

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE TRES MEDIOS DE PROPAGACION Y OCHO
METODOS DE PREACONDICIONAMIENTO EN LA GERMINACION
DE SEMILLAS DE COMA (Bumella celastrina H. B. K.)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

HECTOR XAVIER RAMIREZ MARTINEZ

MARIN, N. L.

MAYO DE 1991

SB317

.C6

N3

c.1



1080063526

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO DE TRES MEDIOS DE PROPAGACION Y OCHO
METODOS DE PREACONDICIONAMIENTO EN LA GERMINACION
DE SEMILLAS DE COMA (Bumelia celastrina H. B. K.)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

HECTOR XAVIER RAMIREZ MARTINEZ

MARIN, N. L.

MAYO DE 1991

10706^a

T
SB 317
.C 6
R3



040.631
FA5
1991
C.5

EFFECTO DE TRES MEDIOS DE PROPAGACION Y OCHO METODOS
DE PREACONDICIONAMIENTO EN LA GERMINACION DE SEMI--
LLAS DE COMA (Bumelia celastrina H.B.K.) BAJO CONDI
CIONES DE INVERNADERO EN MARIN, NUEVO LEON.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE TRES MEDIOS DE PROPAGACION Y OCHO
METODOS DE PREACONDICIONAMIENTO EN LA GERMI
NACION DE SEMILLAS DE COMA (Bumelia celas--
trina H.B.K.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADE
RO EN MARIN, N.L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

HECTOR XAVIER RAMIREZ MARTINEZ

MARIN, N.L.

MAYO DE 1991.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

T E S I S


EFFECTO DE TRES MEDIOS DE PROPAGACION Y OCHO
METODOS DE PREACONDICIONAMIENTO EN LA GERMI
NACION DE SEMILLAS DE COMA (Bumelia celas-
trina H.B.K.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADE
RO EN MARIN, N.L.

ELABORADA POR:

HECTOR XAVIER RAMIREZ MARTINEZ

ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS


ING. RAUL P. SALAZAR SAENZ
Asesor Principal


ING. MARGARITO DE LA GARZA D.
Asesor Auxiliar


Ph.D. EMILIO OLIVARES SAENZ
Asesor Estadístico

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Faustino Ramírez L. (+)

Natividad Martínez L. (+)

Como un homenaje a su memoria y porque se que algún día nos volveremos a ver.

A MIS HERMANOS:

Faustino Ramírez Martínez

Salvador Ramírez Martínez

Alfredo Ramírez Martínez (+)

Por ser una fuente inagotable de cariño, confianza, comprensión y apoyo hacia mi persona.

EN ESPECIAL A MI ABUELA:

Sra. Bonifacia Luna de Martínez (+)

Por su esfuerzo, bondad y cariño, los cuales nunca me faltaron hasta el último de sus días.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía (U.A.N.L.) por brindarme la capacitación necesaria para salir adelante en esta etapa de mi vida.

A LOS MAESTROS:

Ing. Raúl P. Salazar Sáenz

Ing. Margarito de la Garza Dávila

Ph.D. Emilio Olivares Sáenz

Por sus valiosos consejos, su acertada orientación, y su ayuda incondicional en la elaboración y revisión de este trabajo de investigación.

A MIS COMPAÑEROS:

Salvador Becerra S.

Jesús Zamora V.

Gabriel Valdez V.

Leonardo Casas S.

Raúl E. González

Rodolfo Luna P.

Hector J. López P.

Gilberto de la Fuente V.

Javier Maciel B.

Julián O. Carrillo

Pedro Valle M.

Jesús Mireles C.

Por todos los momentos agradables que pasamos en nuestra estancia en esta facultad.

Gracias.

CON ESPECIAL AGRADECIMIENTO A LA FAMILIA: MARTINEZ LUNA

Manuel

Isidro

Socorro

Melesio

Ofelia

Eusebio

Consuelo

Por ser mi segunda familia, por todas las muestras de cariño y afecto que siempre he recibido, y porque con nada pagaría lo que han hecho por mí.

A todos

Gracias.

A MIS AMIGOS (AS):

Roberto Novoa C.

Omar de León V.

Ricardo Garza V.

José Luis Viramontes

José Gpe. de la Rosa

Fco. Eduardo López V.

Esther Saldivar P.

Leticia Marquez Z.

Gabriela Chávez G.

Juana I. Saldivar

Patricia Nova C.

Martina Saldivar

A MIS PRIMOS (AS):

Rogelio Ramírez M.

Sergio A. Martínez Q.

Armando Martínez Q.

Sergio E. Yañez M.

Carlos Y. Martínez

Roberto C. Martínez

Martha P. Ramírez M.

Mayra M. Yañez M.

Y. Edith Martínez Q.

S, Melina Martínez M.

Liliana Y. Leija

Myrna Martínez M.

Por su gran amistad, que representa para mí un tesoro
invaluable.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Clasificación taxonómica.....	3
2.2. Origen.....	3
2.3. Descripción botánica.....	4
2.3.1. Raíz.....	4
2.3.2. Tallo.....	4
2.3.3. Hoja.....	4
2.3.4. Flor.....	4
2.3.5. Fruto.....	5
2.3.6. Semilla.....	5
2.4. Condiciones ecológicas.....	5
2.5. Variedades botánicas.....	5
2.5.1. <u>Bumelia lanuginosa</u>	5
2.5.2. <u>Bumelia lycioides</u>	6
2.5.3. <u>Bumelia persimilis</u>	6
2.5.4. Otras especies.....	7
2.6. Germinación.....	7
2.6.1. Fisiología de la germinación.....	7
2.7. Factores que influyen en la germinación.....	8
2.7.1. Factores internos.....	8
2.7.2. Factores externos.....	8
2.8. Causas que inhiben la germinación.....	12
2.8.1. Embriones inmaduros.....	12
2.8.2. Impermeabilidad de la testa.....	13
2.8.3. Testa dura.....	13

	Pág.
2.8.4. Presencia de inhibidores.....	13
2.9. Métodos para romper latencia.....	14
2.9.1. Estratificación.....	14
2.9.2. Escarificación mecánica.....	15
2.9.3. Remojo en agua.....	16
2.9.4. Escarificación química.....	17
2.9.5. Otros tratamientos químicos.....	18
2.10. Reguladores del crecimiento.....	18
2.10.1. Auxinas.....	19
2.10.2. Citokininas.....	19
2.10.3. Giberelinas.....	20
2.11. Medios de propagación.....	21
2.11.1. Arena.....	22
2.11.2. Aserrín, corteza de madera.....	22
2.11.3. Estiércol.....	22
2.11.4. Tierra de hoja.....	23
2.11.5. Vermiculita.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Localidad.....	24
3.2. Clima de la región.....	24
3.3. Materiales.....	24
3.4. Métodos.....	26
3.4.1. Diseño experimental.....	27
3.4.2. Prácticas culturales.....	28
3.4.3. Variables evaluadas.....	29
3.4.4. Análisis estadísticos.....	31

	Pág.
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSION.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	53
VIII. RESUMEN.....	54
IX. BIBLIOGRAFIA.....	57
X. APENDICE.....	63

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<u>CUADRO</u>	Pág.
1 Análisis de varianza para la variable % de germinación en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	33
2 Comparación de medias para la variable % de germinación en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	34
3 Análisis de varianza para la variable altura de --- planta en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	35
4 Comparación de medias para la variable altura de -- planta en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero	

CUADRO

Pág.

	en Marín, N.L.....	35
5	Análisis de varianza para la variable número de hojas en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín , N.L.....	36
6	Comparación de medias para la variable número de <u>ho</u> jas en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	37
7	Análisis de varianza para la variable número de <u>di</u> visiones en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	38
8	Comparación de medias para la variable número de <u>di</u> visiones en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento	

	to en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	38
9	Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de precondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	39
10	Análisis de varianza para la variable peso fresco del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de precondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	40
11	Comparación de medias para la variable peso fresco del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de precondicionamiento en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	41

- 12 Análisis de varianza para la variable peso fresco -
de la raíz en la evaluación del efecto de tres me--
dios de propagación y ocho métodos de preacondicio-
namiento en la germinación de semillas de coma (Bu-
melia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de inver-
nadero en Marín, N.L..... 42

- 13 Comparación de medias para la variable peso fresco-
de la raíz en la evaluación del efecto de tres me--
dios de propagación y ocho métodos de preacondicio-
namiento en la germinación de semillas de coma (Bu-
melia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de inver-
nadero en Marín, N.L..... 43

- 14 Análisis de varianza para la variable peso seco del
tallo en la evaluación del efecto de tres medios de
propagación y ocho métodos de preacondicionamiento-
en la germinación de semillas de coma (Bumelia celas-
trina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en -
Marín, N.L..... 45

- 15 Comparación de medias para la variable peso seco --
del tallo en la evaluación del efecto de tres me---
dios de propagación y ocho métodos de preacondicio-
namiento en la germinación de semillas de coma ----
(Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de in-
vernadero en Marín, N.L..... 46

16	Análisis de varianza para la variable peso seco de la raíz en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de <u>preacondicionamiento</u> en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	45
17	Comparación de medias para la variable peso seco de la raíz en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de <u>preacondicionamiento</u> en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	47

A P E N D I C E

1-A	Temperaturas que se presentaron durante los meses en que se llevó a cabo la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de <u>preacondicionamiento</u> en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	64
2-A	Tratamiento utilizados en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de <u>preacondicionamiento</u> en la germinación de semillas de coma (<u>Bumelia celastrina</u> H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.....	65

3-A Resumen de los análisis de varianza para las variables evaluadas en el efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L..... 66

4-A Medias para el factor A en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L..... 67

5-A Medias para el factor B en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L..... 68

6-A Número de semillas germinadas por tratamiento en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.. 69

7-A Coeficientes de correlación existentes entre las va

riables evaluadas en el efecto de tres medios de --
propagación y ocho métodos de preacondicionamiento-
en la germinación de semillas de coma (Bumelia celas-
trina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en -
Marín , N.L..... 70

F I G U R A S

1 Croquis de los tratamientos utilizados en la evalua-
ción del efecto de tres medios de propagación y ---
ocho métodos de preacondicionamiento en la germina-
ción de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.)
bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L..... 71

2 Gráfica de semillas germinadas hasta el 30 de no---
viembre de 1988 en la evaluación del efecto de tres
medios de propagación y ocho métodos de preacondi-
cionamiento en la germinación de semillas de coma -
(Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de in-
vernadero en Marín, N.L..... 72

I. INTRODUCCION

Durante largo tiempo, la proporción de árboles y arbustos en el mundo se ha visto disminuída debido a la acción desmedida del hombre, que al tratar de satisfacer sus necesidades más --- esenciales y al desconocimiento que se tiene acerca de estas es pecies vegetales, ha propiciado la destrucción de extensas ---- áreas verdes.

Además de controlar la temperatura ambiental en los bos--- ques, los árboles y arbustos ayudan a reducir la contaminación del aire en las grandes ciudades, ya que sus hojas absorben gases tóxicos e interceptan partículas de contaminantes sólidos.

Otras funciones importantes que realizan los árboles y arbustos son: regulan el ciclo hidrológico, liberan oxígeno al am biente, proporcionan habitat y alimento a la fauna silvestre, - protegen el suelo de la erosión y favorecen su mejor fertili--- dad.

La coma (Bumelia celastrina H.B.K.) es un árbol de porte - más bien pequeño, espinoso, que se encuentra creciendo en el -- sur de Estados Unidos y en el noreste de México, se conoce en - el estado de Texas como "Shittimwood".

