de suelo-arena) alcanzaron una supervivencia de 88 por ciento, mientras que los tratamientos 28, 29 y 30 (germinadas en la sombra en mezcla de suelo-arena) sólo alcanzaron 72 por ciento de supervivencia. Esto posiblemente se deba a que las plántulas germinadas al sol, con riego por aspersion sufrieron un endurecimiento (plántulas con hojas pequeñas y coriáceas), en tanto que las germinadas a la sombra, con riego por ascenso capilar se mostraron lozanas (hojas grandes, casi suculentas), como se puede ver en la Figura 8.

página 35.

C. Características morfológicas

Los análisis de la variancia efectuados (Cuadros N^o 29 y 30, Apéndice B), indican que no hay diferencias significativas entre el número de hojas promedio y longitud foliar promedio en plántulas después de ser repicadas, sean éstas plántulas germinadas al sol o a la sombra. En el Cuadro N^o 11, pág. 41, podemos ver claramente que las diferencias son muy pequeñas, hasta se puede decir que son iguales el número de hojas promedio de plántulas y la longitud foliar promedio de las plántulas 40 días después de ser repicadas.

En los Cuadros N^o 8, 9 y 10 (págs. 37, 39 y 40) se dan los totales de plántulas supervivientes por tratamientos con sus respectivos totales en número de hojas y longitud foliar. Con el fin de ver si existe correlación entre estas dos características de las plántulas, se consideraron los 26 pares de promedios para calcular el coeficiente de correlación $r = 0,86$, significativo ($P \leq 0,01$) (23).

Esta correlación es alta y además nos indica que las dos características estudiadas tienden a variar en el mismo sentido, esto es, si se incrementa el número de hojas por plántula, se incrementa también la longitud foliar. Se puede considerar que hay una correlación estrecha entre el número de hojas promedio de una plántula y la longitud entre los ápices de dos hojas opuestas más grandes de la misma plántula.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del presente estudio se puede concluir:

1. El mejor medio de germinación fué suelo-arena.
2. La germinación a la sombra fué superior que la germinación al sol.
3. La mejor germinación se obtuvo a la sombra en suelo-arena, regado por ascenso capilar.
4. La mejor edad para repicar las plántulas procedentes de los germinadores al sol, fué a las ocho semanas. Para las plántulas procedentes de los germinadores a la sombra, fué a las cuatro semanas.
5. La más alta supervivencia se obtuvo con plántulas germinadas en suelo-arena.
6. De las plántulas germinadas en suelo-arena en el sol, se obtuvo mayor supervivencia cuando éstas fueron regadas por aspersión; en sombra, se obtuvo mayor supervivencia cuando las plántulas germinadas fueron regadas por ascenso capilar.
7. No se encontró una diferencia estadística entre la supervivencia ni entre las características morfológicas para las plántulas procedentes de los dos ambientes, sol y sombra.

8. Existe una correlación directa ($r = 0,86$) para el número de hojas y la distancia entre los ápices de las dos hojas opuestas más grandes de las plántulas.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el vivero forestal de la Disciplina de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica. Su objetivo fué investigar la técnica más apropiada de producir plántulas de Anthocephalus cadamba, especie de árbol industrial muy prometedora para los trópicos.

Se dejaron germinar las semillas en dos ambientes (al sol y a la sombra), dentro de los cuales se midieron los factores meteorológicos tales como luminosidad, temperatura, humedad y evaporación. Se usaron tres medios de germinación en cada ambiente: vermiculita, suelo-arena (mezcla 1:1) y papel de filtro; mientras que se aplicaron dos tipos de riego: aspersion y ascenso capilar.

Las plántulas provenientes de los tratamientos antes mencionados, fueron repicadas en tres edades: 4, 8 y 12 semanas a partir de la fecha de siembra, con el fin de observar la influencia de la edad de repique de las plántulas sobre la supervivencia.

Una vez repicadas las plántulas se tomaron datos sobre algunas características morfológicas de las mismas, tales como número de hojas y la distancia entre los ápices de dos hojas opuestas más grandes.

El diseño experimental empleado fué irrestrictamente al azar en un arreglo factorial de $2 \times 3 \times 2$ para la germinación y de $2 \times 3 \times 2 \times 3$ para la supervivencia y características morfológicas de las plántulas.

La mejor, más rápida y uniforme germinación se obtuvo con semillas germinadas en la sombra, en suelo-arena, regando por ascenso capilar. En condiciones de este tratamiento podrían obtenerse por lo menos

4000 plántulas para el repique por gramo de semilla pura de Anthocephalus cadamba.

La mejor edad para repicar plántulas procedentes de los germinadores al sol, fué a las ocho semanas. Para las plántulas de los germinadores a la sombra fué de cuatro semanas.

La mayor supervivencia (89%) se obtuvo con plántulas germinadas al sol, en suelo-arena, regadas por aspersion, repicando a las 12 semanas después de la siembra. En condiciones de este tratamiento podrían obtenerse por lo menos 1000 plántulas por gramo de semilla pura sembrada.

No se encontró diferencia estadística entre la supervivencia ni diferencia entre las características morfológicas para las plántulas procedentes de los dos ambientes, sol y sombra.

SUMMARY

The present study was executed in the nursery of the Forest Department of the Interamerican Institute of Agricultural Sciences in Turrialba, Costa Rica. Its objective was to investigate an appropriate technique to produce seedlings of Anthocephalus cadamba, a very promising industrial tree species for the tropics.

Seeds were germinated in two different ambients (sunlight and shade) of which meteorological data such as luminosity, temperature, humidity and evaporation were measured. Three germination mediums were used in each of the ambients: vermiculite, a soil-sand mixture and filter paper, whilst also two watering - methods were applied, one using capillarity and the other aspersion.

The seedlings from these treatments were pricked off at three ages: 4, 8 and 12 weeks after sowing, in order to study the influence of the age of the germinated seedlings on their survival after pricking off.

Once the seedlings were pricked off, some morphological characteristics such as the number of leaves and the distance between the leaf-tips of the two largest opposite leaves were measured.

The experimental design employed was a strictly randomized factorial: $2 \times 3 \times 2$ in respect of the germination and $2 \times 3 \times 2 \times 3$ in respect of the survival and morphological characteristics of the seedlings.

The best, most rapid and uniform germination, was obtained with seeds germinating in shade, in a soil-sand mixture and watered through capillarity. Under these conditions at least 4000 seedlings could be obtained for pricking off from 1 gram of pure Anthocephalus cadamba

seed, used in this experiment.

In respect of pricking off, seedlings proceeding from the treatments in sunlight had the highest average survival rates when pricked off at the age of 8 weeks after sowing. Seedlings proceeding from treatments in the shade had the highest average survival rate when pricked off at an age of 4 weeks after sowing.

The highest survival rate (89%) of all treatments however, was obtained with seedlings germinated in sunlight, in a mixture of soil-sand, watered through capillarity and pricked off 12 weeks after sowing. Under these conditions at least 1000 seedlings could be obtained from 1 gram of pure Anthocephalus cadamba seed, as used in this experiment.

No statistical differences existed in the survival rates and the morphological characteristics of pricked off seedlings proceeding from the two ambients in sunlight and in the shade.

