

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

" EVALUACION DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION DE SEMILLA  
Y DOS METODOS DE SIEMBRA EN PARAISO BLANCO (Moringa oleifera  
Lam), BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN EL MUNICIPIO DE  
AMATITLAN, GUATEMALA "

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

T E S I S

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

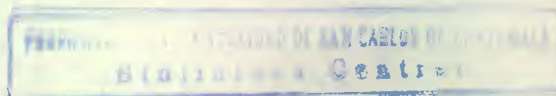
**OTTO SANTIAGO AVILES RECINOS**

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, MARZO DE 1990



DW  
01  
7(1132)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- |                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| DECANO:        | Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.    |
| VOCAL PRIMERO: | Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G. |
| VOCAL SEGUNDO: | Ing. Agr. Efraín Medina G.         |
| VOCAL TERCERO: | Ing. Agr. Wotzbelf Méndez Estrada  |
| VOCAL CUARTO:  | P. A. Hernán Perla González        |
| VOCAL QUINTO:  | P. A. Julio López Maldonado        |
| SECRETARIO:    | Ing. Agr. Rolando Lara Alecio      |



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Numero

23 de marzo de 1990

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

Ingeniero Tobías:

De manera atenta me dirijo a usted para informarle que he concluido la asesoría del trabajo de investigación realizado por el estudiante Otto Santiago Avilés Recinos, carnet número 8310387, el cual se titula así: "EVALUACION DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION DE SEMILLA Y DOS METODOS DE SIEMBRA EN PARAISO BLANCO (*Moringa oleifera* Lam), BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN EL MUNICIPIO DE AMATITLAN, GUATEMALA".

El trabajo en sí, contribuye al conocimiento de la propagación en esta especie de uso múltiple por lo que recomiendo su aprobación al cumplir con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy  
A S E S O R  
Colegiado 1036

MREM/osar

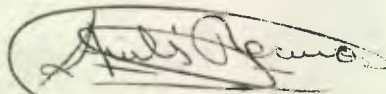
Guatemala,  
23 de marzo de 1990

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Facultad de Agronomía.

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION DE SEMILLA Y DOS METODOS DE SIEMBRA EN PARAISO BLANCO (Moringa oleifera Lam), BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN EL MUNICIPIO DE AMATITLAN, GUATEMALA", como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Otto Santiago Avilés Recinos

OSAR.

## INDICE GENERAL

		Página
	RESUMEN	i
I	INTRODUCCION	1
II	JUSTIFICACION	2
III	HIPOTESIS	3
IV	OBJETIVOS	4
V	REVISION DE LITERATURA	5
	5.1 Aspectos generales de <u>Moringa olei-</u> <u>fera</u> Lam.	5
	5.2 Técnicas de escarificación	6
	5.3 Resultados obtenidos con <u>Moringa</u> <u>oleifera</u> Lam	8
VI	MATERIALES Y METODOS	14
	6.1 Localización	14
	6.2 Material experimental	14
	6.3 Diseño experimental	15
	6.4 Manejo del experimento	17
	6.5 Variables respuesta	19
VII	RESULTADOS Y DISCUSION	22
VIII	CONCLUSIONES	38
IX	RECOMENDACIONES	39
X	BIBLIOGRAFIA	40
XI	APENDICE	42

## INDICE DE CUADROS

No.	TITULO	PAGINA
1	Efecto del tratamiento pre-siembra sobre la germinación de semilla y altura de plántula de <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1986.	9
2	Germinación y crecimiento de los brotes de <u>Moringa oleifera</u> Lam; a media sombra y plena luz; Sudan, 1986.	10
3	Tratamientos evaluados, Guatemala, 1988.	15
4	Análisis de varianza para cinco variables respuesta medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	22
5	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para las variables días a emergencia total y porcentaje de germinación medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	23
6	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para las variables de altura de planta y largo de raíz medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	24
7	Análisis de varianza para las variables de altura de planta medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	25
8	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para las variables de altura de planta medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	26
9	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para las variables de altura de planta medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	26
10	Altura de planta medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se utiliza semillero; Guatemala, 1988.	27

No.	TITULO	PAGINA
11	Altura de planta medida en <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se siembra directamente en bolsa de polietileno; Guatemala, 1988.	29
12	Tasas de crecimiento de <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se utiliza semillero; Guatemala, 1988.	31
13	Tasas de crecimiento de <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se siembra directamente en bolsa de polietileno; Guatemala, 1988.	34
14	Análisis de varianza para las variables de peso medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	34
15	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para las variables de peso bruto en fresco y peso neto en fresco y en seco medidas en <u>Moringa oleifera</u> ; Guatemala, 1988.	35
16	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para las variables de peso bruto y neto en fresco medidas en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	35
17	Comparación múltiple de medias mediante prueba de Tukey para la variable peso bruto en seco medida en <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	36
18-A	Media y desviación standar para las variables de peso y altura de <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1988.	43
19-A	Matriz de covarianza para las distintas variables de peso y altura de <u>Moringa oleifera</u> Lam; Guatemala, 1989.	44
20-A	Eigen valores y valores característicos y proporción de la variación explicada, Guatemala, 1989.	45
21-A	Eigenvectores o vectores característicos de los diferentes componentes principales, Guatemala, 1989.	45

## INDICE DE FIGURAS

No.	TITULO	PAGINA
1	Hojas, flores, fruto y semilla de <u>Moringa oleifera</u> Lam.	7
2	Aleatorización de los tratamientos. <u>Guatemala</u> , 1988.	16
3	Curva de crecimiento de <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se utiliza semillero.	28
4	Curva de crecimiento de <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se siembra directamente en <u>bolsa</u> de polietileno.	30
5	Tasas de crecimiento de <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se utiliza semillero.	32
6	Tasas de crecimiento de <u>Moringa oleifera</u> Lam; cuando se siembra directamente en <u>bolsa</u> de polietileno.	
7	Análisis de los métodos de siembra y de <u>es</u> carificación mediante componentes <u>principales</u> , referidos a las variables de <u>alturas</u> y <u>pesos</u> en <u>Moringa oleifera</u> Lam; <u>Guatemala</u> , 1989.	47



EVALUACION DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION DE SEMILLA Y DOS METODOS DE SIEMBRA EN PARAISO BLANCO (Moringa oleifera Lam), BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN EL MUNICIPIO DE AMATILAN GUATEMALA

EVALUATION OF FOUR TREATMENTS OF SEED SCARIFICATION AND TWO SOWING METHODS IN PARAISO BLANCO (Moringa oleifera Lam), UNDER NURSERY CONDITIONS IN AMATITLAN, GUATEMALA.