Sus frutos son de color oscuro, comestibles, pero poco palatables, ya que en grandes cantidades son astringentes, su madera se utiliza en la fabricación de artículos torneados, tales como: mangos de herramientas o implementos deportivos. En Yuca tán, se busca el látex del género Bumelia y de otras sapotáceas

(Dipholis, Lacuma, etc.) para proveer la demanda de goma de mas car y la producción decreciente del verdadero chicle (Achras sa pota) (20).

Según el análisis morfológico realizado el 25 de octubre de 1985 en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. se determinó que la planta de coma presente en la zona de Marín, N.L. pertenece a la especie Bumelia celastrina H.B.K. y tiene sinonimia con la especie Bumelia angustifolia Nutt. que se encuentra en el estado de Texas.

El objetivo principal de este trabajo, es determinar cual de los medios de propagación empleados resulta más favorable -- en la germinación y desarrollo de dicha planta, a nivel inverna dero, así también, observar cual de los métodos de preacondicio namiento es más favorable para promover la germinación de semi llas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) además, determinar si la interacción de estos factores influye en su germinación.

Otro objetivo muy importante, es el de generar información respecto a este tipo de trabajos, ya que son pocos los antece-- dentes que se tienen, siendo esta una especie autoctona facti-- ble de ser aprovechada con diversos fines.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica de la coma

Reino-----	Vegetal	
División-----	Embriophyta	
Subdivisión---	Angiospermas	
Clase-----	Monocotiledóneas	
Orden-----	Ebenales	
Familia-----	Sapotáceae	
Género-----	<u>Bumelia</u>	
Especie-----	<u>celastrina</u>	(9)

2.2. Origen geográfico

El género Bumelia comprende alrededor de 35 especies de -- árboles y arbustos, generalmente espinosos, estan restringidos- a las zonas tropicales y a las regiones más calientes del hemis- ferio oeste. Al menos, son 10 las especies nativas de los Esta- dos Unidos (10) (2).

En México, podemos encontrar algunas especies pertenecien- tes al género Bumelia que son: B. cartilaginosa en suelos deri- vados de las rocas basálticas en los alrededores de Colima; B. - celastrina, que se encuentra frecuentemente en la depresión cen- tral de Chiapas; B. leatevirens, lo podemos encontrar al sures- te de San Luis Potosí; B. lanuginisa, en el estado de Coahuila; B. parsimilis, formando un bosque subcaducifolio en la vertien- te meridional de la sierra madre del sur en Guerrero y Oaxaca- (31).

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Raíz.

La raíz principal es pivotante, robusta, profunda y con -- abundantes raíces laterales que se extienden superficialmente - (1).

2.3.2. Tallo.

Es un árbol pequeño o un arbusto, puede llegar hasta los 9 m de altura, con ramificaciones espinosas, y en ocasiones presenta la corteza estriada, su madera es muy dura (28)(31)(33).

2.3.3. Hojas.

Las hojas son generalmente fasciculadas, con pecíolos hasta de 1 cm de largo, espatuladas, con el ápice redondeado y la base cuneada, tienen hasta 4 cm de longitud y 2.5 cm de ancho, aunque casi siempre son más pequeñas y firmes, las venas son li sas, no muy prominentes y a veces presentan vellosidades finas - v' blancas (28)(36).

2.3.4. Flores.

Se presentan de 3 a 15 flores por grupo, son aromáticas - con pedicelos glabros, corola de 3 a 4.5 cm de largo, ovario pi loso en la base, el estilo de 2.5 a 4 cm de longitud (2)(17) -- (28).

2.3.5. Fruto.

El fruto es una baya elipsoidal o cilíndrica, de 7 a 13 mm de largo, en estado inmaduro presenta látex abundante (2)(7) -- (28).

2.3.6. Semillas.

Las semillas son sencillas, erectas, lustrosas, alargadas y de color ligeramente café, presentan una marca redondeada en la base y son de testa dura (1)(2)(7)(17).

2.4. Condiciones ecológicas

El género Bumelia por lo general se encuentra a lo largo de los ríos, también lo podemos encontrar en los bosques densos, sobre colinas cascajosas y en los pantanos, son de clima tropical y en ocasiones prefieren el plano costero, sobre las rocas o en suelos secos y arenosos (9)(10)(33).

2.5. Variedades botánicas

En México, existen varias especies del género Bumelia que son parientes cercanos de Bumelia celastrina, algunos de ellos se mencionan enseguida:

2.5.1. Bumelia lanuginosa (Michx) Pers.

Arbol o arbusto que alcanza los 15 m de altura, es un poco espinoso, tiene hojas oblanceoladas con ápices anchos y redondeados, presentan vellos blancos cuando son jóvenes, sus flo

res son pequeñas de color blanco-verduzco, con umbelas axilares y son muy aromáticas, se distribuye en el sur de Arizona y norte de México, se le conoce también con el nombre de "Bumelia gum"- (2)(7)(10)(19)(28).

2.5.2. Bumelia lycioides (L.)

Arbusto espinoso de 3 a 9 m. de altura, las ramas jóvenes son lisas, las hojas por lo general son elípticas, con el ápice casi redondeado, de color verde pálido, flores pequeñas, blancas, en grupos axilares densos, caliz segmentado y obtuso, el fruto es una baya sub-globosa, negra. Se distribuye en los planos costeros y tierras bajas, desde el sureste de Virginia, hasta el norte de Florida, además en Texas, Mississippi y Missouri (19)(33)(36).

2.5.3. Bumelia persimilis Hems1.

Arbol que alcanza los 20 m. de altura, posee un diámetro de 90 cm en su tallo, el cual es erecto y en ocasiones produce chupones, copa robusta y densa. Se conoce como palo de clavo, tempiste, chaschin y otros. Sus hojas presentan yemas de 2 a 6 mm de largo, son agudas, desnudas y de color verde pardo. Flores numerosas, dispuestas en manojos axilares y son aromáticas, el fruto es una baya de 1 a 2 cm de largo, carnosos, ovoides y se encuentran en la vertiente del golfo desde el norte de Puebla y Veracruz, hasta el estado de Oaxaca (36).

2.5.4. Otras especies.

<u>B. cartilaginosa</u>	<u>B. smalli</u>
<u>B. krugii</u>	<u>B. tenax</u>
<u>B. laetevirens</u>	<u>B. socorrensis</u>
<u>B. obovata</u>	(2)(10)(19)(24).

2.6. Germinación

La germinación es el fenómeno por el cual, en condiciones apropiadas, el eje embrionario da seguimiento a su desarrollo - que estaba interrumpido por causa de la madurez fisiológica(3).

Este proceso implica una secuencia de eventos que dan como resultado la transformación de un embrión en estado quiescente - en una plántula (6).

Consiste en el activo crecimiento del embrión contenido en la semilla, y su señal visible, es la aparición de la radícula - fuera de los tegumentos (7)(23).

Una semilla está germinada, (según Harrington), cuando la radícula ha horadado los tegumentos, o bien, si se trata de un embrión desnudo, cuando la radícula se ha alargado visiblemente y se ha producido una plántula capaz de crecer normalmente (5).

2.6.1. Fisiología de la germinación.

Van Overbeek, hizo una presentación uniendo los descubrimientos que en síntesis dice así: "Al hidratarse las células - del embrión, se sintetizan giberelinas, que son secretadas pasando a las células del endospermo. Allí actúan induciendo-

la síntesis de amilasa: por lo que las reservas de las semillas son hidrolizadas y el embrión obtiene glucosa, fuente de la energía para el desarrollo, a continuación el embrión genera citokininas que estimulan la división de las células de los meristemos apicales, y luego, a partir de las células de aleurona, se forman aminoácidos y ácido indolacético, bajo cuya inducción las células se alargan mientras el tallo y la raíz crecen y presentan polaridad^u(30).

El proceso de germinación se divide en varios eventos:

- 1.- Imbibición, es el proceso físico de absorción de agua.
- 2.- Activación, es la puesta en marcha de la maquinaria de síntesis y degradación.
- 3.- División y elongación celular.
- 4.- Ruptura de la cubierta seminal por el embrión.
- 5.- Establecimiento de la plántula como ente autónomo (6).

La energía utilizada en la germinación, proviene de la degradación de sustancias de reserva de la propia semilla utilizando el oxígeno para quemar esos productos (3).

2.7. Factores que influyen en la germinación

El proceso de germinación requiere de la ocurrencia de varios factores para que el embrión reinicie su desarrollo, estos factores pueden ser internos y externos.

2.7.1. Factores internos.

Para que germine, una semilla debe estar viva, el período que una semilla puede vivir está determinado por sus características genéticas:

- Longevidad, el período que una semilla realmente vive, y está determinado por la interacción de los factores genéticos y los factores ambientales.
- Viabilidad, el período de vida que una semilla efectivamente vive, dentro de su período de longevidad, y está en función de las características genéticas de la planta, el vigor de las plantas progenitoras, condiciones climáticas predominantes durante la maduración de las semillas, el grado de daño mecánico, condiciones ambientales de almacenamiento, mal manejo de la semilla, etc. (3).

2.7.2. Factores externos.

Los factores externos se refieren al medio ambiente:

- Absorción de agua.

Este fenómeno se conoce como imbibición y se caracteriza por un aumento de volumen de la sustancia o cuerpo que imbibes y está íntimamente relacionado con las propiedades de los materiales coloidales (6).

La absorción de agua sirve para la rehidratación de los tejidos como una consecuencia de la intensificación de la respiración y de todas las actividades metabólicas (3).

La tasa de imbibición se ve afectada por varios factores -

que pueden determinar el inicio de la germinación de las semillas, algunos de ellos son: la permeabilidad de la cubierta seminal, la concentración del agua, efecto de la temperatura, presión hidrostática, área de la semilla en contacto con el agua, fuerzas intermoleculares, diferencias entre especies, absorción diferencial por órganos de la semilla y la disponibilidad del agua (3)(6).

Cabe aclarar que un exceso de agua puede ser tan pernicioso como una carencia, ya que, si el nivel del agua llega a excluir o restringir la penetración de oxígeno a la semilla, entonces, la germinación se retarda o no ocurre en un gran número de especies (6).

Efecto de la temperatura.

La temperatura en que ocurre la germinación, es otro factor que tiene importante influencia sobre el proceso, considerando tanto el aspecto germinación como tal, así como la velocidad de germinación (3).

Para cada clase de semillas existe una temperatura mínima y otra máxima en la que ocurre la germinación. Además, dentro del rango de temperatura, mínima-máxima, existe un punto en el que se obtiene una máxima germinación y esta ocurre más rápidamente, este punto, corresponde a la temperatura óptima (6).

Sin embargo, no es posible señalar ninguna temperatura exacta como el óptimo de germinación debido a que ésta varía con los otros factores prevalecientes, las semillas tendrán su rango favorable u óptimo según su origen, ya sea de zonas tem-

pladas o de zonas tropicales (18).

Presencia de oxígeno.

El oxígeno es un factor muy importante en la degradación de sustancias de reserva de la semilla para el almacenamiento de nutrientes y energía para el desarrollo del eje embrionario. No obstante, esa gran importancia del oxígeno, las exigencias de las semillas de este elemento, son generalmente bajas (2.5% para semillas de pepino, 10% para semillas de tomate) (3).

Las necesidades de oxígeno cambian con las diferentes fases de germinación, se ha encontrado que la semilla de lechugas es indiferente a la presencia o ausencia de oxígeno durante la imbibición, pero requiere de oxígeno durante la emergencia de la radícula (6).

- Efecto de la luz.

La exposición a la luz estimula la germinación de semillas de muchas especies silvestres y agrícolas. En la gran mayoría de los casos, se estimula la germinación mediante la exposición a la luz roja (600 nm) y se inhibe con una luz de 730 nm (6).