LITERATURA CITADA

1. BACKER, C. A. y BAKHUIZEN VAN DEN BRINK, R. C. Flora of Java. Groningen, Noordhoff, 1965. v.2, p. 303.
2. BOR, N. L. Manual of Indian forest botany. New York, Indian Branch, Oxford University Press, 1953. 441 p.
3. CORNER, E. J. H. Wayside trees of Malaya. 2nd.ed. Singapore, Malaya, Government Printing Office, 1952. vol. 2. 228 p.
4. DABRAL, S. N. Silviculture of some of the little known timbers of India and their uses. Proceedings of the Symposium on Timber, New Delhi, 1959-1961. pp. 48-60.
(Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 25(2): 206. 1964).
5. DUNCAN, D. B. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11(1): 1-42. 1955.
6. FIBRE DIMENSIONS of suggested pulwood plantation species. Malayan Forester 22(3):238-40. 1956.
7. GRANT, J. S. Diary excerpts of Malayan Forester a large. Malayan Forester 21(1):22-27. 1958.
8. GRIFFIOEN, K. Lucifersfabricage in Indonesia. Rapp. Bosbouwproefsta, Buitenzorg n^o 30, 1950. 11 p.
(Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 12(1): 73. 1950-1951).
9. GRIJPMAN, P. Anthocephalus cadamba Miq., a versatile, fast growing industrial tree species for the Tropics. Turrialba (Costa Rica) 17(3):321-329. 1967.
10. GRIME, J. P. y JEFFREY, D. W. Seedling establishment in vertical gradients of sunlight. Journal of Ecology 53:621-642. 1965.
11. HOAGLAND, D. R. y ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. California Agriculture Experiment Station. Circular n^o 347. 1938. 32 p.
12. INDEX KEWENSIS plantarum phanerogamarum nomina et synonyma omnium nomina et synonyma omnium generum et specierum a Linnaeo usque ad annum DCCCLXXXV complectens nomine recepto autore paria unicuique plantae subjectis. Sumptibus beati Caroli Roberti Darwin ductu et consilio Josephi D. Hooker confecit B. Daydon Jackson. Oxonii, e prelo Clarendoniano, 1895. vol. 1., p. 148.

13. LUGO, A. E. Photosynthetic studies on rain forest seedlings. Abstracts in Bulletin Ecology Society American 46(3):93. 1965. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 27(3):387. 1966).
14. LUNASIX EXPOSURE Meter. Erlangen, Germany, Gossen, 1960? 48 p.
15. MAHESHWARI, P. y SINGH, U. Dictionary of Economics Plants in India. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research, 1965. p. 12.
581.603
16. MENNINGER, E. A. What flowering tree is that? Florida, Southeastern, 1958. p. 143.
17. _____. Flowering trees of the world for tropical and warm climates. New York, Hearthsides, 1962. p. 247.
18. MITCHELL, B. A. Pre-germination of tree seeds in polythene bags. Malayan Forester 24(2):42-145. 1961.
19. MONSALUD, M. R. y LOPEZ, F. R. Kaatoan Bangkal, "A wonder tree". Lumberman (Manila, Filipinas) 13(1):60-64. 1967. ✓
20. PRASAD, B. N., JAIN, J. C. y CHLVAJAN, B. K. Observations on the durability of South Indian timbers in treated and untreated conditions. Indian Forester 90(1):32-39. 1964.
21. RUSSELL, E. J. y RUSSELL, E. W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Traducción de la 8a. ed. inglesa por Z. González. Madrid, Aguilar, 1954. 770 p.
22. RUSSELL, E. W. Soil conditions and plant growth. 9a. ed. London, Longmans, 1961. 688 p.
23. SNEDECOR, G. W. Statistical methods applied to experiments in agricultural and biology. 5th. ed. Ames, Iowa State College Press, 1956. 534 p.
24. STANDARD TIMBERS names of Indonesia, Malaya, N. Borneo y Sarawak. Malayan Forester 18(3):138-144. 1955.
25. TIMBER OF Papua and New Guinea. Canberra, Commonwealth of Australia, 1965. 17 p.
26. TREES AND timbers of Sarawak and Brunei. Leaflet Forestry Department Sarawak n.o. 9, 23. 1953. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 15(2):219. 1954).

27. TROPICAL PRODUCTS INSTITUTE. Report on pulping trials of a sample of Anthocephalus cadamba from North Borneo. London, T. P.I. n^o 7/63. 1963. 16 p. C
28. TSCHAPEK, M. W. El agua en el suelo. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1966. 517 p.
29. WORTHINGTON, T. B. Ceylon trees. Colombo, The Colombo Apothecaries Co., 1959. p. 291.

APENDICE A

CUADRO Nº 25. Fórmula de la solución Hoagland Nº 2, empleada como suplemento nutritivo en la germinación de Anthocephalus cadamba Miq.

Componentes	p.p.m.
M $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, Fosfato ácido de amonio	115,031
M KNO_3 , Nitrato de potasio	606,648
M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Nitrato de calcio	656,384
M MgSO_4 , Sulfato de magnesio	240,772
además:	
a) Boro	0,500
Manganeso	0,500
Zinc	0,050
Cobre	0,020
Molibdeno	0,010
b) Fe	

Tomado de Hoagland y Arnon (11), pero suministrando 1% de Fe en la forma de una sal de Hierro divalente con el FeNa_2EDTA .

M = Molar
ppm = mg/litro

APENDICE B

CUADRO Nº 26. Germinación de Anthocephalus cadamba Miq. observadas desde los 10 días después de la siembra en cada medio de germinación

		GERMINADAS EN EL SOL									
		Días después de la siembra									
Medios de Germinación	Riego	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		Número de plántulas contadas cumulativamente									
C	F	0	3	3	3	17	26	52	88	110	137
	G	0	2	15	18	28	58	60	63	75	95
D	F	0	1	3	17	42	67	114	170	197	250
	G	0	1	19	106	170	201	302	335	369	434
E	F	0	2	2	4	6	9	20	40	44	86
	G	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7
		GERMINADAS EN LA SOMBRA									
C	F	0	1	4	49	51	73	87	128	313	393
	G	0	2	16	48	53	70	72	90	145	178
D	F	0	4	42	74	167	239	308	386	612	748
	G	4	31	81	198	310	397	500	647	962	1000
E	F	0	9	17	24	31	90	99	136	264	276
	G	0	1	15	27	54	65	120	212	238	342

C = Vermiculita
D = Suelo-arena (mezcla 1:1)
E = Papel de filtro

F = Riego por aspersión
G = Riego por ascenso capilar

CUADRO Nº 27. Análisis de la Variancia en germinación para los diversos medios de germinación

Fuentes de variación		S.C.	G.L.	C.M.	
Ambientes	(A)	4.023,34	1	4.023,34	**
Medios de germinación	(M)	4.226,70	2	2.113,35	**
Riegos	(R)	190,14	1	190,14	**
	AM	141,34	2	70,67	n.s.
	AR	220,00	1	220,00	**
	MR	596,01	2	298,01	**
	AMR	180,22	2	90,11	**
	Error	4.012,80	168	23,89	
	Total	13.590,55	179		

** = Significativa $P \leq 0,01$

A = 2

M = 3

R = 2

CUADRO Nº 28. Análisis de la Variancia de las plántulas supervivientes de los diversos tratamientos después de 30 días de repicado

Fuentes de variación		S.C.	G.L.	C.M.	
Ambientes	(A)	0,45	1	0,450	n.s
Medios de germinación	(M)	432,39	2	216,195	***
Riegos	(R)	18,75	1	18,750	*
Edades	(E)	152,39	2	76,195	***
	AM	46,45	2	23,225	***
	AR	34,01	1	34,010	***
	AE	185,02	2	92,510	***
	MR	54,50	2	27,250	***
	ME	23,72	4	5,930	*
	RE	23,72	2	11,860	***
	AMR	286,37	2	143,185	***
	AME	32,00	4	8,000	*
	MRE	22,61	4	5,653	n.s.
	REA	64,58	2	32,290	***
	AMRA	81,29	4	20,322	***
	Error	170,00	72	2,361	
	Total	1.628,25	107		

* = $P \leq 0,05$

*** = $P \leq 0,01$

A = 2

M = 3

R = 2

E = 3

CUADRO Nº 29. Análisis de la Variancia del número de hojas en plántulas procedentes de los diversos tratamientos