R E S U M E N

En el presente trabajo se evaluaron dos métodos de siembra; utilizando semillero y transplante a bolsa y directamente en bolsa de polietileno, así como cuatro tratamientos de escarificación: utilizando agua a 92 °C por uno y dos minutos y remojo con agua a temperatura ambiente por 12 y 24 horas, comparándolos con un testigo.

Dicho ensayo se estableció la primera semana de junio de 1988. Para ello se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con arreglo bifactorial. La unidad experimental consistió en 50 semillas, que una vez que germinaron y emergieron se cambió a 25 plántulas.

Se midieron las siguientes variables respuesta: días a emergencia y porcentaje de germinación para ambas modalidades de siembra; altura de plántula y largo de raíz al momento del transplante cuando se utilizó semillero, y porcentaje de supervivencia al transplante. Luego cuando todos los materiales se encontraban en bolsa, se midieron las siguientes variables: altura de planta a los 30, 60 y 90 días y pesos brutos y netos en fresco y en seco.

Los mejores resultados se obtuvieron cuando se sembró directamente en bolsa de polietileno y utilizando remojo con agua a temperatura ambiente por 24 horas o sin escarificación.

## I INTRODUCCION

El Paraíso Blanco es una planta que posee muchas cualidades que podrían ser de mucha significancia en el área rural guatemalteca, tales como: coagulante natural para el tratamiento de aguas turbias, semillas que producen un aceite de muy buenas características; raíces, flores y frutos comestibles, hojas para forraje, etc., todo esto aunado a su rápido crecimiento.

En los países asiáticos, principalmente en Indonesia, es un cultivo muypreciado debido a sus diversos usos; teniéndose ya variedades bastante productivas tanto para frutos y semillas como para forraje.

En Guatemala se cree que este árbol fue introducido en el siglo XVIII, sin que hasta la fecha se tengan precedentes de su cultivo, más que para cercos vivos, principalmente en la región Sur y Oriente del país.

Por lo anterior, se consideró necesario evaluar la respuesta de la semilla a la escarificación y determinar el método de siembra más adecuado para propagarlo en vivero. En el presente trabajo se evaluaron 4 tratamientos de escarificación de semilla y dos métodos de siembra, bajo condiciones de vivero, en el municipio de Amatitlán, Guatemala. Para los tratamientos de escarificación se utilizó agua a 92 °C por uno y dos minutos, remojo con agua a temperatura ambiente por 12 y 24 horas; asimismo las modalidades de siembra fueron: a) Siembra en semillero seguida por trasplante a bolsa de polietileno, y b) Siembra directamente en bolsa de polietileno.

Se pretende determinar el tratamiento de escarificación y el método de siembra más adecuado para propagar sexualmente Moringa oleifera Lam bajo las condiciones del estudio.

## II JUSTIFICACION

El árbol de Paraíso Blanco (Moringa oleifera Lam), es considerado como promisorio para Guatemala, debido a los múltiples usos actuales y potenciales por ejemplo, como fuente de alimento humano y animal y fuente de aceite de excelentes características a través de su semilla, básicamente. Actualmente se están realizando proyectos de tratamiento de agua utilizando dicha semilla como coagulante. Por lo que hay cierta demanda de la misma; y en vista que en Guatemala no existe evidencia que se cultive; se hace necesario realizar estudios de propagación para conocer la respuesta de la semilla a los tratamientos de escarificación y para determinar el método de siembra a nivel de vivero que permita el mejor crecimiento de la plántula en el menor tiempo posible, previo a su traslado a campo definitivo.

### III HIPOTESIS

- 3.1 El método de siembra directa en bolsa de polietileno, es el más adecuado para propagar el paraíso blanco (Moringa oleifera Lam), bajo condiciones de vivero.
  
- 3.2 No existe diferencia significativa en cuanto a la respuesta de la semilla de Moringa oleifera Lam a la escarificación a nivel de semillero o siembra en bolsa de polietileno bajo condiciones de vivero.

#### IV OBJETIVOS

##### 4.1 Objetivo General:

Evaluar dos métodos de siembra y cuatro tratamientos de escarificación de semilla en Paraíso Blanco (Moringa oleifera Lam) bajo condiciones de vivero.

##### 4.2 Objetivos Específicos:

4.2.1 Determinar el método de siembra más adecuado para Paraíso Blanco (Moringa oleifera Lam) bajo condiciones de vivero.

4.2.2 Evaluar la respuesta de la semilla a la escarificación a nivel de siembra en semillero y en bolsa de polietileno bajo condiciones de vivero.

## V REVISION DE LITERATURA

### 5.1 Aspectos Generales de Moringa oleifera Lam

La familia Moringaceae está formada por un sólo género. Se conocen 4 especies nativas del Norte y Este de Africa, y del Oeste de Asia. Una especie es cultivada en la mayoría de regiones tropicales, esta es Moringa oleifera Lam; la cual tiene sinónimos: Guilandina moringa y Moringa pterygosperma (13).