El efecto de la luz depende de las condiciones internas de las semillas y de los factores externos bajo los cuales están germinando. Por lo tanto, la respuesta de la germinación a la luz es de tres tipos: 1) aumenta bajo la luz continua e interrumpida, 2) aumenta bajo iluminación breve, 3) es indiferente a la ausencia o presencia de luz (1).

Se conocen muchos tipos de semillas que germinan en la oscuridad a cierta temperatura, pero se convierten en fotosensibles a medida que aumenta la temperatura, hasta llegar a un máximo en el cual es posible la germinación (6).

2.8. Causas que inhiben la germinación

A menudo, sucede que algunas semillas que están rodeadas de un ambiente óptimo para la germinación (temperatura y agua favorables, buena disponibilidad de oxígeno, etc.) y no logran germinar. A este fenómeno se le llama latencia, el cual debemos distinguir del término que se utiliza para describir a las semillas que no germinan por carencia de condiciones ambientales favorables, que son semillas llamadas "quiescentes" (6).

2.8.1. Embriones inmaduros.

En algunas especies, las semillas parecen maduras, pero el embrión no acaba de formarse, o bien, está completo anatómicamente, pero las células no han sufrido la diferenciación necesaria para pasar al siguiente estado físico (30).

Es difícil determinar si el desarrollo posterior del embrión corresponde a etapas finales de maduración de la semilla o a la fase inicial de la germinación. En fresno, (Fraxinus sp.) sus semillas están morfológicamente maduras al desprenderse de la planta original, sin embargo, continúa su desarrollo hasta aumentar al doble su tamaño antes de que sea capaz de imbibir agua (6).

2.8.2. Impermeabilidad de la testa.

Las semillas que tienen la cubierta seminal impermeable al agua, se denominan semillas duras. La testa actúa como barrera al agua, la simple ruptura de la cubierta permite la penetración del agua y la germinación ocurre sin contratiempos (6).

Estas semillas son impermeables principalmente al agua y al oxígeno, factores básicos para que los coloides del embrión se hidraten y que tengan energía respiratoria y puedan entrar en actividad (30).

2.8.3. Testa dura.

Algunas semillas tienen una cubierta que presenta gran resistencia mecánica y el hipocótilo no puede romperla, este caso no es muy frecuente (29).

2.8.4. Presencia de inhibidores.

Se le atribuye también el estado de latencia a la presencia de algunos inhibidores endógenos. Estas sustancias inhibitoras suelen hallarse en la cubierta de la semilla o en los tejidos del fruto. Estos inhibidores actúan interfiriendo en alguna reacción enzimática necesaria para el crecimiento, algunos son volátiles y/o hidrosolubles (6).

Se han identificado como inhibidores naturales, la cumarina, la abscisina, el ácido ascórbico, etc. (9).

2.9. Métodos para romper latencia

Para semillas de valor agrícola, conviene a veces romper el letargo. En semillas de "testa dura", esto se logra por medio de la escarificación o debilitado de la testa por medios mecánicos. También se han aplicado con éxito, varios estímulos físicos como el pretratamiento con frío y las alteraciones frío-calor, o bien, estímulos químicos (29).

2.9.1. Estratificación.

Muchas semillas con dormancia fisiológica o física, requieren exposición a altas o bajas temperaturas, antes de ser llevadas a condiciones favorables para la germinación. Esto es especialmente común en las juglandáceas, rosáceas, y pináceas. El proceso más comúnmente utilizado, es el de exponer a las semillas a temperaturas bajas y en condiciones de humedad por un período de 1 a 6 meses, este método es conocido como estratificación y ahora es usado para describir todas las formas de condiciones de humedad de las semillas (15).

La estratificación es un largo tratamiento térmico bajo condiciones de bajas temperaturas y alta humedad, el método de estratificación más usado es con frío, para el cual se requieren:

- Un creador de humedad para la semilla, un cierto grado de hidratación es necesaria en las semillas antes de que los procesos bioquímicos necesarios puedan tener lugar.

- Las bajas temperaturas cercanas a cero, que reducen la actividad de los microorganismos y favorece ciertos procesos bioquímicos y desarrollos morfológicos.
- La adecuada aereación para proporcionar el oxígeno para la respiración y permite el escape de CO₂ y calor (1).

2.9.2. Escarificación mecánica.

El objeto de la escarificación mecánica es modificar las cubiertas duras e impermeables, consiste en cualquier proceso de rompimiento, raspado o alteración mecánica de la cubierta, haciéndola permeable al agua y a los gases. El tallar con lija, limarlas o romper la cubierta con un martillo o entre las quijadas de un tornillo de banco, son medios simples de escarificación que sirven para pequeñas cantidades de semillas. Para operaciones a gran escala, se usan escarificadores mecánicos especiales. Las semillas de árboles pueden ser volteadas en barriles forrados con papel lija, revueltas con arena o grava, en mezclas de concreto, etc. La arena o grava debe ser de tamaño diferente al de las semillas para facilitar la separación (11).

La escarificación mecánica ofrece varias ventajas; no requiere control de temperatura, no implica peligro al técnico, las semillas pueden ser sembradas inmediatamente. También presenta algunas desventajas; necesita equipos especiales, solo se pueden manejar los lotes grandes, las semillas deben estar libres de resina, las semillas escarificadas parecen ser más susceptibles a daños por organismos patógenos que las semillas no escarificadas (1).

2.9.3. Remojo en agua.

El objetivo de remojar las semillas en agua, es modificar las cubiertas de las mismas, remover los inhibidores y suavizar las semillas, además reducir el tiempo de la germinación.

Las cubiertas impermeables de las semillas pueden ser --- ablandadas poniéndolas en agua caliente (75°C-100°C) 4 o 5 veces su volúmen dejándolas remojar durante un tiempo de 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente, después de esto, se pueden separar las semillas hinchadas de las no hinchadas, y éstas pueden volverse a tratar o someterse a otro tipo de tratamiento, las semillas tratadas deben sembrarse inmediatamente.

En algunos casos, se han hervido las semillas por unos -- cuantos minutos, pero, este procedimiento es peligroso ya que una sobreexposición a las altas temperaturas puede dañar a las semillas. Si las semillas son de germinación lenta, el remojo previo puede acortar el tiempo de emergencia de las plántulas- (11).

El remojo en agua caliente era usado para semillas de leguminosas, particularmente para especies de semillas alargadas, este método es muy difícil de estandarizar y presentaba resultados erráticos, entonces, se empezó a utilizar agua fría y se fue aumentando la germinación de algunas especies (no para semillas duras), ablandando no obstante, la cubierta, o comple--tando la imbibición requerida para la germinación. Esta técnica dió buenos resultados con semillas de coníferas, pero remo-

jadas durante 7 o 14 días (1).

2.9.4. Escarificación química.

Un método de tratamiento químico común, para cubiertas impermeables, es remojar las semillas con ácido sulfúrico concentrado, algunas especies que han sido tratadas anteriormente --- son: Bumelia, Acacia, Prosopis (1).

El objetivo de la escarificación con ácido sulfúrico, es - modificar las cubiertas duras e impermeables de las semillas. - El remojo con ácido sulfúrico concentrado es un método efectivo v debe ser usado con mucho cuidado, debido a que es fuertemente corrosivo y reacciona con el agua elevando la temperatura y pro- vocando salpicaduras.

Las semillas a tratar se colocan en un recipiente de vi--- drio o de barro y se cubren con el ácido, se deben agitar con - cuidado para obtener resultados uniformes y se debe evitar tam- bién, agitar con vigor la mezcla, ya que pueden perjudicarse - las semillas o saltar el ácido. El tratamiento puede durar des- de 10 minutos para algunas especies, hasta 6 horas o más para- otras (11).

La escarificación con ácido sulfúrico es efectiva para mu- chas especies y requiere poco equipo especial, el costo es razo- nable, se puede recuperar mucho ácido y volver a usarse, las se- millas tratadas pueden almacenarse de una semana, a un mes o --- más antes de ser sembradas sin una deterioración apreciable, --- sin embargo, la longitud del tratamiento debe ser determinada

cuidadosamente y la temperatura debe controlarse muy bien, especialmente en lotes muy grandes. Para prevenir daños serios, se necesita usar ropa de seguridad para el manejo del ácido sulfúrico (1).

2.9.5. Otros tratamientos químicos.

Nitrato de potasio.- Las semillas se colocan en estufas de germinación o en cajas petri y el sustrato se humedece con una solución de nitrato de potasio (0.2%). Si se vuelven a remojar las semillas, debe hacerse con agua destilada.

Hipoclorito de sodio.- Es efectiva en semillas de arroz, - en una proporción de una parte de concentrado comercial por 100 partes de agua.

Tiourea.- En semillas latentes, que no germinan en la oscuridad a altas temperaturas o que requieren tratamientos húmedo-frío. Se usan soluciones acuosas de 0.5 a 0.3%; como la tiourea causa inhibición en el crecimiento, es recomendable remojar las semillas por un período no mayor de 24 horas y enjuagarlas con agua (11).

2.10. Reguladores del crecimiento

Para distinguir entre hormonas vegetales y reguladores del crecimiento, se puede decir que todas las hormonas vegetales regulan el crecimiento, pero no todos los reguladores del crecimiento son hormonas vegetales.

Las hormonas vegetales son compuestos diversos producidos-

por las plantas, que en bajas concentraciones, regulan procesos fisiológicos vegetales. De hecho, se mueven dentro de la planta, de un sitio de producción a un sitio de acción. En cambio, los reguladores del crecimiento son compuestos orgánicos que, en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal (35).

2.10.1. Auxinas.

Las auxinas son hormonas cuya acción fisiológica básica es sobre el mensaje genético contenido en el DNA, determinando que la planta sintetice proteínas y enzimas nuevas cambiando su química y su fisiología. Promueven el alargamiento de las células a bajas dosis produciendo un crecimiento excesivo de tallos, incrementa la respiración y la actividad fisiológica en general (29).

A mediados de la década de 1930 y después, los estudios sobre la fisiología de la acción de las auxinas, demostraron que esa sustancia intervenía en actividades tan diversas de las plantas como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de yemas laterales, la abscisión de hojas y de frutos, la activación de células del cambium y otras (11)(35).

2.10.2. Citokininas.

Son sustancias de crecimiento que provocan la división celular de las plantas, muchas citokininas exógenas y todas las endógenas derivan probablemente de la adenina.

La primera citokinina fue descubierta en la década de 1950 en la Universidad de Winsconsin por el grupo del profesor Folke Skoug, a partir de una muestra de DNA envejecido (35).

En trabajos anteriores, se ha encontrado que las citokinas se oponen a la acción de los inhibidores de la germinación, además, son esenciales para que el ácido giberélico promueva -- los procesos enzimáticos y germinativos, cumpliendo así, un papel preventivo y secundario en la germinación (14).

Las citokininas también interfieren con el DNA y tienen como síntoma típico, el promover la división celular y retarda -- los síntomas de senectud de la planta (26).

2.10.3. Giberelinas.

Las giberelinas pueden definirse como un compuesto de gibane que estimula la división e la prolongación celular, o ambas cosas y pueden terminar con el reposo de las semillas de muchas especies. Estas sustancias estan químicamente relacionadas con el ácido giberélico (GA_3), producto metabólico aislado del hongo Giberella fujikuroi por el científico japonés Kurosawa, en - 1939 (35).