Fuentes de variación		S.C.	G.L.	C.M.	
Ambientes	(A)	0,61	1	0,61	n.s.
Medios de germinación	(M)	1.171,96	2	585,98	**
Riegos	(R)	95,61	1	95,61	**
Edades	(E)	236,63	2	118,32	**
	AM	170,02	2	85,01	**
	AR	71,30	1	71,30	**
	AE	441,85	2	220,93	**
	MR	90,65	2	45,33	**
	ME	37,87	4	9,47	*
	RE	65,29	2	32,65	**
	AMR	661,86	2	330,93	**
	AME	30,77	4	7,69	n.s.
	MRE	57,12	4	14,28	**
	REA	207,33	2	103,67	**
	AMRE	236,90	4	59,23	**
	Error	4.282,22	1260	3,40	
	Total	7.857,99	1295		

* = $P \leq 0,05$
 ** = $P \leq 0,01$

A = 2
 M = 3

R = 2
 E = 3

CUADRO Nº 30. Análisis de la Variancia de la longitud foliar en los ápices de dos hojas opuestas en plántulas procedentes de los diversos tratamientos

Fuentes de variación		S.C.	G.L.	C.M.	
Ambientes	(A)	141,35	1	141,35	n.s.
Medios de germinación	(M)	545.738,38	2	272.869,19	**
Riegos	(R)	37.077,64	1	37.077,64	**
Edades	(E)	46.951,20	2	23.475,60	**
	AM	74.936,46	2	37.469,23	**
	AR	53.628,02	1	53.628,02	**
	AE	147.091,15	2	73.545,58	**
	MR	26.224,52	2	13.112,26	**
	ME	24.763,66	4	6.190,92	**
	RE	12.176,44	2	6.088,22	*
	AMR	295.270,21	2	147.636,05	**
	AME	10.282,55	4	2.570,64	n.s.
	MRE	16.598,91	4	4.149,73	**
	REA	82.023,38	2	41.011,69	**
	AMRE	158.294,77	4	39.573,69	**
	Error	1.814.493,06	1260	1.440,07	
	Total	3.345.691,70	1295		

* = $P \leq 0,05$

A = 2

R = 2

** = $P \leq 0,01$

M = 3

E = 3

CUADRO Nº 31. Germinación promedio a los 30 días después de la siembra por cm² de cada germinador

Factores	Promedios en los germinadores											
	0	0	3.3	5.1	5.4	10.2	10.8	12.7	13.1	17.1	21.0	22.5
Ambientes	A	A	A	A	B	B	A	B	A	B	B	B
Medios	E	E	C	C	C	E	D	E	D	C	D	D
Riegos	F	G	G	F	G	G	F	F	G	F	F	G
Signifi- cancia *			—————			—————				-----		—————

* Prueba de Duncan (5), las líneas continuas y líneas discontinuas unen promedios sin diferencias significativas al 5% y al 1% de probabilidades, respectivamente.

A = Al sol

B = A la sombra

C = Vermiculita

D = Suelo-arena

E = Papel de filtro

F = Aspersión

G = Ascenso capilar

CUADRO No 32. Supervivencia promedio por tratamientos, a los 30 días después del repique

T R A T A M I E N T O S													
	14	34	31	17	25	11	29	28	8	7	19	30	9
Promedios de supervivencia por tratamientos													
FACTORES	5,3	5,7	7,0	7,0	7,0	7,3	7,7	8,3	9,3	9,3	9,7	10,0	10,7
Ambientes	A	B	B	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A
Medios	E	E	E	E	D	D	D	D	D	D	C	D	D
Riegos	F	G	F	G	F	G	G	G	F	F	F	G	F
Edades	I	H	H	I	H	I	I	H	I	H	H	J	J
Significancia*	-----												

1 85 1

* Prueba de Duncan (5), las líneas contínuas y líneas discontinuas, unen promedios sin diferencias significativas al 5% y al 1% de probabiliuades, respectivamente.

- A = Al sol
- B = A la sombra
- C = Vermiculita
- D = Suelo-arena (mezcla 1:1)
- E = Papel de filtro
- F = Riego por aspersión
- G = Riego por ascenso capilar
- H = Cuatro semanas después de la siembra
- I = Ocho semanas después de la siembra
- J = Doce semanas después de la siembra

APENDICE C

CUADRO Nº 33. Datos meteorológicos observados en Turrialba, mes de noviembre de 1967*

	Promedio noviembre (muchos años)	Durante la germinación 9 nov. - 8 dic.
<u>Precipitación (mm)</u>		
Total	106,0	88,9
Diaria	3,5	2,9
<u>Temperatura (°C)</u>		
Máxima	26,9	25,4
Mínima	17,5	18,0
Media	22,2	21,7
Media para 24 horas	-	20,9
<u>Humedad relativa (%)</u>		
Media	89,5	87,1
Mínima	65	62
<u>Tensión de vapor (mm Hg)</u>	17,7	16,6
<u>Horas de sol</u>		
Sumas	129,6	94,5
Diarias	4,3	3,1
<u>Radiación (cal./cm²)</u>		
Sumas	10.092	8.426
Diaria	336	281
<u>Evaporación (mm Hg)</u>		
Sumas	94,5	82,7
Diaria	3,1	2,7

* Publicaciones, Unidad de Recursos para el Desarrollo

CUADRO Nº 34. Datos meteorológicos observados en Turrialba durante el experimento *

	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	1967	Prom.	1967	Prom.	1968	Prom.	1968	Prom.	1968	Prom.
<u>Precipitación (mm)</u>										
Total	242,5	271,9	140,6	323,1	196,8	176,3	258,4	137,8	323,1	68,6
Diaria	8,1	9,1	4,5	10,4	6,4	5,7	8,9	4,8	10,4	2,2
<u>Temperatura (°C)</u>										
Máxima	25,8	26,9	25,8	26,7	25,1	25,9	24,6	26,6	25,6	27,2
Mínima	17,9	17,4	17,1	16,6	16,3	15,9	16,4	15,8	15,4	16,5
Media	21,8	22,2	20,6	21,3	19,8	20,9	19,6	21,1	19,9	21,9
Media para 24 hrs,	21,1	-	20,6	-	19,8	-	19,6	-	19,9	-
<u>Humedad relativa (%)</u>										
Media	89,1	89,5	88,5	89,5	82,2	87,5	88,0	85,7	84,7	84,6
Mínima	62,0	64,9	59,9	66,4	58,5	62,2	60,3	58,4	53,5	56,0
<u>Tens. Vapor (mm Hg)</u>	16,6	18,1	16,0	17,0	15,1	15,8	15,0	16,0	14,5	16,5
<u>Horas sol (horas)</u>										
Sumas	126,8	129,8	143,1	141,5	143,0	138,6	120,8	156,8	149,1	161,0
Diarias	4,2	4,3	4,6	4,6	4,6	4,5	3,9	5,6	4,8	5,2
<u>Radiación (Cal/cm²)</u>										
Sumas	10.465	-	10.839	-	11.307	-	10.633	-	12.531	-
Diaria	348,8	332,3	349,6	309,9	364,7	306,9	366,6	411,6	404,2	426,4
<u>Evaporación (mm Hg)</u>										
Sumas	103,7	93,6	104,1	88,4	119,5	100,4	112,9	119,2	139,3	137,0
Diaria	3,4	3,1	3,4	2,8	3,8	3,2	3,9	4,2	4,5	4,4

* Publicaciones, Unidad de Recursos para el Desarrollo
 El promedio de precipitación es para los 24 últimos años, mientras que los otros factores meteorológicos son promedios de los últimos 10 años.