Es plantada generalmente en América tropical para ornamento; comúnmente en la partes más cálidas de Guatemala, y naturalizada en muchas localidades: Petén, Santa Rosa, Jutiapa, Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Retalhuleu, San Marcos. Probablemente en muchos otros departamentos (13).

Su nombre traducido del inglés es árbol de "Rabano de Caballo" (Horse Radish). En Honduras se le llama Maranga y Maranga calalú. En la península de Yucatán: Paraíso de España, Paraíso blanco. En El Salvador: Teberindo, Terebinto, Marango. También se le conoce como: Arbol de los espárragos, Arbol de las perlas, Perla, Chinto borrego, etc. (9).

Esta especie arborea, es relativamente común en nuestra zona basal del pacífico y del atlántico (13).

El habitat natural de este árbol, es la ribera de los ríos en tierras bajas aunque ocasionalmente, lo encontramos en altitudes arriba de los 1000 mts. sobre el nivel del mar (13).

En condiciones adecuadas, alcanza aproximadamente de 5 a 10 metros de altura y un tronco de 25 a 30 cms de diámetro; la corteza es blanquesina y bipinnadas (13).

Las flores se producen en panículas y son aromáticas; tienen 5 pétalos blancos o blanco amarillentos y 5 estambres (13).

El fruto es alargado y triangular, de 20 a 30 cms de largo, con 3 valvas esponjosas por dentro que contienen de 13 a 18 semillas subglobosas de color moreno de aproximadamente 1 cm de diámetro, provistas de 3 alas blancas (Figura 1) (12).

La madera es suave y ligera. En India las hojas jóvenes, flores y vainas son cocidas y comidas. Las vainas tiernas son comestibles y se usan en sopa, o se preparan a manera de espárragos. Las raíces tienen sabor picante como el rábano rústico y se usan como condimento en lugar de éste, las semillas maduras se tuestan y consumen como nueces, siendo su sabor dulce, ligeramente amargo y agradable; las almendras son oleaginosas, las hojas se comen como verdura y también pueden servir de forraje (12).

De las semillas se obtiene aceite de comercio, usado para lubricar relojes y otra maquinaria delicada. Por no tener olor y no ponerse nunca rancio, se ha usado para hacer perfumes (7).

## 5.2 Técnicas de Escarificación

### 5.2.1 Remojo en agua

El propósito de remojar las semillas en



FIGURA I. HOJAS, FLORES, FRUTO Y SEMILLA DE Moringa oleifera Lam

Referencias:

- Hj = Hojas
- Ft = Fruto
- Fr = Flor
- Sa = Semilla



agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación. Algunas cubiertas impermeables pueden suavizarse colocando las semillas de cuatro a cinco veces su volumen en agua caliente (de 77° a 100 °C). Se retira el fuego de inmediato y las semillas se dejan remojar en el agua que se enfría gradualmente, durante 12 a 24 horas (5).

En algunos casos se ha hecho hervir las semillas en agua por unos cuantos minutos pero el procedimiento es demasiado riesgoso. La exposición a esas temperaturas tan elevadas puede dañar las semillas (5).

El remojar las semillas antes de ponerlas a germinar puede acortar el tiempo de emergencia si las semillas de ordinario germinan con lentitud. En el acondicionamiento para la germinación de semillas de algunas coníferas como las de los pinos Coulter y Monterrey, así como del abeto Douglas a veces se emplea el remojo por 24 horas en agua de temperatura apenas superior al punto de congelación (5).

### 5.3 Resultados obtenidos con Moringa oleifera Lam

#### 5.3.1 Experiencias sobre su propagación sexual

En el Sudan, el cultivo tradicional de Moringa oleifera sólo se había realizado a partir de semillas, mientras que la multiplicación vegetativa es muy común en La India,

Indonesia y algunas zonas de Africa occidental (7).

En la India se evaluaron tratamientos pregerminativos en la semilla de Moringa oleifera, utilizando ácido clorídrico y remojo con agua destilada; los resultados obtenidos se muestra a continuación:

CUADRO 1. EFECTO DEL TRATAMIENTO PRE-SIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLA Y ALTURA DE PLANTULA DE Moringa oleifera Lam; INDIA, 1986.

TRATAMIENTO	% DE GERMINACION	ALTURA PROMEDIO (Cm)
- Control	64.86	11.33
- Remojo en agua por 24 horas	50.44	9.5
- Remojo en agua por 48 horas	46.84	8.96
- Remojo en HCl 0.1%	14.41	6.33
- Remojo en HCl 0.2%	3.66	2.36
- Remojo en HCl 0.5%	3.66	1.73
- Remojo en HCl 1.0%	0.00	0.00

FUENTE: (12)

El tratamiento con HCl para las diferentes concentraciones utilizadas fue por un tiempo de veinte segundos, luego se lavaron las semillas con agua destilada y finalmente se sembraron. La altura de plántula fue tomada a los 30 días después de la siembra (12).

El mejor desarrollo fue revelado en el control. Las plántulas tratadas con ácido resultaron con baja longitud y diámetro de tallo; probablemente el HCl reaccionó con las sustancias que promueven el crecimiento (12).

CUADRO 2. GERMINACION Y CRECIMIENTO DE LOS BROTES DE Moringa oleifera Lam A MEDIA SOMBRA Y PLENA LUZ: SUDAN, 1986\*

INDICADOR DE DESARROLLO	<u>Moringa oleifera</u> Lam	
	MEDIA SOMBRA	PLENA LUZ
- Porcentaje de germinación (cada grupo 50 semillas)	86	78
- Período de latencia para la mayoría de semillas (días)	15-18	15-16
- Tamaño promedio de los retoños 75 días después de la siembra (Cm).	16.7	8
- Tamaño máximo de los retoños 75 días después de la siembra (Cm).	20	11

FUENTE: (6)

\* Siembra efectuada a fines de la estación seca y fría, temperatura atmosférica al medio día del 9 al 24 de febrero; 29 - 34 °C.