Kavangah (1968), menciona que las giberelinas tienen como acción básica, el modificar el mensaje genético que lleva el -- RNA, cuando falta, se presenta el síntoma típico de carencia de amilasa en la planta, enzima que deshace al almidón, lo cual -- permite utilizarlo para obtener energía. Otro síntoma típico, es el de promover el crecimiento de las variedades enanas, esti

mulan la floración bajo condiciones de días largos en plantas de roseta, además de romper la dormancia en retoños, plantas de cíduas, tubérculos y semillas (22).

Las semillas se tratan remojándolas durante 24 horas en -- una solución acuosa de GA₃ en concentraciones de 100 a 10000 -- ppm, el empleo a gran escala de este tratamiento, debe estar -- prevenido de pruebas preliminares. Actualmente, es usado para -- romper la dormancia en granos de cereal, también incrementa la -- longitud de la plúmula y no afecta la producción de materia se -- ca (11)(12).

2.11. Medios de propagación

En la propagación de plantas de vivero, se han utilizado - diversos medios y mezclas de los mismos con el fin de colocar - semillas a germinar y hacer enraizar estacas.

Para contar con un buen medio de propagación, es necesario que tenga las siguientes características:

- El medio debe ser lo suficientemente firme y denso para mantener a las semillas en su sitio.
- Debe retener suficiente humedad.
- Debe tener una porosidad adecuada para que permita una buena-
aireación.
- Libre de malezas y organismos patógenos (11).

2.11.1. Arena.

La arena está formada por pequeños granos de piedra de alrededor de 0.05 a 2.0 mm de diámetro, que se originan por la interperización de diversas rocas dependiendo de su composición mineral en la roca madre. La arena de preferencia se debe fumigar o tratar con calor antes de usarla, ya que puede contener semillas de malezas y algunas especies de hongos que producen ahogamiento. La arena virtualmente no contiene nutrientes minerales y casi siempre se usa en combinación con material orgánico. En la propagación de plantas, generalmente se emplea arena de cuarzo que es en forma predominante un complejo de sílice (11).

2.11.2. Aserrín, corteza de madera.

Estos materiales son subproductos de aserradero y pueden ser de abeto o de pino. Un material ampliamente usado, es un aserrín de sequoia nitrificado, el nitrógeno se añade en cantidades suficientes para propiciar el proceso de descomposición del aserrín, más una cantidad adicional para la nutrición de las plantas. La tasa de descomposición del aserrín, varía según la especie de la madera, debido a su bajo costo se emplea como renovador de suelos (11).

2.11.3. Estiércol.

Es sin lugar a dudas, el mejorador más importante del suelo, la calidad del estiércol que es una fuente de materia orgánica varía en función de los siguientes puntos: La clase del --

animal que lo ha producido, la naturaleza y cantidad de la cama utilizada, su estado de descomposición, etc.

El total de los elementos contenidos en el estiércol son tan asimilables como los abonos químicos. El estiércol se aplica en cantidades de 40 a 50 toneladas por hectárea cuando se busca la mejora de las propiedades físicas del suelo, el mejor abono producido por ganado, es el estiércol de cabra (35).

2.11.4. Tierra de hoja.

Las hojas de arce, encino, olmo y sicomoro, son apropiadas para obtener tierra de hoja. Para preparar un abono de esta naturaleza, las capas de hojas se mezclan con capas delgadas de tierra a la que se agrega una pequeña cantidad de un fertilizante nitrogenado como el sulfato de amonio. La mezcla debe regarse bien para mantener la acción de la descomposición, pero es deseable tenerla bajo un cobertizo o cubrirla con un toldo impermeable para evitar una lixiviación excesiva en tiempo de lluvia (35).

2.11.5. Vermiculita.

Es un material micáceo que se expande al calentarse, tiene una capacidad relativamente alta para el intercambio de cationes y por consiguiente, puede retener nutrientes en reserva y liberarlos más tarde. En propagación solo deben usarse los tipos hortícolas de vermiculita, los tipos propios para aislamiento no son adecuados. Otros medios usados son perlita, compost, musgo esfangíneo, turba, etc. (11).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localidad

Este trabajo se llevó a cabo durante el verano-otoño del -- año de 1988, iniciándose el 1º de agosto y concluyéndose el 30- de noviembre del mismo año. Se realizó en el invernadero del - Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la - U.A.N.L., que se encuentra sobre el Km. 17 de la carretera Zua zua-Marín en el municipio de Marín, N.L., sus coordenadas geo- gáficas son: 25°53' de latitud norte y 100°03' de latitud oes- te, con una altitud de 375 msnm.

3.2. Clima de la región

El clima se clasifica como BS'(h')hx'(e) (semiárido), con una temperatura media anual de 22°C, las temperaturas mínimas - se presentan en los meses de diciembre y enero y son inferiores a los 10°C, las temperaturas máximas se presentan en los meses- de julio y agosto, en donde se superan los 30°C.

Las condiciones de temperatura que se presentaron durante el desarrollo del experimento se muestran en el Cuadro 1-A del- apéndice.

3.3. Materiales

Los materiales que se necesitaron para efectuar este trabajo, se enlistan enseguida:

- Se utilizaron un total de 4800 semillas de coma con cubierta dura y lustrosa de 8 mm de largo y un grosor de 4 a 6 mm de diámetro.
- Los medios de propagación que se utilizaron fueron: una mezcla de vivero, compuesta por aserrín y tierra de hoja, en una proporción de dos partes de tierra de hoja por una de aserrín. Otro medio fue, una mezcla de almácigo, compuesta por estiércol, tierra de hoja y arena, todo en partes iguales. El tercer medio de propagación estaba compuesto por tierra de hoja solamente.
- Se utilizaron 48 charolas de propagación, hechas de lámina y con perforaciones en el fondo para propiciar un buen drenaje, miden 34 cm de ancho por 48 cm de largo y 9 cm de altura,
- Se usaron 48 tablas de separación (una por charola), con las siguientes medidas: 34 cm de largo, 9 cm de ancho y 1 cm de grosor. Además, se utilizaron dos mesas de 1.5 m de ancho por 3 m de largo y 1 m de altura.
- Los reactivos que se utilizaron fueron los siguientes: ácido sulfúrico concentrado, ácido giberélico en tres diferentes concentraciones (100 ppm, 500 ppm, 900 ppm), agua.
- Regla, vernier, termómetro de máximas y mínimas, etiquetas, balanza analítica.

Las semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) que fueron utilizadas en el experimento, se recolectaron en árboles localizados en el municipio de Marín, N.L.

3.4. Métodos

Para llevar a cabo este experimento, se utilizaron los tratamientos que se describen en el cuadro 2-A; todos los medios de propagación fueron preparados en forma individual y luego se -- asignaron al azar a cada método de preacondicionamiento en cada repetición.

Los métodos de preacondicionamiento que se aplicaron a las semillas se prepararon de la siguiente manera:

- El testigo estaba compuesto por semillas de coma sembradas en forma directa sin recibir ningún tratamiento.

Para el tratamiento siguiente, se pusieron a remojar las semillas en agua durante 24 horas continuas y después se sembraron en las charolas de propagación.

- En el tercer tratamiento, también se pusieron a remojar las - semillas en agua, durante 24 horas, pero esta vez se cambio - el agua cada seis horas.

El cuarto tratamiento se preparó remojando las semillas en -- una solución acuosa de ácido giberélico a una concentración - de 100 ppm durante 24 horas y después se sembraron en las charolas de propagación.

- Los tratamientos cinco y seis, utilizaron el mismo procedi- - miento anterior, solo que esta vez, la concentración fue de - 500 ppm y 900 ppm respectivamente.
- En el séptimo tratamiento las semillas se pusieron a remojar- en ácido sulfúrico concentrado durante cinco minutos y des- -

pués se lavaron con abundante agua, luego se llevaron a las charolas de propagación para ser sembradas.

- Para el último tratamiento, se cosecharon los frutos maduros del árbol y luego se les extrajo las semillas, éstas se sembraron inmediatamente.

3.4.1. Diseño experimental.

El presente trabajo se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, utilizándose el factor medios de propagación con tres niveles, y el factor preacondicionamientos con ocho niveles. Los 24 tratamientos se presentan al final en el Cuadro 2 del apéndice.

Se utilizaron cuatro repeticiones y 96 unidades experimentales, cada una con 50 semillas, dando un total de 4,800 semillas en el experimento.

Modelo Estadístico

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, 3$$

$$j = 1, 2, \dots, 8$$

$$k = 1, 2, \dots, 4$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor de la variable estudiada, observada en la unidad experimental que recibió el i -ésimo medio de propagación con el j -ésimo preacondicionamiento, en la k -ésima repetición.

- M = Es la media general.
- A_i = Es el efecto del i-ésimo medio de propagación.
- B_j = Es el efecto del j-ésimo preacondicionamiento.
- AB_{ij} = Es el efecto de la interacción del i-ésimo medio de propagación con el j-ésimo preacondicionamiento.
- E_{ijk} = Es el error aleatorio asociado a la unidad experimental que recibió el i-ésimo medio de propagación, con el j-ésimo preacondicionamiento, en la k-ésima repetición.

3.4.2. Prácticas culturales.

- Siembra.

La siembra se efectuó en húmedo el lunes 1º de agosto de 1988, realizándose en forma manual, se dividió cada charola en dos partes y se consideró cada mitad como una unidad experimental.

Para tener una distribución uniforme de las 50 semillas en cada unidad experimental, se hicieron cinco surcos pequeños y se fueron depositando 10 semillas en cada uno a 3 cm de profundidad.

- Riegos.

Los riegos fueron periódicos, tratando de mantener con buena humedad a las mezclas, con el fin de proporcionar las condiciones favorables para la germinación de las semillas, por lo cual se estuvo dando un riego diario por la mañana.

Plagas.

En general, no hubo incidencia de plagas, salvo en algunos tratamientos que contenían estiércol, en donde se apreciaron unas pocas larvas de gallina ciega, las cuales se controlaron manualmente.

- Malezas.

Las malezas que se presentaron en este experimento fueron muy esporádicas, por lo que se procedió a controlarlas manualmente. Se observó la emergencia de plántulas de mezquite (Prosopis sp.) y algunas uña de gato (Acacia sp.).

- Enfermedades.

En cuanto a enfermedades, solamente se detectó la aparición de moho verde (Penicillium sp.) en las unidades experimentales en donde se trabajó con arena de río. Para controlar esto, solamente se suspendieron los riegos en las áreas afectadas.

3.4.3. Variables evaluadas.

- Germinación (%).

Se empezó a evaluar desde los 15 días después de la siembra, ya que esta especie (B. celastrina) presentó una germinación muy retardada, los siguientes conteos se hicieron cada 15 días. Se tomaron como semillas germinadas, aquellas que emergieron y presentaron las hojas cotiledonares.

- Altura de planta (cm).

Se registró al final del experimento, la altura se tomó desde la base del cuello de la planta, hasta el punto de separación de la hoja más alta del tallo principal.

- Número de hojas.

Solamente se contaron las hojas verdaderas para evaluar esta variable y se hizo al final del experimento, solo se hizo un conteo.

Número de divisiones.

Para evaluar esta variable, se contaron todas las plantas de cada unidad experimental, contando el número de brotes apicales diferentes al brote principal. Solamente se hizo un conteo al final del experimento.

Diámetro del tallo (cm).

La evaluación de esta variable se realizó de la siguiente manera: se midieron los diámetros del tallo a 1 cm de altura -- arriba del cuello de la planta, para ésto, se utilizó un vernier.

- Peso fresco del tallo (gr).

Se tomó una muestra representativa de cada unidad experimental y se procedió a registrar el peso fresco del tallo mediante una balanza analítica. Se pesaron solo los tallos sin raíz .

- Peso fresco de la raíz (gr.).