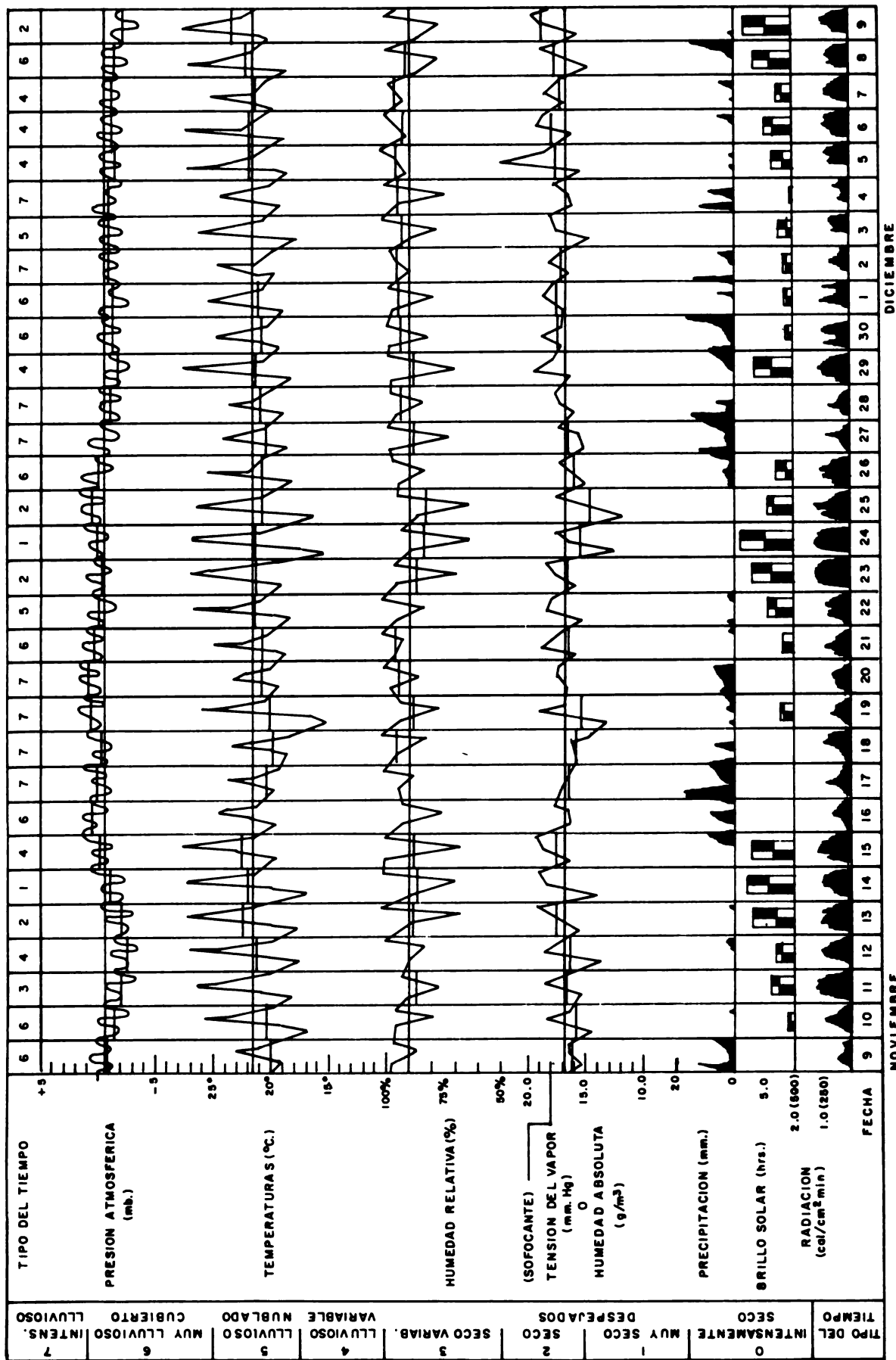
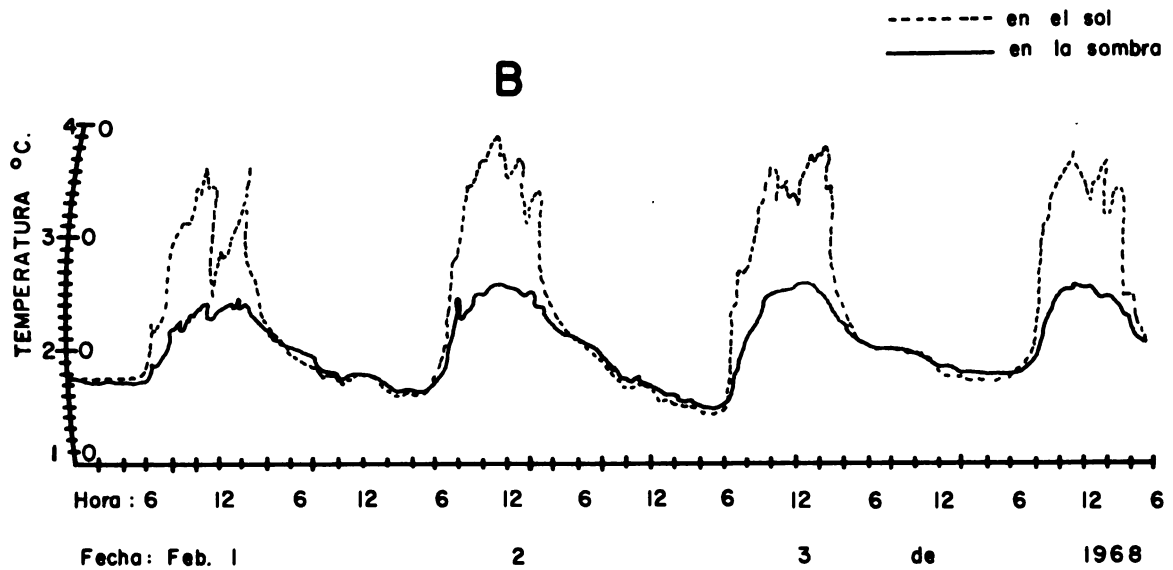
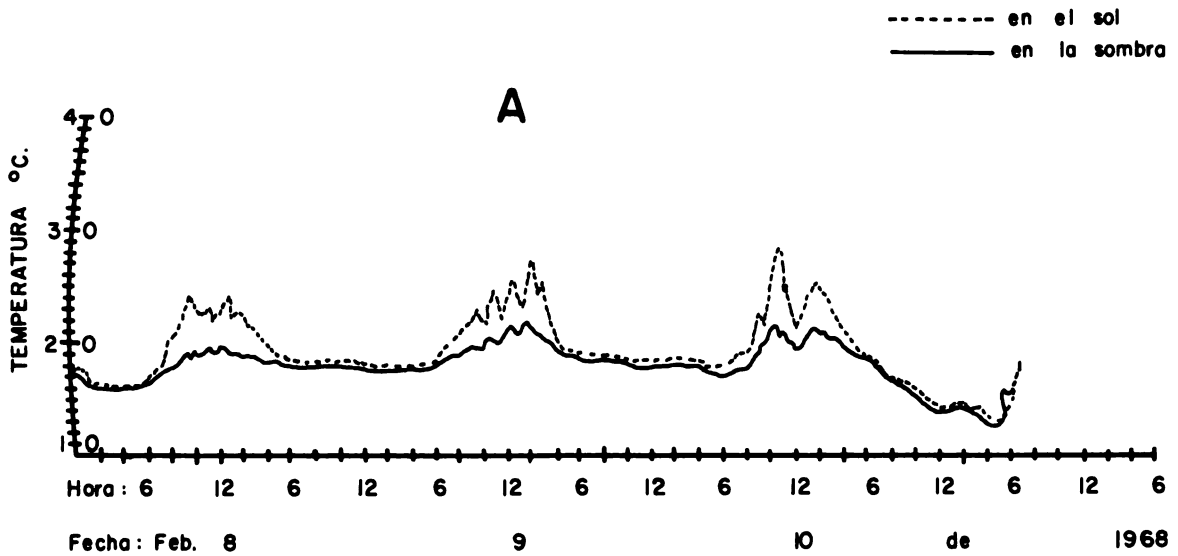