Lo mismo que con la germinación, el crecimiento de las plántulas se ve muy afectado por las condiciones de luz, sobre todo durante los períodos cálidos del año.

Por otro lado, está demostrado que las plántulas no deben transplantarse demasiado pronto, doce plántulas de Moringa oleifera y doce de Moringa stenopetala sembrados en la estación forestal de Soba en noviembre de 1981 y transplantadas después de cinco meses, registraron un 100% de supervivencia cuando se controlaron a finales de enero de 1983 (7).

El crecimiento satisfactorio de las plántulas dependía sobre todo de un espaciamento

adecuado y de un riego suficiente; la falta de agua era tan perjudicial como el que las plántulas estuvieran durante días en condiciones de anegamiento (7).

### 5.3.2 Usos Actuales y Potenciales

Con un cultivo que data de mucho tiempo atrás, en Indonesia se desarrollaron algunas variedades seleccionadas. Ciertos tipos de Moringa oleifera florecen rara vez y se les cultiva por su follaje principalmente. Otras variedades dan frutos abundantemente y se les cultiva por esta razón (7).

En la India del Sur, algunas variedades de Moringa oleifera producen frutos pequeños de solo 15 - 23 cm de largo, mientras otras variedades producen abundantes frutos que - que llegan a los 90 - 120 cm, como el caso de Chemerunga (Moringa con frutos de puntas rojas) (7).

Luego de detectar gran variedad de sabores en las vainas, de muy dulces a extremadamente amargas, se seleccionaron muestras para la producción en el laboratorio genético de Lucknow, de árboles de Moringa oleifera con frutos muy dulces y de gran tamaño (7).

En otros países se han realizado estudios sobre otras propiedades de Moringa oleifera. En este sentido fueron estudiadas las propiedades de una actividad proteolítica se parada de las semillas de Moringa oleifera.

La actividad de coagulación de la leche del extracto acuoso de las semillas, mostró la evidencia para sugerir que la enzima podría ser usada como sustituto de esta acción para la preparación de queso (2).

Estudios sobre el grado de crecimiento de la carpa gruesa Ctenopharyngodo idella Val. con comida de hojas de dos plantas terrestres de forraje, la alfalfa Medicago sativa L. y "Palillo" Moringa pterygosperma, fueron llevados a cabo en cisternas de cemento. El porcentaje de aceptación de las hojas de Moringa pterygosperma como alimento fue menor que las hojas de Moringa sativa. Sin embargo, la conversión de alimento superior fue observada en peces alimentados con hojas de Moringa pterygosperma. La producción media neta de comida para la carpa gruesa, de Moringa sativa fue mayor que las hojas de Moringa pterygosperma. La comida de peces con hojas de Moringa pterygosperma sin embargo, es más rentable (4).

Moringa oleifera es una planta adaptada a una existencia xerofítica y produce aceite oleaginoso, contiene en sus semillas un 50% de aceite con un alto contenido de ácidos grasos y ácidos grasos poliinsaturados. Dicho aceite resiste la rancidez y es libre de olor. Debido a que este aceite esta en demanda pues absorbe olores florales en la manufactura de perfumes. En India y Pakistan éste es usado como aceite para fricciones en el tratamiento de enfermedades reumáticas.

El aceite mantiene su calidad excelente después de un año de almacenamiento, tal como lo indican las pruebas de acidez, valor peróxido y Kreis test (1, 3, 7).

Las propiedades coagulantes de semillas en polvo de Moringa leifera conocidas como un cuagulante natural tradicional en áreas rurales del Sudan fueron comparadas con aquellas que tiene el alumbre, con polvo de raíces de Maerua pseudopetalosa y una mezcla de semillas de Hibiscus sabdoriffa y soda. Las semillas de Moringa oleifera en la medicina folklórica y como alimento hace que sea improbable que ellas contengan algunas sustancias tóxicas. El recuento total de bacterias fue inicialmente reducido después de la coagulación con semillas de Moringa oleifera pero se incrementó subsecuentemente. El resultado obtenido con las semillas fueron comparados también con aquellos obtenidos cuando se usaron coagulantes de origen del suelo (7).

## VI MATERIALES Y METODOS

### 6.1 Localización

El estudio se realizó en el municipio de Amatitlán, el cual se encuentra situado al Sur del departamento de Guatemala, a una distancia de 28 kilómetros de la ciudad capital. El municipio de Amatitlán está localizado a 14° 28' Latitud Norte y a 90° 38' Longitud Oeste, a una altura de 1,158 metros (3,800 pies) sobre el nivel del mar; una precipitación pluvial de 1,259.6 milímetros anuales y con temperaturas promedio entre 18 y 24° centígrados; se le considera dentro de la Zona Subtropical Seca, según Holdridge (8).

### 6.2 Material Experimental

#### 6.2.1 Material vegetal

Se utilizaron semillas de Moringa oleifera Lam, las cuales se colectaron en el parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez. El cual se encuentra a una altura de 100 msnm, con temperaturas promedio de 29 °C y precipitación pluvial de 1,165 milímetros anuales.

#### 6.2.2 Material de vivero

El sustrato utilizado fue de textura franco arenosa (60% de arena, 18% de arcilla y 22% de limo). Así como también se utilizaron 500 bolsas de polietileno de 9 x 12 pulgadas; insecticida (Aldrin) y fungicida (PCNB).

## 6.3 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar, con cuatro repeticiones.

Los tratamientos estuvieron determinados por dos factores y cinco modalidades para cada factor, tal como se presenta en el cuadro 3.

CUADRO 3. TRATAMIENTOS EVALUADOS, GUATEMALA, 1988.