De las muestras representativas que se tomaron en cada undad experimental, se pesaron las raíces también en una balanza analítica y se registraron los datos.

- Peso seco del tallo (gr.).

Primero se separaron los tallos de las raíces y se metieron a una estufa de secado a 105°C durante tres días. Una vez secos los tallos, se procedió a pesarlos en la balanza analítica.

- Peso seco de la raíz (gr.).

Se siguió el mismo procedimiento anterior, solo que esta vez, se pesaron las raíces.

3.4.4. Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó por medio de computadora, utilizándose el programa de diseños experimentales implementado en el Centro de Cómputo del Area de Graduados de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., el diseño utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial.

Para realizar la comparación de medias entre los tratamientos se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey incluida en el mismo programa de diseños experimentales (21).

IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la realización del presente experimento. Para darle mayor confiabilidad a este trabajo, se procedió a transformar los datos experimentales utilizando el arcoseno para los porcentajes y la transformación $\sqrt{X + 1}$ para los conteos.

1.- Germinación.

Existe una diferencia altamente significativa entre los medios de propagación. También hay una diferencia altamente significativa entre los preacondicionamientos (cuadro 1).

En base a esto, se realizó una comparación de medias usando el método de Tukey al 5% de significancia, encontrándose que para medios de propagación, se obtuvo la mayor media en la mezcla de vivero, con un valor de 23.64% y presentó diferencia estadística con los otros dos tratamientos (cuadro 2).

Entre los preacondicionamientos, la media más alta corresponde al remojo en agua durante 24 horas, cambiándola cada seis horas, con un valor de 25.45% y no presentó diferencia significativa con los otros tratamientos, excepto con el ácido sulfúrico concentrado, el cual presentó la media más baja en esta variable con un valor de 7.84%.

La interacción de ambos factores, no presentó significancia, por lo tanto, no se hizo la comparación de medias para los preacondicionamientos dentro de cada medio.

CUADRO 1. Análisis de varianza para la variable % de germinación en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Factor A	2	345.695	172.847	5.075	0.009 ++
Factor B	7	2665.835	380.833	11.182	0.000 ++
A x B	14	416.515	29.751	0.873	0.590 ns
Error	72	2452.054	34.056		
Total	95	5880.101			

C.V. = 27.9%

++=Altamente significativa

ns=No significativa

2.- Altura de planta.

Esta variable resultó altamente significativa en relación a los medios de propagación y no significativa tanto para los preacondicionamientos, como para la interacción de ambos factores (cuadro 3).

En la comparación de medias, el valor más alto corresponde a la mezcla de almácigo, con un valor de 5.19 cm y presentó diferencia estadística solo con la mezcla de vivero, el cual presentó un valor de 3.15 cm (cuadro 4).

CUADRO 2. Comparación de medias para la variable % de germinación en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (*Bumelia celastrina* H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

	Tratamientos	Medias	0.05
Factor A	1 Mezcla de vivero	23.461	A
	2 Mezcla de almácigo	20.133	AB
	3 Tierra de hoja	18.987	B
Factor B	3 Agua (c/6 horas)	25.418	A
	2 Agua (24 horas)	24.983	A
	8 Semillas recién cos.	24.598	A
	6 Ac. giberélico 900 ppm	21.534	A
	1 Testigo	21.356	A
	4 Ac. giberélico 100 ppm	20.893	A
	5 Ac. giberélico 500 ppm	20.267	A
	7 Ac. sulfúrico conc.	7.844	B

Tukey (factor A) = 3.49*

Tukey (factor B) = 7.45*

En el cuadro, las letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre las medias.

*Estos valores nos indican la diferencia mínima significativa para un nivel de $\alpha = 0.05$

CUADRO 3. Análisis de varianza para la variable altura de planta en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina - H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Factor A	2	68.937	34.468	22.279	0.000 ++
Factor B	7	22.679	3.239	2.094	0.054 ns
A x B	14	6.703	0.478	0.309	0.991 ns
Error	72	111.391	1.547		
Total	95	209.712			

C.V. = 29.1%

CUADRO 4. Comparación de medias para la variable altura de planta en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina - H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamiento	Media	0.05
2 Mezcla de almácigo	5.1987	A
3 Tierra de hoja	4.4721	A
1 Mezcla de vivero	3.1551	B

Tukey = 0.74

3.- Número de hojas.

Los datos de esta variable, fueron transformados utilizando la fórmula $\sqrt{X + 1}$. Los resultados mostraron una diferencia significativa entre los medios de propagación y no hubo diferencia significativa entre los preacondicionamientos, ni para la interacción de ambos factores (cuadro 5).

La mezcla de almácigo obtuvo la media más alta con un valor de 3.5 cm y presentó diferencia significativa solo con la mezcla de vivero que obtuvo la media más baja con un valor de 2.68 (cuadro 6).

CUADRO 5. Análisis de varianza para la variable número de hojas en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B. K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Factor A	2	11.253	5.626	18.911	0.000 ++
Factor B	7	2.887	0.412	1.386	0.224 ns
A x B	14	0.866	0.061	0.208	0.999 ns
Error	72	21.421	0.297		
Total	95	36.428			

C.V. = 17.3%

CUADRO 6. Comparación de medias para la variable número de hojas en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina - H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamiento	Media	0.05
2 Mezcla de almácigo	3.5009	A
3 Tierra de hoja	3.2601	A
1 Mezcla de vivero	2.6848	B

Tukey = 0.327

4.- Número de divisiones.

Respecto a esta variable, se observó una diferencia altamente significativa para los medios de propagación. En los preacondicionamientos no hubo diferencia significativa, al igual que en la interacción de ambos factores (cuadro 7).

La media más alta correspondió a la mezcla de almácigo con un valor de 1.12 y presenta diferencia significativa con la mezcla de vivero, la cual obtuvo la media más baja para esta variable con un valor de 1.04 (cuadro 8).

5.- Diámetro del tallo.

Esta variable no presentó diferencia significativa para ninguno de los medios de propagación, ni para los preacondicionamientos, y la interacción de ambos factores resultó no significativa, sus medias no presentaron diferencia estadística entre sí (cuadro 9).

CUADRO 7. Análisis de varianza para la variable número de divisiones en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastri-
na H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín,
N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Factor A	2	0.1156	0.0578	6.6047	0.003 ++
Factor B	7	0.0597	0.0085	0.9740	0.542 ns
A x B	14	0.1311	0.0093	1.0692	0.399 ns
Error	72	0.6306	0.0087		
Total	95	0.9371			

C.V. = 8.67%

CUADRO 8. Comparación de medias para la variable número de divisiones en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastri-
na H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín,
N.L.

Tratamiento	Media	0.05
2 Mezcla de almácigo	1.1252	A
3 Tierra de hoja	1.0694	AB
1 Mezcla de vivero	1.0417	B

Tukey = 0.055

CUADRO 9. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina - H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Factor A	2	0.0088	0.0044	0.2765	0.763 ns
Factor B	7	0.1217	0.0139	1.0883	0.380 ns
A x B	14	0.2326	0.0166	1.0399	0.426 ns
Error	72	1.1508	0.0159		
Total	95	1.5140			

C.V. 112.5%

6.- Peso fresco del tallo.

Esta variable presentó una diferencia altamente significativa tanto para los medios de propagación, como para los preacondicionamientos, no así, para la interacción de ambos factores (cuadro 10).

En la comparación de medias se encontró que la mezcla de almácigo presenta el valor más alto con 1.62 gr. y tiene diferencia significativa con la mezcla de vivero, el cual, obtuvo el valor más bajo con 0.662 gr. (cuadro 11).

De los preacondicionamientos, el remojo en agua por un tiempo de 24 horas, presentó la media más alta con un valor de 1.44 gr. y solo tiene diferencia estadística con el ácido sulfúrico concentrado, el cual obtuvo un valor de 0.48 gr. y es el

más bajo para esta variable (cuadro 11).

CUADRO 10. Análisis de varianza para la variable peso fresco -- del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia -- celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero - en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Factor A	2	14.692	7.346	33.783	0.000 ++
Factor B	7	7.022	1.003	4.613	0.000 ++
A x B	14	2.269	0.162	0.745	0.723 ns
Error	72	15.656	0.217		
Total	95	39.640			

C.V. = 40.5%

7.- Peso fresco de la raíz.

Respecto a esta variable, se encontró una diferencia altamente significativa tanto para medios de propagación, como para preacondicionamientos. La interacción de ambos factores resultó no significativa (cuadro 12).

En las medias presentadas por los medios de propagación, se encontró que el valor más alto le corresponde a la mezcla de almácigo con un valor de 0.59 gr. y solo tiene diferencia estadística con la mezcla de vivero que tiene el valor más bajo con 0.39 gr (cuadro 13).

CUADRO 11. Comparación de medias para la variable peso fresco del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamientos		Media	0.05
Factor A	2 Mezcla de almácigo	1.6204	A
	3 Tierra de hoja	1.1682	B
	1 Mezcla de vivero	0.6626	C
Factor B	2 Agua (24 horas)	1.4439	A
	3 Agua (c/6 horas)	1.3476	A
	4 Ac. giberélico 100 ppm	1.2206	A
	6 Ac. giberélico 900 ppm	1.2173	A
	5 Ac. giberélico 500 ppm	1.1887	A
	1 Testigo	1.1639	A
	8 Semilla recién cosechada	1.1403	A
	7 Ac. sulfúrico concentrado	0.4803	B

Tukey (A) = 0.2796

Tukey (B) = 0.5955

En el cuadro, las letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre las medias.

El preacondicionamiento que presenta el valor más alto es el ácido giberélico (900 ppm) con 0.68 gr. y solo tiene diferencia estadística con el ácido sulfúrico concentrado, que presenta un valor de 0.18 gr. y es el más bajo para esta variable --- (cuadro 13).

CUADRO 12. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Factor A	2	0.895	0.447	8.978	0.001 ++
Factor B	7	1.972	0.281	5.647	0.000 ++
A x B	14	0.424	0.030	0.607	0.850 ns
Error	72	3.592	0.049		
Total	95	6.885			

C.V. = 42.3%

++ = Altamente significativa

ns = No significativa

CUADRO 13. Comparación de medias para la variable peso fresco de la raíz en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamientos		Medios	0.05
Factor A	2 Mezcla de almácigo	0.5973	A
	3 Tierra de hoja	0.5947	A
	1 Mezcla de vivero	0.3911	B
Factor B	6 Ac. giberélico 900 ppm	0.6883	A
	3 Agua (c/6 horas)	0.6174	A
	2 Agua (24 horas)	0.6028	A
	4 Ac. giberélico 100 ppm	0.5762	A
	1 Testigo	0.5454	A
	8 Semillas recién cosech.	0.5321	A
	5 Ac. giberélico 500 ppm	0.4775	A
	7 Ac. sulfúrico conc.	0.1817	B

Tukey (A) = 0.1338

Tukey (B) = 0.2756

En el cuadro, las letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre las medias.

8.- Peso seco del tallo.

Esta variable presentó una diferencia altamente significativa tanto para los medios de propagación como para los preacondicionamientos, pero la interacción de los factores resultó no significativa (cuadro 14).

En los medios de propagación, la media más alta fue para la mezcla de almácigo con un valor de 0.73 gr. y presentó diferencia significativa solo con la mezcla de vivero que presentó un valor de 0.36 gr. (cuadro 15).

Entre los preacondicionamientos, el valor más alto lo obtuvo el remojo en agua por 24 horas con 0.81 gr. y presentó diferencia significativa solo con el ácido sulfúrico concentrado -- que obtuvo un valor de 0.26 gr. y fue el más bajo para esta variable (cuadro 15).