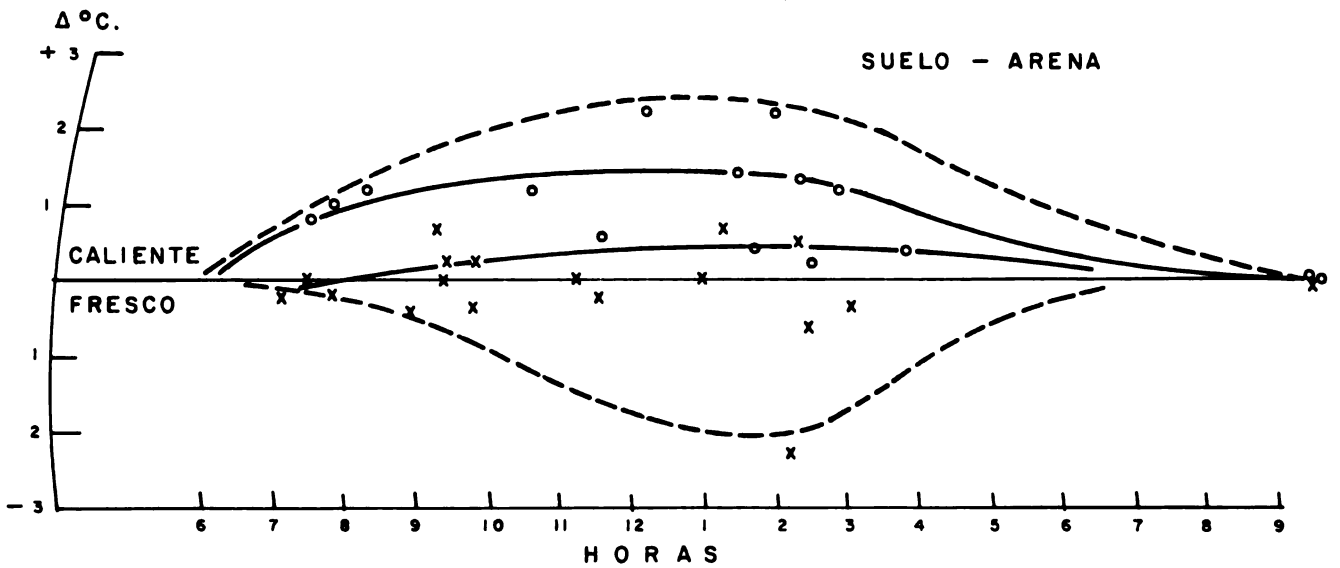
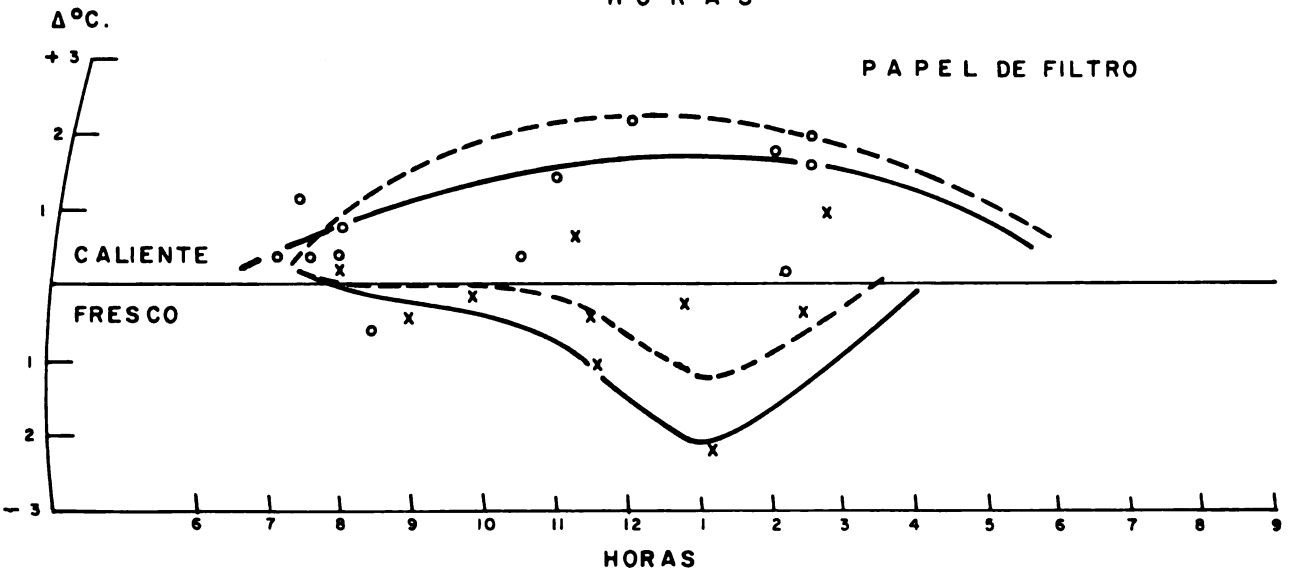
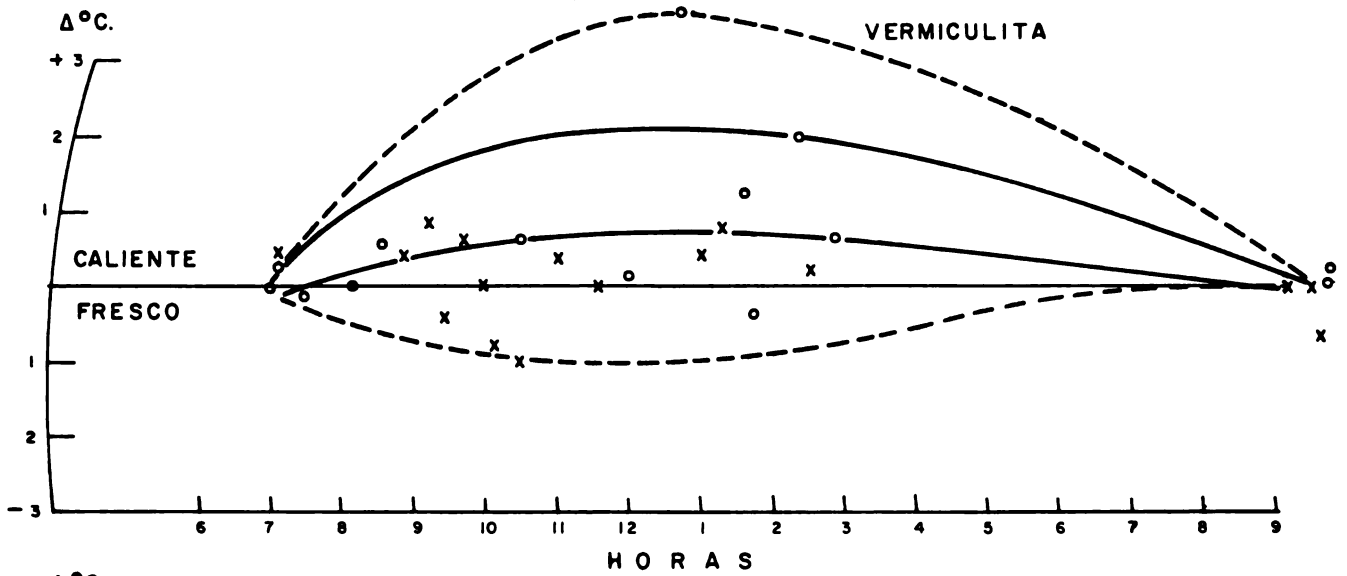