SIMBOLO	DESCRIPCION
S <sub>1</sub>	= Siembra en semillero + escarificación con agua a 92 °C por 1 minuto.
S <sub>2</sub>	= Siembra en semillero + escarificación con agua a 92 °C por 2 minutos.
S <sub>3</sub>	= Siembra en semillero + escarificación con agua a temperatura ambiente/12 horas.
S <sub>4</sub>	= Siembra en semillero + escarificación con agua a temperatura ambiente/24 horas.
S <sub>5</sub>	= Siembra en semillero sin escarificación (Testigo)
B <sub>1</sub>	= Siembra en bolsa + escarificación con agua a 92 °C por 1 minuto.
B <sub>2</sub>	= Siembra en bolsa + escarificación con agua a 92 °C por 2 minutos.
B <sub>3</sub>	= Siembra en bolsa + escarificación con agua a temperatura ambiente por 12 horas.
B <sub>4</sub>	= Siembra en bolsa + escarificación con agua a temperatura ambiente por 24 horas.
B <sub>5</sub>	= Siembra en bolsa sin escarificación (Testigo)



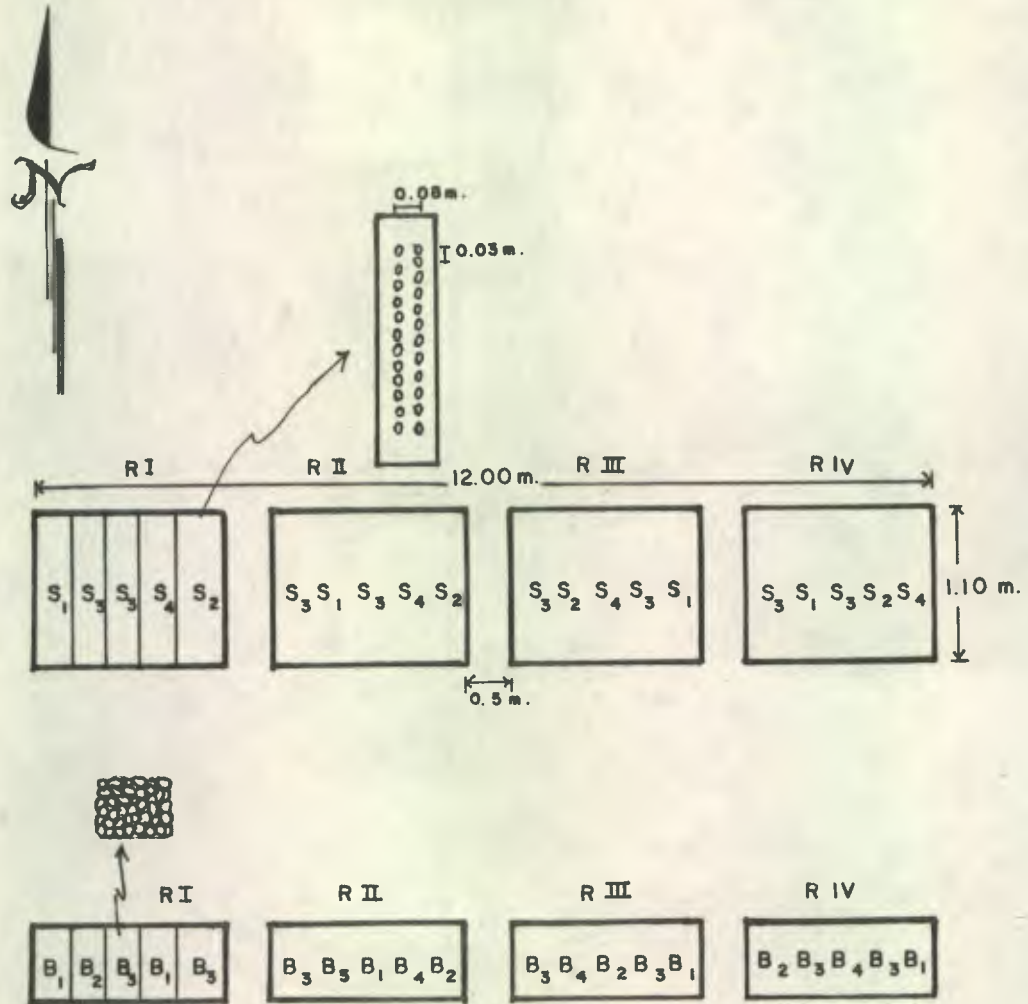


FIGURA 2  
 ALEATORIZACION DE LOS TRATAMIENTOS  
 Guatemala, 1988

### 6.3.1 Unidad experimental (UE)

La unidad experimental consistió en 50 semillas que una vez que germinaron y emergieron cambió a 25 plantas.

### 6.3.2 Análisis estadístico

Con el diseño de bloques al azar en arreglo bifactorial se realizaron los análisis de varianza al 5% de significancia para todas las variables estudiadas. Luego se realizaron comparaciones múltiples de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para determinar cual era el mejor tratamiento en los casos donde se encontró diferencia significativa entre los mismos. Además las variables de alturas, pesos frescos y secos se sometieron a un análisis multivariado por el método de componentes principales, debido a que dicho análisis permite reducir la dimensionalidad del problema, facilitando la interpretación de las variables respuesta de una manera integrada. Para el efecto se utilizó el paquete SAS.

## 6.4 Manejo del Experimento

### 6.4.1 Preparación y desinfección del sustrato.

Luego de limpiar el terreno, se procedió a trazar los bancales de 12 por 1.10 metros y 0.50 metros de calle.

Después se removió el suelo y se cernió la tierra, luego se procedió a llenar bolsas y

construir los bancales, ya que se comprobó mediante análisis en el laboratorio que su textura era adecuada para tales fines (textura franco-arenosa).