9. Peso seco de la raíz.

Existe una diferencia altamente significativa tanto para los medios de propagación como para los preacondicionamientos, en cambio, la interacción de ambos factores resultó no significativa (cuadro 16).

Los medios de propagación presentan su máximo valor en la mezcla de almácigo con 0.37 gr. y tiene diferencia estadística con la mezcla de vivero que obtuvo un valor de 0.22 gr. y es la más baja de esta variable (cuadro 17).

En los preacondicionamientos, el remojo en agua por 24 horas, cambiándola cada 6 horas, presentó la media más alta con-

0.36 gr. y solo tiene diferencia estadística con el ácido sulfúrico concentrado que tiene un valor de 0.12 gr. (cuadro 17).

CUADRO 14. Análisis de varianza para la variable peso seco del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Factor A	2	2.379	1.189	12.803	0.000 ++
Factor B	7	2.153	0.307	3.311	0.004 ++
A x B	14	0.931	0.066	0.716	0.752 ns
Error	72	6.689	0.092		
Total	95	12.154			

C.V. = 52.7%

CUADRO 16. Análisis de varianza para la variable peso seco de la raíz en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semilla de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Factor A	2	0.389	0.194	11.381	0.000 ++
Factor B	7	0.521	0.074	4.355	0.001 ++
A x B	14	0.129	0.009	0.539	0.901 ns
Error	72	1.232	0.017		
Total	95	2.273			

C.V. = 42.3%

CUADRO 15. Comparación de medias para la variable peso seco del tallo en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento - en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamientos		Medias	0.05
Factor A	2 Mezcla de almacigo	0.7384	A
	3 Tierra de hoja	0.6307	A
	1 Mezcla de vivero	0.3639	B
Factor B	2 Agua (24 horas)	0.8118	A
	6 Ac. giberélico 900 ppm	0.6748	A
	3 Agua (c/6 horas)	0.6619	A
	1 Testigo	0.5794	AB
	5 Ac. giberélico 500 ppm	0.5763	AB
	4 Ac. giberélico 100 ppm	0.5637	AB
	8 Semillas recién cosechadas	0.4929	AB
	7 Ac. sulfúrico conc.	0.2602	B

Tukey (A) = 0.1828

Tukey (B) = 0.3893

En el cuadro, las letras iguales indican que no hay diferencia estadística entre las medias.

CUADRO 17. Comparación de medias para la variable peso seco de la raíz en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamientos		Medios	0.05
Factor A	2 Mezcla de almácigo	0.3762	A
	3 Tierra de hoja	0.3272	A
	1 Mezcla de vivero	0.2234	B
Factor B	3 Agua (c/6 horas)	0.3668	A
	2 Agua (24 horas)	0.3631	A
	6 Ac. giberélico 900 ppm	0.3532	A
	4 Ac. giberélico 100 ppm	0.3396	A
	1 Testigo	0.3174	A
	8 Semilla recién cosechada	0.3057	A
	5 Ac. giberélico 500 ppm	0.3015	A
7 Ac. sulfúrico conc.	0.1241	B	

Tukey (A) = 0.0784

Tukey (B) = 0.1670

En el cuadro, las letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre las medias.

Análisis de correlación.

Los coeficientes de correlación se presentan en el cuadro 3A del apéndice.

La variable % de germinación, presenta una correlación positiva y altamente significativa con todas las variables restantes, excepto con la variable número de hojas, la cual, resultó no significativa. Esto debido probablemente, a que el porcentaje de germinación no influye en el número de hojas que pueda tener una planta.

También se encontró que la variable diámetro del tallo presenta una correlación no significativa en relación con el resto de las variables estudiadas, excepto con la variable % de germinación donde resultó altamente significativa.

Gran parte de las variables estudiadas, presentan buena correlación entre sí, con excepción de la variable número de divisiones que presenta una correlación no significativa con las variables diámetro del tallo, peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz, peso seco del tallo, y peso seco de la raíz.

V. DISCUSION

La mayoría de los tratamientos presentaron una germinación tardía, observándose que a los 15 días después de la siembra, solo habían germinado 32 semillas, que representan un número muy bajo tomando en cuenta que se sembraron 4,800 semillas en total. Esto se debe probablemente a que algunos tratamientos, mostraron una superficie compacta que dificultó la germinación.

Al utilizar la mezcla de almácigo compuesta por estiércol, tierra de hoja y arena, se obtuvieron los mejores resultados en cuanto a altura de planta, número de hojas, número de divisiones, peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz, peso seco del tallo y peso seco de la raíz, debido a las características propias de sus componentes, los cuales presentan buena retención de humedad, aireación y alto contenido de materia orgánica, que lo hacen un medio de propagación muy favorable (27).

Con la mezcla de vivero, compuesta por dos partes de tierra de hoja y una parte de aserrín, se obtuvieron los resultados más bajos en todas las variables estudiadas, con excepción de la variable % de germinación donde se presentaron los mejores resultados, aunque la diferencia estadística que mostró con respecto a los otros medios de propagación fue mínima.

Los estudios realizados anteriormente con medios de propagación, mencionan que esta mezcla de vivero es la más adecuada en la germinación de semillas de chapote (Diospyros texana) y framboyán (Delonix regia) (32)(34).

El preacondicionamiento con agua durante 24 horas, presentó los mejores resultados en la mayoría de las variables estudiadas, esto se debe a que el remojo en agua modifica las cubiertas y ablanda las semillas para promover el proceso de germinación (11).

Los resultados obtenidos en este experimento, coinciden con los obtenidos en un estudio realizado por Pérez (1984), donde se encontró que el remojo en agua durante 24 horas presentó los mejores resultados que la aplicación de ácido giberélico en diferentes concentraciones, trabajando con semillas de persimonia (Diospyros virginiana) (25).

En las unidades experimentales donde se utilizó el ácido sulfúrico concentrado, se obtuvo el menor número de semillas germinadas, debido probablemente a que la alta concentración del ácido sulfúrico pudo provocar la muerte del embrión de las semillas.

Las investigaciones realizadas con ácido sulfúrico, han mostrado los mejores resultados aplicándolo en bajas concentraciones. De León (1971), escarificando semillas de nogal pecanero (Carya illinoensis) con ácido sulfúrico, concluye que los mejores resultados se dan remojando las semillas en ácido sulfúrico a una concentración del 25% durante 24 horas. Por lo tanto, se sugiere que en futuras investigaciones, se apliquen concentraciones bajas de ácido sulfúrico para no dañar el embrión y obtener mejor resultado (16).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estadístico de este experimento, se tienen las siguientes conclusiones:

El mejor medio de propagación fue la mezcla de almácigo, - compuesta por estiércol, tierra de hoja y arena, todo en partes iguales. Este tratamiento, obtuvo los valores más altos en las variables altura de planta, número de hojas, número de divisiones, peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz, peso seco del tallo y peso seco de la raíz. Sin embargo, en la variable % de germinación, se presentó como el segundo mejor tratamiento con una media de 20.13%.

Entre los preacondicionamientos, el mejor tratamiento fue el remojo en agua durante 24 horas, cambiándola cada 6 horas, - ya que obtuvo los valores más altos en las variables: altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, peso fresco del tallo, y peso seco del tallo. En cuanto a la variable % de germinación, fue el segundo mejor tratamiento con una media de 24.98%.

Las interacciones presentadas por los niveles de ambos factores no fueron significativas. Lo cual, nos indica que es más factible utilizar los medios de propagación y los preacondicionamientos en forma individual o aislada.

Por otra parte, los resultados más bajos fueron para los siguientes tratamientos: la mezcla de vivero, compuesta por tierra de hoja y aserrín, que obtuvo los valores más bajos en las-

variables: altura de planta, número de hojas, número de divisiones, peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz y peso seco del tallo.

El preacondicionamiento con ácido sulfúrico concentrado, presentó los valores más bajos en todas las variables estudiadas, excepto en la variable número de divisiones, donde obtuvo un quinto lugar con una media de 1.07.

La mayoría de los coeficientes de variación son aceptables excepto en las variables diámetro del tallo, y peso seco del tallo, en donde se considera pertinente perfeccionar las técnicas de muestreo.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las conclusiones anteriores, podemos hacer las siguientes recomendaciones:

Utilizar un medio de propagación compuesto por tierra de hoja y aserrín, en una proporción de dos partes de tierra de hoja por una de aserrín. También podemos utilizar una mezcla de estiércol, tierra de hoja y arena de río, en partes iguales, la cual, presenta resultados aceptables en la germinación de las semillas.

Se puede utilizar el remojo en agua durante 24 horas como un método muy eficaz para promover la germinación en semillas de testa dura. Debemos probar también otras variantes de este tratamiento, por ejemplo, utilizar el remojo en agua en intervalos de tiempo más cortos o más largos, según sea el caso.

Es aconsejable probar otra combinación de medios de propagación tomando como base la tierra de hoja, así también, utilizar algunas modificaciones en los métodos de preacondicionamiento de la semilla para promover mejor la germinación de las mismas. Esto se puede hacer bajando las concentraciones de ácido sulfúrico, o aumentando las concentraciones de ácido giberélico para probar su efecto en la germinación y desarrollo inicial de las semillas.

También es recomendable seguir realizando este tipo de trabajos, con el fin de recabar información acerca de las especies silvestres que existen en la región, para que en el futuro se puedan tomar las medidas necesarias para su mejoramiento, conservación y su explotación comercial.

VIII. RESUMEN

El presente estudio, se realizó a partir del 1º de agosto de 1988, en el Invernadero localizado en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicada en el municipio de Marín, N.L.

En este trabajo, el objetivo principal fue: determinar --- cual de los tres medios de propagación y ocho métodos de pre--- acondicionamiento probadas, presenta los resultados más favorables para promover la germinación en semillas de testa dura.

Como diseño estadístico de este experimento, se utilizó - un completamente al azar con arreglo factorial, que contiene -- tres niveles para el factor A y ocho niveles para el factor B. Con esto, se completan 24 tratamientos y 4 repeticiones para -- dar un total de 96 unidades experimentales, distribuidas en 48- charolas. En cada unidad experimental se colocaron 50 semillas, utilizándose un total de 4,800 semillas en el experimento.

Observando la variable % de germinación, notamos que en el cuadro 4-A del apéndice, el factor A presenta la media más alta en el tratamiento 1 (mezcla de vivero) compuesta por dos partes de tierra de hoja y una de aserrín, el cual, presentó un valor medio de 23.46% y fue estadísticamente diferente a los ---- otros tratamientos, aunque con el tratamiento 2 (mezcla de almá cigo) no es muy marcada la diferencia, ya que éste tiene un valor de 20.13%.

En la misma variable % de germinación, ahora en el cuadro-

5-A del apéndice, observamos que el remojo en agua por un período de 24 horas, fue el mejor método de preacondicionamiento con un valor de 25.41%, y solamente mostró diferencia estadística con el tratamiento 7 (ácido sulfúrico), que presentó un valor de 7.48% y además, fue el valor más bajo en esta variable.

Sin embargo, el mejor medio de propagación en este experimento, fue la mezcla de almácigo compuesta por arena, tierra de hoja y estiércol (1:1:1). Los valores de este tratamiento fueron: 5.19 cm en altura de planta, 3.5 en número de hojas, 1.12 en el número de divisiones, 1.62 gr en el peso fresco del tallo, 0.59 en el peso fresco de la raíz, 0.73 gr en el peso seco del tallo, 0.37 gr en el peso seco de la raíz, mostrando diferencia estadística con el tratamiento 1 (mezcla de vivero) el cual, fue el que obtuvo los valores más bajos para el factor A, excepto en la variable % de germinación, en donde fue el más alto.