FIGURA II.- TRANSCURSO DEL TIEMPO REINANTE EN TURRIALBA DURANTE LA GERMINACION (DEL 9 DE NOVIEMBRE AL 9 DE DICIEMBRE DE 1967) 600 m. DE ALTURA, LATITUD 9°53'N., LONGITUD 83°38'W.
 PUBLICACIONES DE LA UNIDAD DE RECURSOS PARA EL DESARROLLO



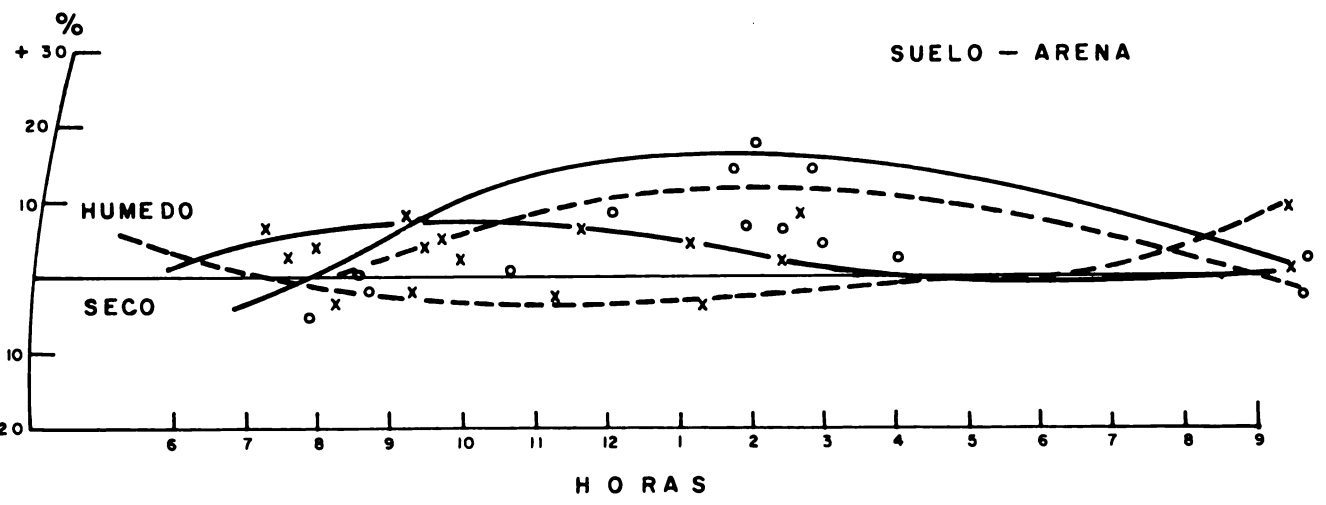
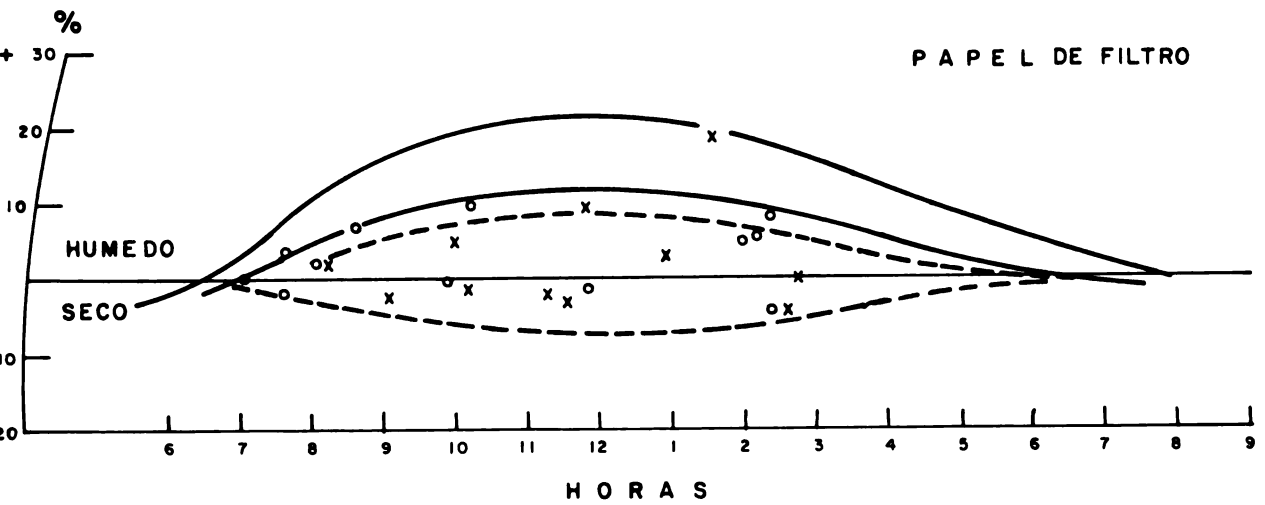
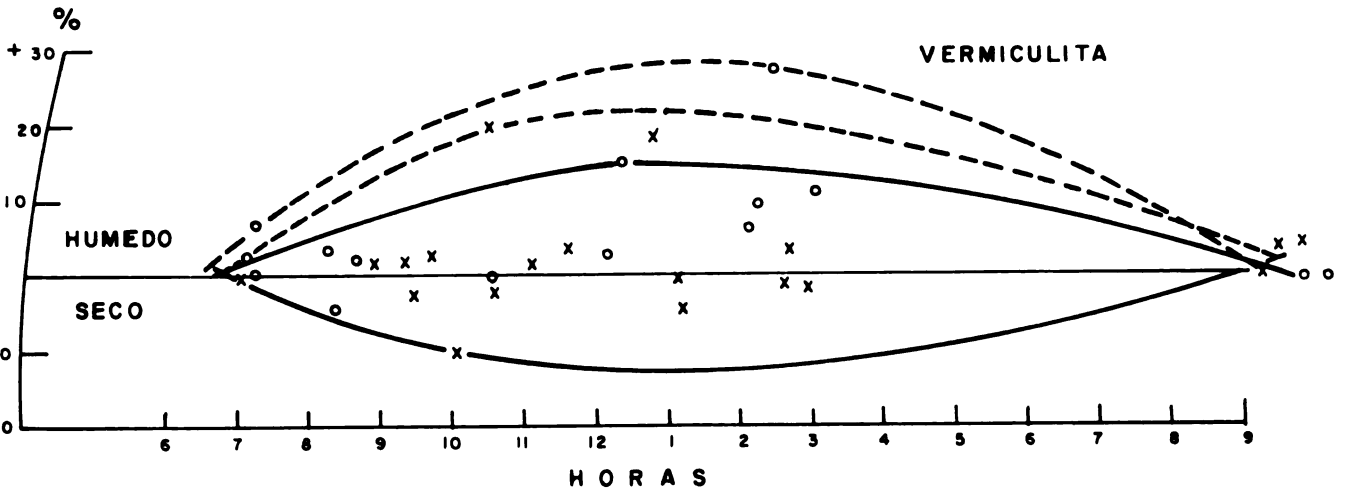
A = Tiempo nublado y lluvioso
B = Tiempo despejado