Para desinfectar el sustrato se utilizaron los productos clorados con nombre comercial PCNB con dosis de 6,25 gr/lt de agua y Aldrín a razón de 6.25 cc de producto comercial por litro de agua.

- 6.4.2 Riego. Se aplicaron riegos en tranto fue necesario a fin de mantener con adecuada humedad el sustrato y se utilizó una cubierta de paja seca hasta que las semillas germinaron completamente.
- 6.4.3 Escarificación. Se utilizó agua caliente a 92 °C. Cuando el agua empezó a hervir (o sea 92 °C), se le retiró del fuego y se sumergieron las semillas durante uno y dos minutos, según el tratamiento. También se utilizó el remojo con agua a temperatura ambiente durante 12 y 24 horas según el tratamiento.
- 6.4.4 Siembra. Esta se realizó a principios del mes de junio; se realizó a una profundidad de 1 cm, aplicando 2 semillas por postura en el caso de la siembra directa en bolsa y una semilla por postura en el semillero. En el semillero se le dieron distancias de 0.08 m entre surcos y 0.03 m entre semillas,

de la siguiente manera: primero se abrieron los surcos de 1 cm de profundidad, luego se colocaron las semillas presionándolas con el dedo índice, para después cubrirlas aplicando agua con regadera sobre los bordes de los surcos. Luego se cubrieron con paja seca para protegerlos durante el riego.

6.4.5 Transplante: Este se realizó únicamente para el caso en que se utilizó semillero; se llevó a cabo a los 10 días después de la emergencia de las plántulas. Por cada tratamiento pasaron 25 plántulas a bolsa, a razón de una plántula por bolsa.

## 6.5 Variables Respuesta

Para la siembra directa en bolsa y en semillero se tomaron: días a emergencia total y porcentaje de germinación.

6.5.1 Días a emergencia total: Se tomó el número de días que tardó en emerger el 50% de las semillas.

6.5.2 Porcentaje de germinación: A los 30 días después de realizada la siembra se realizó la lectura de germinación, desenterrando las semillas que todavía no habían emergido para determinar su germinación; basándose en el total de semillas sembradas se calculó el porcentaje de germinación por tratamiento.

Al momento del transplante se midió el largo de raíz principal y altura de plántula, para la modalidad de siembra en semillero.

- 6.5.3 Altura de plántula: ésta se tomó justo antes del transplante; se midió a partir del cuello del tallo hasta la hoja apical, en centímetros.
- 6.5.4 Largo de raíz: Se midió el largo de la raíz principal, desde el cuello de la misma hasta el ápice radicular, en centímetros. Esto se realizó al momento del transplante a las bolsas.

Luego cuando todos los materiales ya sea transplantados o no, se encontraban en bolsa, se tomaron las siguientes variables respuesta:

- 6.5.5 Porcentaje de supervivencia: Para las plántulas que se transplantaron de semillero a bolsa. Se tomó el número de plantas que sobrevivieron y en base al total transplantado por tratamiento se sacó el porcentaje. Esto se realizó a los 15 días de realizado el transplante.
- 6.5.6 Altura de planta cada 30 días hasta el tercer mes: Se realizó una medición cada 30 días únicamente hasta el tercer mes, dado que para entonces se considera que alcanza altura suficiente (0.35-0.40 m) para el transplante a campo definitivo. Se midió esta variable desde el cuello del tallo hasta la última hoja apical, en centímetros, con el fin de determinar la velocidad de crecimiento de las plántulas en vivero.

- 6.5.7 Peso neto y bruto en fresco: Como peso neto en fresco se tomó el peso de las hojas del total de plantas de la unidad experimental; y como peso bruto en fresco se tomó el peso total de las plantas de la unidad experimental completas en gramos. Estos valores en fresco se tomaron con balanza analítica en el vivero. Seguidamente se transformaron los datos a gramos por planta. Esto se realizó al tercer mes de crecimiento de las plantas.
- 6.5.8 Peso neto y bruto en seco: Este dato se tomó en forma similar al anterior, a diferencia que aquí se secaron las plantas en un horno de convección a temperatura de 80 °C, durante 12 a 24 horas, hasta obtener un peso seco constante.

## VII RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos, de las distintas variables respuesta medidas en Moringa oleifera Lam para los diferentes tratamientos, excepto para cuando se utiliza agua a 92 °C por dos minutos, ya que bajo este tratamiento ninguna semilla germinó.

Según los resultados obtenidos, en las variables respuesta días a emergencia total y porcentaje de germinación (cuadro 4); es indiferente si se utiliza semillero o se siembra directamente en bolsa de polietileno. Lo cual se cree que se debió a que en ambos casos la semilla de Moringa oleifera estuvo bajo condiciones similares, especialmente respecto a la calidad de sustrato y a la humedad.

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA CINCO VARIABLES RESPUESTA MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

(Fc)					
FUENTE DE VARIACION	DIAS A EMERGENCIA TOTAL	% DE GERMINACION	ALTURA DE PLANTULA (cm)	LARGO DE RAIZ (cm)	% DE SUPERVIVENCIA
Método de siembra (A)	3.80 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>			
Método de escarificación (B)	26.55**	84.79**	21.979**	8.366**	1.880 <sup>ns</sup>
Interacción AB	1.88**	1.01 <sup>ns</sup>			

ns : No existen diferencias significativas al 0.05 de significancia.

\* : Existen diferencias significativas al 0.05 de significancia.

\*\* : Existen diferencias altamente significativas al 0.05 de significancia.

Mientras que en cuanto al método de escarificación, si existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados; obteniéndose los valores más bajos, como se puede ver en el cuadro 5, cuando se utiliza agua caliente, a tal grado que cuando las semillas fueron tratadas con agua a 92 °C por 2 minutos, ninguna germinó; y cuando se utiliza por un minuto, el porcentaje de germinación disminuye (76.5%). Se obtuvieron los mejores resultados con los métodos de escarificación con remojo por 24 horas y 12 horas y sin escarificación (testigo), lo cual nos adelanta la emergencia de las plántulas aproximadamente en 4 días respecto al tratamiento con agua a 92 °C por un minuto.