Los valores que obtuvo el remojo en agua por 24 horas fueron: 4.91 cm en altura de planta, 3.38 en número de hoja, 0.17 cm en diámetro del tallo, 1.44 gr en peso fresco del tallo, 0.81 gr en peso seco del tallo, y presenta una marcada diferencia estadística con el tratamiento 7 (ácido sulfúrico) el cual además obtuvo los valores más bajos en el factor B (cuadro 5-A del apéndice).

En el cuadro 7-A del apéndice (análisis de correlación) observamos que la variable % de germinación presenta una correlación positiva y altamente significativa con el resto de las va-

riables estudiadas, excepto con la variable número de hojas, en donde resultó no significativa.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Bonner, F.T. 1974. Seeds of woody plants in the United States, presowing treatments of seeds to speed germination, Forest Service U.S.D.A., Agriculture Handbook #450, Washington, U.S.A. pp. 126-9, 285.
2. Britton, N.L. 1970. An illustrated flora of the norther of U.S.A. and Canada, Vol. 11, Dover Publications Inc. --- New York, U.S.A. pp. 719-20.
3. Carvalho, N.M. 1983. Sementes, ciencia, tecnologia e germinacao, 2o. edición, Ed. Campinas, Fundacao Cargill. pp. 68, 75, 222.
4. Correll, D.S. and Johnston, M.C. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Tex. -- U.S.A. 1187-9.
5. Diehl, R. 1978. Fitotecnia General. Edit. Mundiprensa. México, D.F. pp. 241-5.
6. Feath, C.J. 1978. Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica. Panamá, y el Caribe, -- Germinación. C.I.A.T. pp. 350-60.

7. Fernald, M.L. 1970. Gray's manual of botany, 8ª edición, D. V. Nostrand Co., New York, U.S.A. pp. 1144-5.
8. Fogg, G.E. 1973. El crecimiento de las plantas, E.U.D.E.B.A. Buenos Aires, Argentina. pp. 282-6.
9. Font, Q.P. 1974. Botánica pintoresca, Ed. Ramón Sopena, S.A. Barcelona, España. p. 578.
10. Harrar, E.S. 1962. Guide to southern trees, 2ª edición. Dover Publications Inc., New York, U.S.A. pp. 598-601.
11. Hartmann, H.T., Kester, D.E. 1984. Propagación de plantas, -- principios y prácticas. C.E.C.S.A. México, D.F. pp. 42, 47 51, 204-10.
12. Huber, T.A., Mc. Donald M.B. 1982. Gibberellic acid influence on aged and unaged barley seed germination and vigor. -- Agronomy Journal. Vol. 74. #2, pp. 386-7.
13. Kaerney, T.H. Peebles, R.H. 1960. Arizona Flora, University of California Press, L.A. California, U.S.A. p. 640.
14. Khan, M.A. 1986. Factors influencing seed germination in --- Salicornia pacifica var. utahensis. American Journal of Botany. Vol. 73, #8, pp. 1163-6.

15. Krugmann, S.L. 1974. Seed of woody plants in the United States, Seed Biology, Forest Service U.S.D.A., Agriculture Handbook #450. Washington, U.S.A. pp. 26-32.
16. León, S.G. de 1971. Escarificación de semillas de nogal --- (Carya illinoensis Koch.) con ácido sulfúrico a 3 concentraciones y 3 tiempos de inmersión, Monterrey, N.L.- Tesis Ing. Agr. Fito. FAUANL. pp. 50-51.
17. Little, E.L. 1974. Trees of Puerto Rico and Virgin Islands. Sapodilla family, Forest Service, U.S.D.A. Agriculture-Handbook #449, Washington, U.S.A. pp. 776-9.
18. Meyer, B.S. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. 3a. edición. E.U.D.E.B.A., Buenos Aires, Argentina. pp. 405-550.
19. Miller, H.A. 1978. How to know the trees, 3a. edition, the-pictured key nature series, Ed. W.C.D., Iowa, U.S.A. pp. 57-9.
20. Niembro, R.A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México, -- Ed. LIMUSA, Universidad Autónoma de Chapingo, México, D.F. pp. 21, 22, 45.

21. Olivares, S.E. 1989. Diseños (versión 1.9) Fac. Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L.
Centro de Computo, Area de Graduados de la Facultad de Agronomía. U.A.N.L.
22. Ortega, H.M. 1985. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de ácido giberélico en la producción de sandía ---- (Citrullus vulgaris) en el norte de Veracruz. Tesis Ing Agr. Prod. TEC. pp. 29.
23. Parodi, L.R. 1959. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. A.C.M.E.S.A. Buenos Aires, Argentina. pp. -- 685.
24. Pennington, T.D. 1968. Arboles tropicales de México, manual para la identificación de campo de los principiantes, - I.N.I.F. O.N.U., pp. 340-1.
25. Pérez, E.J.A. 1984. Aplicación de ácido giberélico (AG₃) y remojo en agua de semillas de persimonia (Diospyros --- virginiana L.) bajo invernadero en Marín, N.L. Tesis -- Ing. Agr. Fito. FAUANL. pp. 39-40.
26. Petrides, G.A. 1972. A field guide to trees and shrubs, 2a. Ed. Houghton Mifflin Co., Boston, U.S.A. pp. 192,310.

27. Plata, R.F. 1986. Prueba de medios de propagación en semilla escarificada y sin escarificar de trueno (Ligustrum japonicum T.) bajo condiciones de invernadero, Marín, N.L. Tesis Ing. Agr. Fito. FAUANL. p. 35.
28. Rodríguez, T.S. 1988. Arboles y arbustos del municipio de Marín, N.L. México. Temas didácticos #2, Fac. de Agronomía de la U.A.N.L. pp. 90-1.
29. Rojas, G.M. 1978. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitoreguladores. LIMUSA, México, D.F. pp. 93-8.
30. Rojas, G.M. 1981. Fisiología Vegetal Aplicada. 2° Ed., McGraw-Hill México, D.F. pp. 192-4.
31. Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA., México, D.F. pp. 185, 200, 213, 256, 352, 362.
32. Salazar, O.E. 1990. Prueba de germinación en semillas escarificadas de chapote (Diospyros texana) con diferentes medios de propagación bajo invernadero en Marín, N.L. - Tesis Ing. Agr. Fito. FAUANL. p. 46.
33. Schery, R.W. 1956. Plantas útiles al hombre, Botánica Económica. Ed. Salvat, Barcelona, España. pág. 275.

34. Villanueva, F.A. 1984. Prueba de 10 medios de cultivo y dos posiciones de la semilla escarificada de framboyan (Delonix regia L.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L. Tesis Ing. Agr. Fito. FAUANL. p. 53.
35. Weaver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas, México, D.F. pp. 18-31, 68.
36. Willis, J.C. 1973. A dictionary of flowering plants on ferns, 8° edition, University Printing House, Cambridge England, pág. 107.

X. A P E N D I C E

CUADRO 1-A. Temperaturas que se presentaron durante los meses - en que se llevó a cabo la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de pre-acondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones - de invernadero en Marín, N.L.

M E S	T° \bar{X}	T°máx.	T°mín.
Agosto	33	40	25
Septiembre	29	32	23
Octubre	28	30	17
Noviembre	18	28	7

Estas temperaturas fueron tomadas en los termómetros de máximas y mínimas que se encuentran dentro del invernadero en la sección donde se realizó el trabajo.

CUADRO 2-A. Tratamientos utilizados en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de pre acondicionamiento en la germinación de semillas de comaca (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamientos	Preacondicionamientos	Medios de Propagación
1	Testigo	Mezcla de vivero
2	Agua (24 horas)	" "
3	Agua (c/6 horas)	" "
4	Ac. giberélico 100 ppm	" "
5	Ac. giberélico 500 ppm	" "
6	Ac. giberélico 900 ppm	" "
7	Ac. sulfúrico conc.	" "
8	Semilla recién cosechada	" "
9	Testigo	Mezcla de almácigo
10	Agua (24 horas)	" "
11	Agua (c/6 horas)	" "
12	Ac. giberélico 100 ppm	" "
13	Ac. giberélico 500 ppm	" "
14	Ac. giberélico 900 ppm	" "
15	Ac. sulfúrico conc.	" "
16	Semilla recién cosechada	" "
17	Testigo	Tierra de hoja
18	Agua (24 horas)	" "
19	Agua (c/6 horas)	" "
20	Ac. giberélico 100 ppm	" "
21	Ac. giberélico 500 ppm	" "
22	Ac. giberélico 900 ppm	" "
23	Ac. sulfúrico conc.	" "
24	Semilla recién cosechada	" "

Mezcla de Vivero = Tierra de hoja: Aserrín (2:1)

Mezcla de almácigo = Estiércol: Tierra de hoja: Arena (1:1:1)

CUADRO 3-A. Resumen de los análisis de varianza para las variables evaluadas en el efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento para la germinación de semilla de coma (Bumelia celastri na H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín N.L.

Variable	C.M.A.	C.M.B.	C.M.I.	C.M.E.	C.V.
" Germinación (%)	172.847 ++	380.833 ++	29.751 ns	34.056	27.97
Altura de planta	34.468 ++	3.239 ++	0.478 ns	1.547	29.10
§ N° de hojas	5.626 ++	0.412 ns	0.061 ns	0.297	17.32
§ N° de divisiones	0.057 ++	0.008 ns	0.009 ns	0.008	8.67
Diámetro de tallo	0.004 ns	0.017 ns	0.016 ns	0.015	112.58
P.F. tallo	7.346 ++	1.003 ++	0.162 ns	0.217	40.53
P.F. raíz	0.447 ++	9.281 ++	0.303 ns	0.049	42.32
P.S. tallo	1.189 ++	0.307 ++	0.066 ns	0.092	52.76
P.S. Raíz	0.194 ++	0.074 ++	0.009 ns	0.017	42.34

" Variable transformada mediante el arcoseno.