FIG. 12.- EJEMPLOS DEL REGISTRO TERMOGRAFICO EN EL EXPERIMENTO



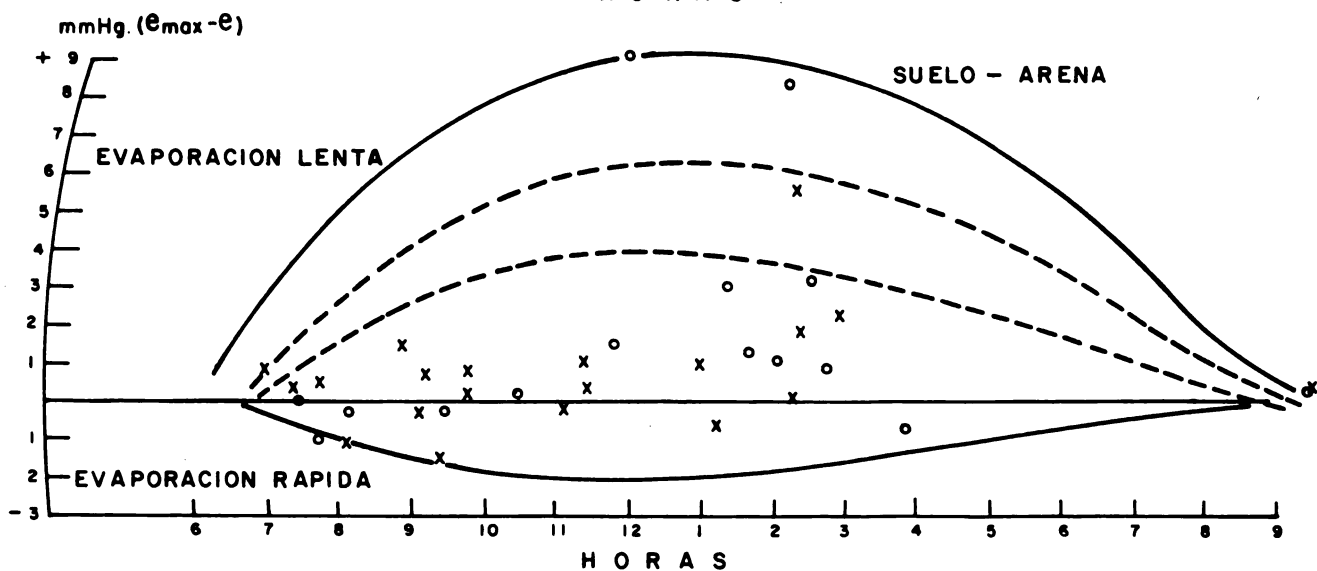
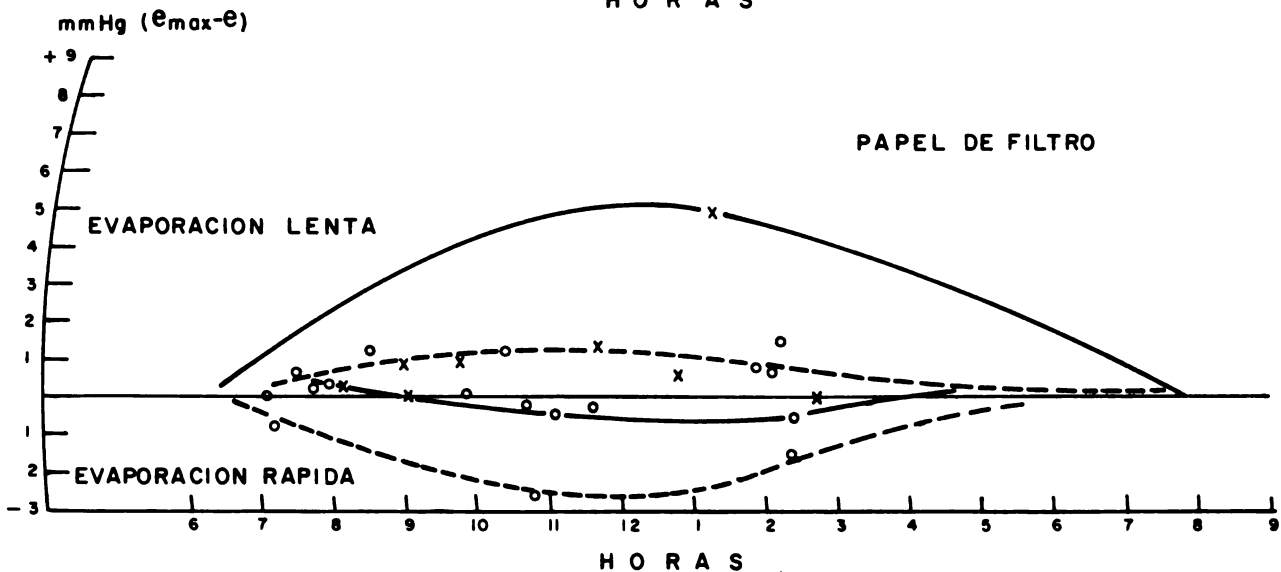
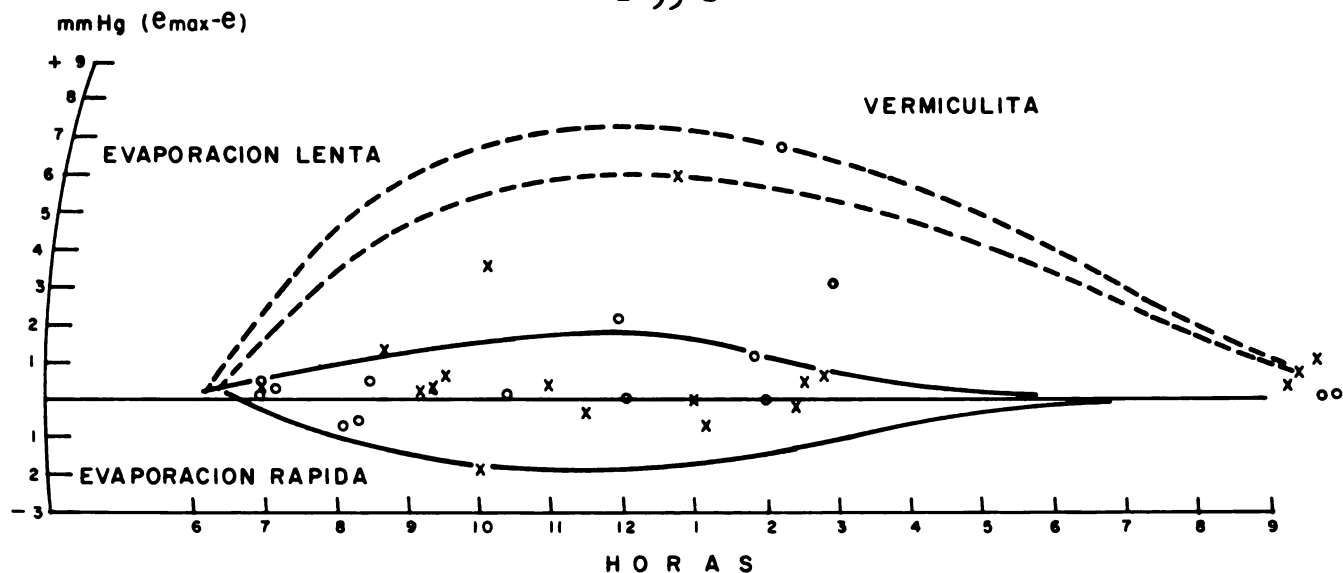
o En el sol - - - - Riego por capilaridad
x En la sombra ——— " " aspersion

FIG. 13.- TENDENCIAS DE LA DESVIACION TERMICA EN LOS DIVERSOS MEDIOS DE GERMINACION EN RELACION CON LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA A LA SOMBRA.



o En el sol --- Riego por capilaridad
x En la sombra — " " aspersión

FIG.14.- TENDENCIAS DE LAS DESVIACIONES DE LA HUMEDAD RELATIVA EN LOS DIVERSOS MEDIOS DE GERMINACION EN RELACION CON LAS CONDICIONES A LA SOMBRA



○ En el sol --- Riego por capilaridad
 x En la sombra — " " aspersión

FIG. 15.- TENDENCIAS DE LA DESVIACION DEL DEFICIT DE SATURACION ($e_{max}-e$) EN LOS DIVERSOS MEDIOS DE GERMINACION EN RELACION A LAS CONDICIONES A LA SOMBRA.