CUADRO 5. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES DIAS A EMERGENCIA TOTAL Y PORCENTAJE DE GERMINACION, MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

METODOS DE ESCARIFICACION	DIAS A EMERGENCIA VALOR MEDIO	% DE GERMINACION VALOR MEDIO
Remojo por 24 horas	11.250 a	94.250 a
Testigo	11.250 a	93.750 a
Remojo por 12 horas	11.125 a	91.250 a
Agua a 92 °C/1 minuto	15.500 b	33.750 b

De lo anterior se infiere que la testa que recubre la semilla de Moringa oleifera Lam, no es lo suficientemente coriácea como para resistir las altas temperaturas que le provocan la muerte del embrión.

Con el remojo por 24 horas se obtienen los mejores resultados debido a la imbibición de la semilla, aunque



estadísticamente este tratamiento es igual a cuando no se utiliza ningún método de escarificación (testigo).

En cuanto a las variables evaluadas a nivel de semillero (cuadro 6), altura de plántula, largo de raíz y porcentaje de supervivencia al transplantar de semillero a bolsa; también los valores más bajos se obtuvieron cuando se utilizó el método de escarificación con agua a 92 °C; al igual que con las variables altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cuadro 7) y pesos brutos y netos en fresco y en seco (cuadros 8 y 9). Por lo que se cree que el mal comportamiento de este tratamiento se mantuvo debido a que desde la germinación de la semilla, esta lo hizo con dificultad y generando plántulas poco vigorosas que fueron fácilmente superadas por las de los demás tratamientos.

CUADRO 6. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES ALTURA DE PLANTULA Y LARGO DE RAIZ MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

METODO DE ESCARIFICACION	ALTURA DE PLANTULA (Cm)	ALTURA DE RAIZ (Cm)
- Remojo por 24 horas	9.25 a	6.03 a
- Testigo	7.53 a b	5.96 a
- Remojo por 12 horas	7.55 b	5.47 a b
- Agua a 92 °C/1 minuto	5.93 b	4.69 b

Respecto al porcentaje de supervivencia de las plantas transplantadas de semillero a bolsa (cuadro 4), no existen diferencias significativas entre los métodos de escarificación evaluados, obteniéndose un 95% de supervi-

vencia. Lo que nos indica que la planta de Moringa oleifera Lam soporta perfectamente el transplante.

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES DE ALTURA DE PLANTA MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

FUENTE DE VARIACION	(Fc)		
	ALTURA DE PLANTA EN Cm. 30 días	60 días	90 días
- Mét. de Siembra (A)	84.20**	334.62**	85.89**
- Mét. de Escarificación (B)	11.86**	9.03**	3.63**
- Interacción AB	1.43 <sup>ns</sup>	2.33 <sup>ns</sup>	0.70 <sup>ns</sup>

ns : No existen diferencias significativas al 0.05 de significancia.

\* : Existen diferencias significativas al 0.05 de significancia.

\*\* : Existen diferencias altamente significativas al 0.05 de significancia.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior respecto a las variables de altura de planta medidas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra; existen diferencias altamente significativas entre los métodos de siembra evaluados (cuadro 8) y también entre los métodos de escarificación (cuadro 9).

CUADRO 8. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES DE ALTURA DE PLANTA MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

METODO DE SIEMBRA	ALTURA A 30 DIAS VALOR MEDIO (Cm)	ALTURA A 60 DIAS VALOR MEDIO (Cm)	ALTURA A 90 DIAS VALOR MEDIO (Cm)
-Directa en bolsa	11.288 a	23.550 a	29.344 a
-En semillero	7.794 b	12.169 b	18.400 b

Los mejores resultados se obtuvieron cuando se sembró directamente en bolsa de polietileno, respecto a las variables anteriores; obteniéndose alturas de planta mayores, lo cual se le atribuye a que en este caso no se interrumpió el crecimiento de las mismas, como ocurrió cuando se trasplantó de semillero a bolsa.

CUADRO 9. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES DE ALTURA DE PLANTA MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

METODO DE ESCARIFICACION	ALTURA A 30 DIAS VALOR MEDIO (Cm)	ALTURA A 60 DIAS VALOR MEDIO (Cm)	ALTURA A 90 DIAS VALOR MEDIO (Cm)
-Remojo por 24 horas	10.712 a	19.713 a	26.137 a
-Testigo	10.063 a	18.612 a	24.750 a b
-Remojo por 12 horas	9.713 a	17.800 a	23.775 b
-Agua a 92 °C/1 minuto	7.675 b	15.313 b	20.825 b

Con respecto a las variables de altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cuadro anterior), los valores más altos se obtuvieron con el tratamiento de remojo por 24

horas y los más bajos cuando se trató la semilla con agua a 92 °C por un minuto; al igual que con la mayoría de variables estudiadas. Lo cual se debe, como se puede ver en el cuadro 4, a que durante el tratamiento con agua a 92 °C por un minuto, la emergencia de las semillas se atrasa 4 días respecto a los otros tratamientos; por lo que las plantas se retardan en su desarrollo, siendo fácilmente superadas por las de los otros métodos de escarificación evaluados. Estas diferencias se hacen más conspicuas a medida que pasa el tiempo como puede observarse en los valores de altura medidas a los 90 días (cuadro 9).

CUADRO 10. ALTURA DE PLANTA MEDIDA EN Moringa olifeira Lam. CUANDO SE UTILIZA SEMILLERO; GUATEMALA, 1988.