§ Variable transformada mediante $\sqrt{X + 1}$

CUADRO 4-A. Medias para el factor A en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de pre acondicionamiento en la germinación de semillas de comocoma (Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

% germ.	alt. plant.	Nº hoja	Nº div.
1 - 23.462	2 - 5.198	2 - 3.500	2 - 1.125
2 - 20.133	3 - 4.472	3 - 3.260	3 - 1.069
3 - 18.987	1 - 3.155	1 - 2.684	1 - 1.041

Diám. T.	p.f. tallo	p.f. raíz	p.s. tallo	p.s. raíz
3 - 0.125	2 - 1.620	2 - 0.597	2 - 0.738	2 - 0.376
1 - 0.107	3 - 1.168	3 - 0.593	3 - 0.630	3 - 0.327
2 - 0.103	1 - 0.662	1 - 0.391	1 - 0.363	1 - 0.223

1 mezcla de vivero

2 mezcla de almácigo

3 tierra de hoja

CUADRO 5-A. Medias para el factor B en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de pre acondicionamiento en la germinación de semillas de Bumelia celastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

% germ.		alt. plant.		Nº de hoja		Nº div.		Diám. t.	
3	25.418	2	4.913	2	3.389	5	1.139	2	0.176
2	24.983	3	4.700	3	3.365	2	1.079	8	0.169
8	24.598	4	4.578	6	3.242	3	1.078	4	0.100
6	21.534	6	4.574	4	3.231	8	1.077	3	0.095
1	21.356	5	4.072	8	3.176	7	1.076	6	0.094
4	20.893	8	4.055	1	3.071	1	1.065	5	0.093
5	20.267	1	4.001	5	3.012	4	1.055	1	0.090
7	7.844	7	3.297	7	2.973	6	1.054	7	0.077

p.f. tallo		p.f. raíz		p.s. tallo		p.s. raíz	
2	1.443	6	0.688	2	0.811	3	0.366
3	1.347	3	0.617	6	0.674	2	0.363
4	1.220	2	0.602	3	0.661	6	0.353
6	1.217	4	0.572	1	0.579	4	0.339
5	1.188	1	0.545	5	0.576	1	0.317
1	1.163	8	0.532	4	0.563	8	0.305
8	1.140	5	0.477	8	0.492	5	0.301
7	0.480	7	0.181	7	0.260	7	0.124

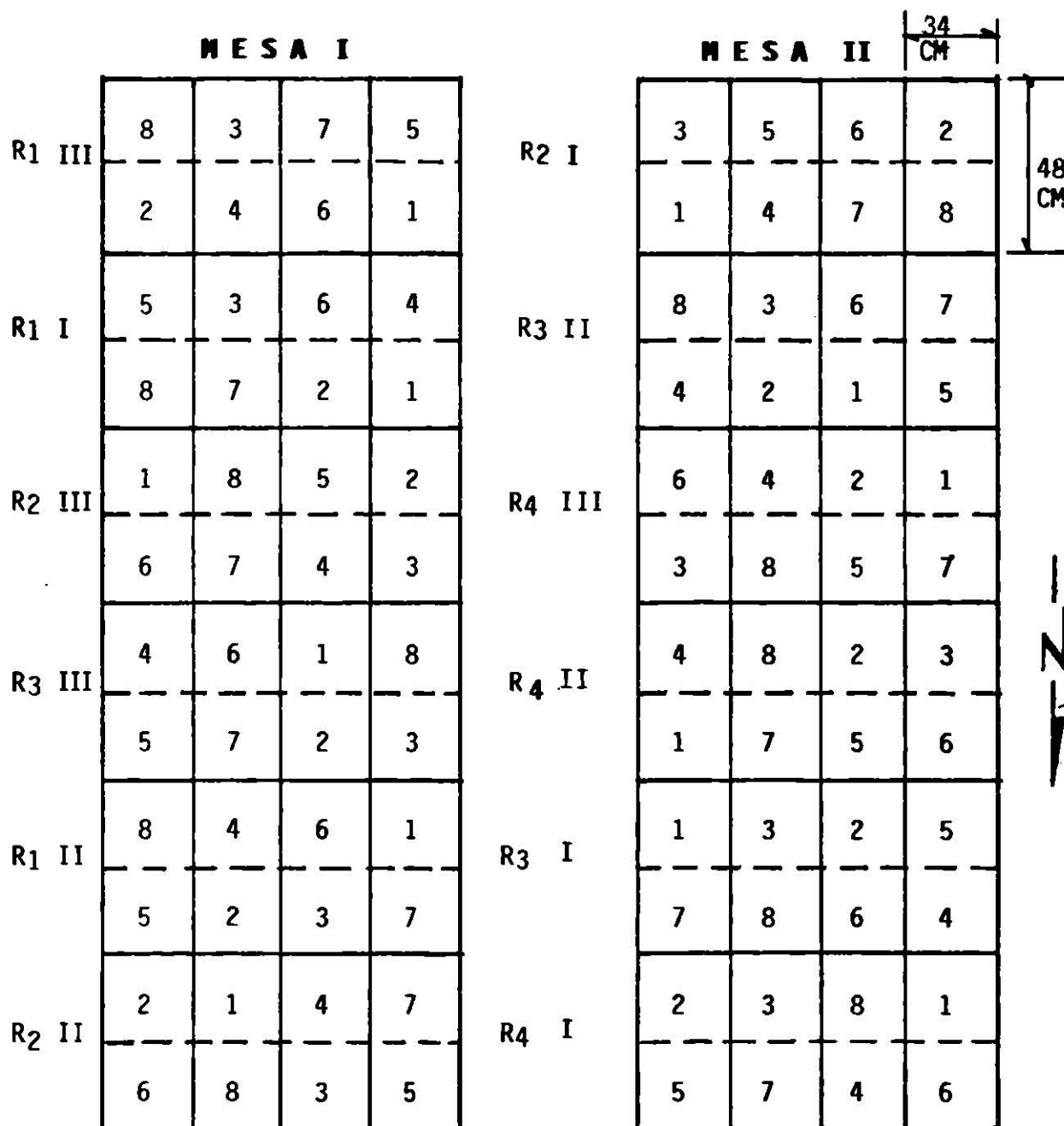
CUADRO 6-A. Número de semillas germinadas por tratamiento en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia celastrina H.B. K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

Tratamientos		Repeticiones				\bar{X}
A	B	I	II	III	IV	
1	1	19	18	17	18	18.25
1	2	28	22	25	12	21.75
1	3	30	20	17	15	20.50
1	4	18	9	15	13	13.50
1	5	--	21	26	19	16.50
1	6	30	16	15	18	19.75
1	7	4	1	--	2	1.75
1	8	30	20	22	20	23.00
2	1	19	13	17	9	14.50
2	2	10	10	14	21	13.75
2	3	13	11	15	21	15.00
2	4	10	18	7	18	13.25
2	5	11	16	12	10	12.25
2	6	11	4	14	16	11.25
2	7	3	4	4	--	2.75
2	8	17	9	13	21	15.00
3	1	11	11	17	11	12.50
3	2	13	27	17	18	16.25
3	3	11	23	23	8	16.25
3	4	19	17	13	1	12.50
3	5	7	16	6	9	9.50
3	6	8	9	15	9	10.25
3	7	1	1	2	--	1.00
3	8	12	27	17	6	15.50

CUADRO 7-A. Coeficientes de correlación existentes entre las variables evaluadas en el efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (Bumelia cecilastrina H.B.K.) bajo condiciones de invernadero en Marín, N.L.

A.P.	0.293							
	++							
N.H.	0.139	0.915						
	ns	++						
N.D.	0.253	0.248	0.330					
	+	+	++					
D.T.	0.671	0.117	0.170	0.104				
	++	ns	ns	ns				
P.F.T.	0.371	0.820	0.760	0.161	-0.019			
	++	++	++	ns	ns			
P.F.R.	0.500	0.687	0.630	0.151	0.145	-0.014		
	++	++	++	ns	ns	ns		
P.S.T.	0.354	0.559	0.586	0.172	0.065	0.974	0.540	
	++	++	++	ns	ns	++	++	
P.S.R.	0.515	0.651	0.705	0.126	0.143	0.561	0.967	0.545
	++	++	++	ns	ns	++	++	++
	% G.	A.P.	N.H.	N.D.	D.T.	P.F.T.	P.F.R.	P.S.T.
%					G. Por ciento de germinación			
A.P.					Altura de planta			
N.H.					Número de hojas			
N.D.					Número de divisiones			
D.T.					Diámetro del tallo			
					P.F.T. Peso fresco de tallo			
					P.F.R. Peso fresco de raíz			
					P.S.T. Peso seco de tallo			
					P.S.R. Peso seco de raíz			

Figura 1. Croquis de los tratamientos utilizados en la evaluación del efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de pre-acondicionamiento en la germinación de semillas de coma, -- (*Beumelia celastrina* H.B.K.) bajo condiciones de invernadero, en Marín, N.L.

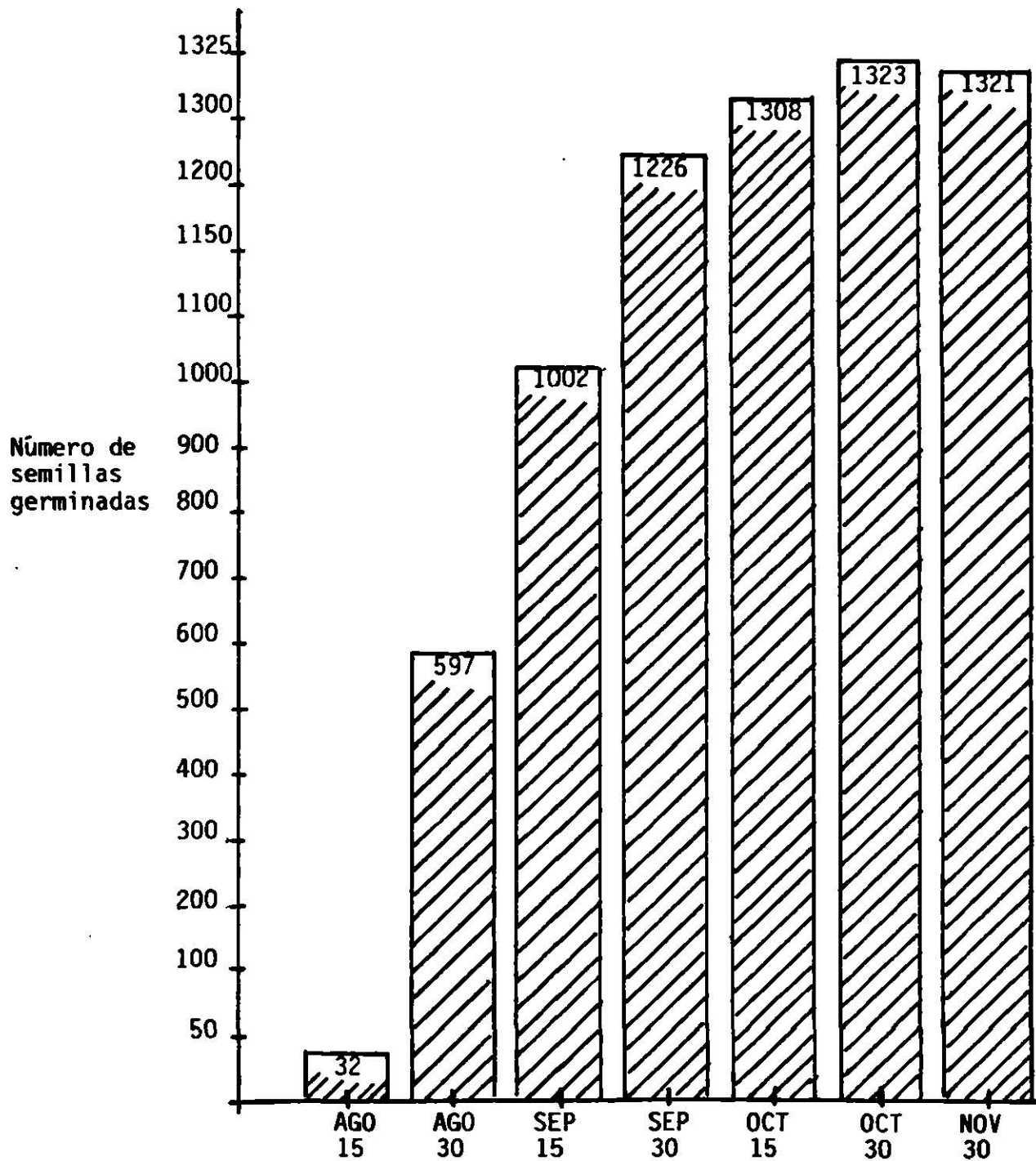


Romanos - Niveles del factor A; I, II, III

Arábigos - Niveles del factor B; 1, 2, 3, ... 8

Repeticiones - R1, R2, R3, R4

Figura 2. Gráfica de semillas germinadas hasta el 30 de Noviembre de 1988 en el efecto de tres medios de propagación y ocho métodos de preacondicionamiento en la germinación de semillas de coma (*Bumelia celastrina* H.B.K.) bajo condiciones de invernadero, en Marín, N.L.



FECHAS MUESTREADAS

10706