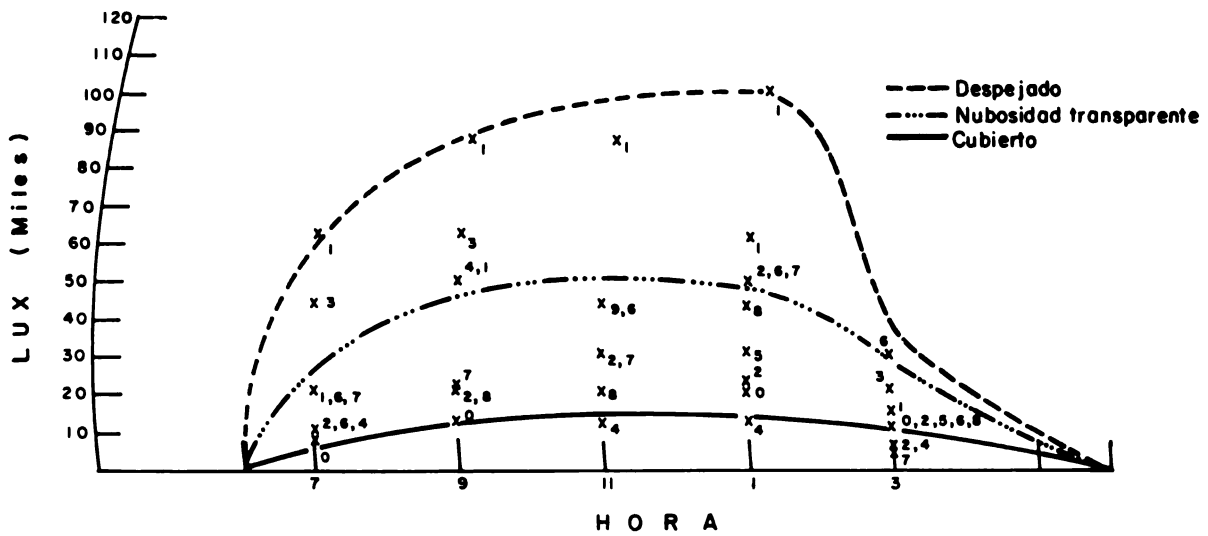
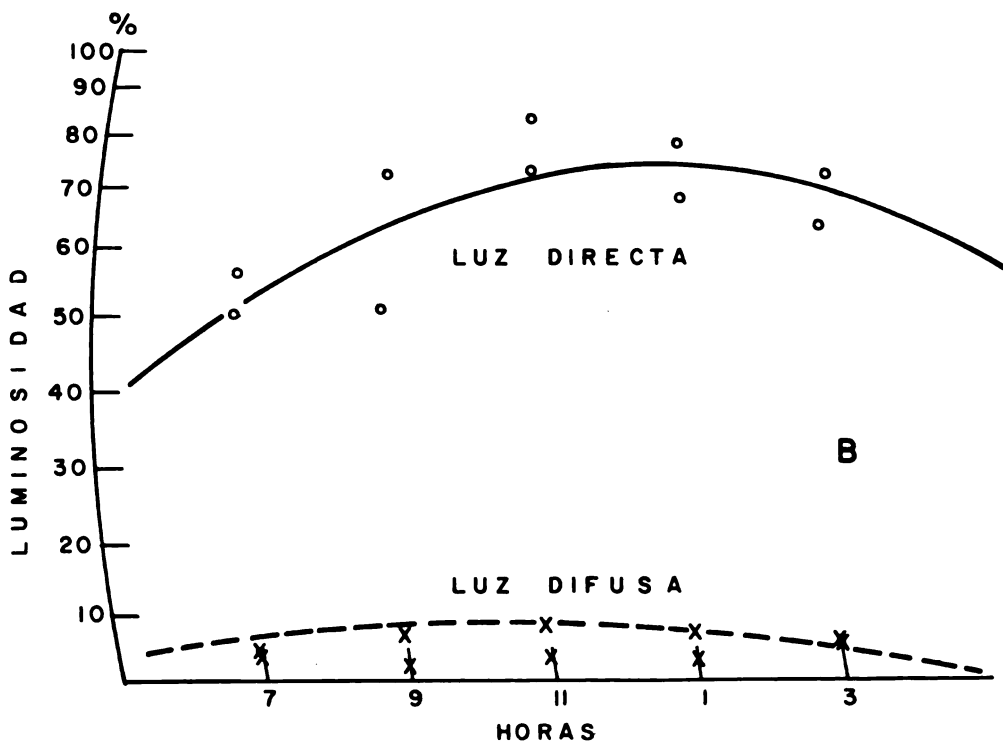
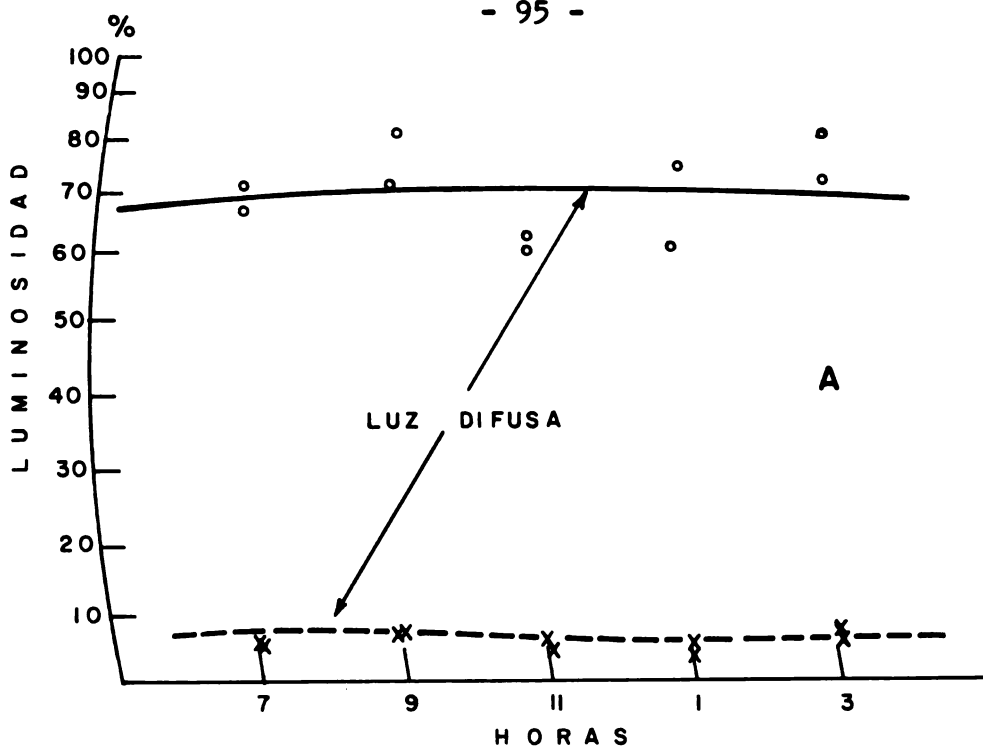


FIG. 16.- CARACTERISTICAS DE LA LUMINOSIDAD EN LIBRE EXPOSICION CON DIFERENTES NUBOSIDADES



A = MAL TIEMPO (nublado o cubierto)

B = TIEMPO DESPEJADO

———— En el sol

----- En la sombra

FIG.17.- LUMINOSIDAD PROMEDIA RECIBIDAS POR LOS MEDIOS DE GERMINACION CON RESPECTO A LA LIBRE EXPOSICION (%)