METODO DE ESCARIFICACION	ALTURA DE PLANTA EN Cm.			MODELO DE REGRESION LINEAL
	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	
-Remojo por 24 horas	8.950	12.975	19.300	$Y = 6.0687 (1.0129)^X$ $r = 0.999$
-Testigo	7.950	12.475	19.200	$Y = 5.1322 (1.0148)^X$ $r = 0.999$
-Remojo por 12 horas	7.700	12.475	19.100	$Y = 4.9353 (1.0153)^X$ $r = 0.999$
-Agua a 92 C/1 minuto	6.575	10.750	16.000	$Y = 4.2814 (1.0149)^X$ $r = 0.998$

Para la modalidad de la siembra en semillero, el modelo lineal que más se adapta es el Modelo Geométrico, quedando la gráfica de la manera siguiente:

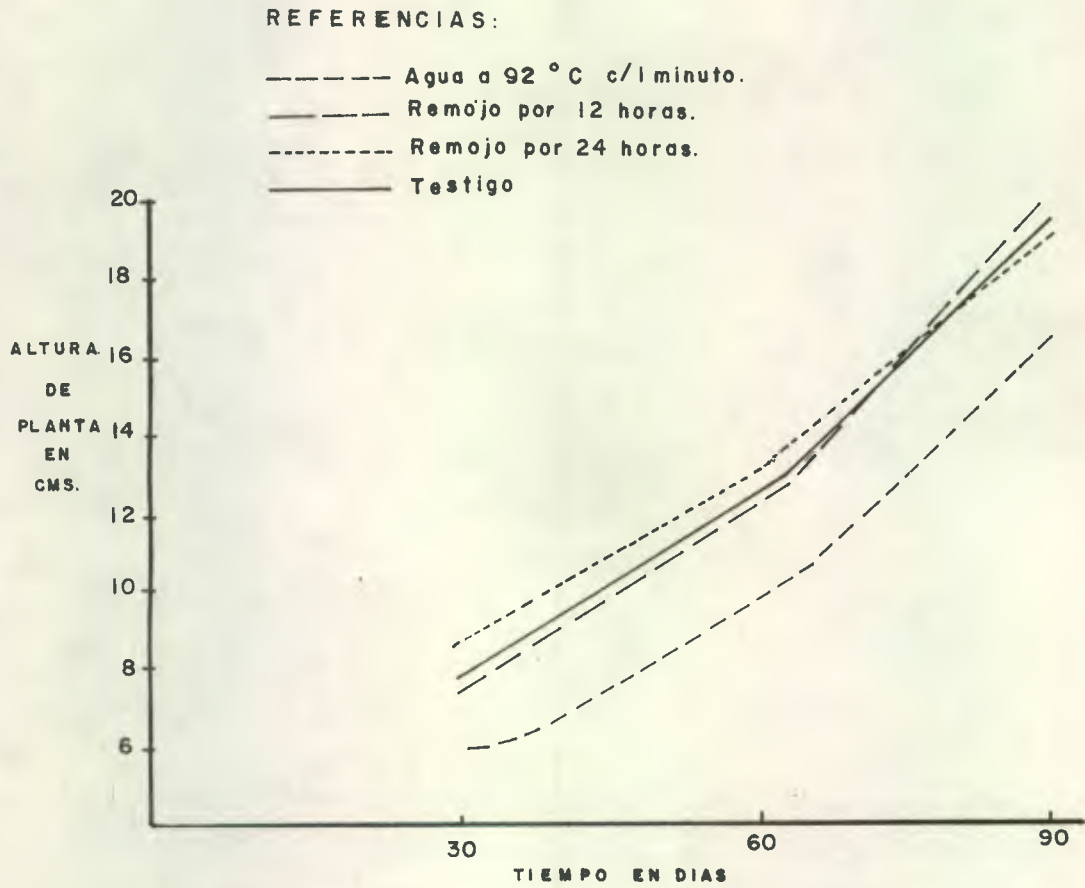


FIGURA 3

CURVA DE CRECIMIENTO DE Moringa oleifera Lam. CUANDO SE UTILIZA SEMILLERO,  
GUATEMALA, 1988

CUADRO 11. ALTURA DE PLANTA MEDIDA EN *Moringa oleifera* Lam. CUANDO SE SIEMBRA DIRECTAMENTE EN BOLSA DE POLIETILENO; GUATEMALA, 1988.

METODO DE ES CARIFICACIÓN	ALTURA DE PLANTA EN Cm.			MODELO DE REGRESION LINEAL
	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	
-Remojo por 24 horas	12.475	26.450	32.975	$Y = 0.5913 X^{0.9063}$ $r = 0.987$
-Testigo	12.175	24.750	30.300	$Y = 0.6963 X^{0.8508}$ $r = 0.987$
-Remojo por 12 horas	11.725	23.125	28.450	$Y = 0.9521 X^{0.7508}$ $r = 0.971$
-Agua a 92° C/1 minuto	8.775	19.875	25.650	$Y = 0.3044 X^{0.9982}$ $r = 0.989$

Quando se siembra directamente en bolsa de polietileno, para la curva de crecimiento es el Modelo Logarítmico el que más se adapta (figura 4).

Como se puede ver al comparar las figuras 3 y 4, ambas siguen un patrón de crecimiento diferente; lo cual se debe a que en el caso en que se utilizó semillero y luego se transplantó a bolsa, el crecimiento se retardó en comparación a cuando se siembra directamente en bolsa. A tal grado que cuando las plantas sembradas en semillero alcanzan 19 centímetros de altura, las sembradas directamente en bolsa de polietileno miden 33 cm. Por lo que en este último caso se gana aproximadamente un mes de crecimiento respecto a cuando se utiliza semillero; lo cual se debe a que al sembrar directamente en bolsa no se interrumpe el desarrollo de las mismas, con procesos tan drásticos como los sucedidos por el transplante.

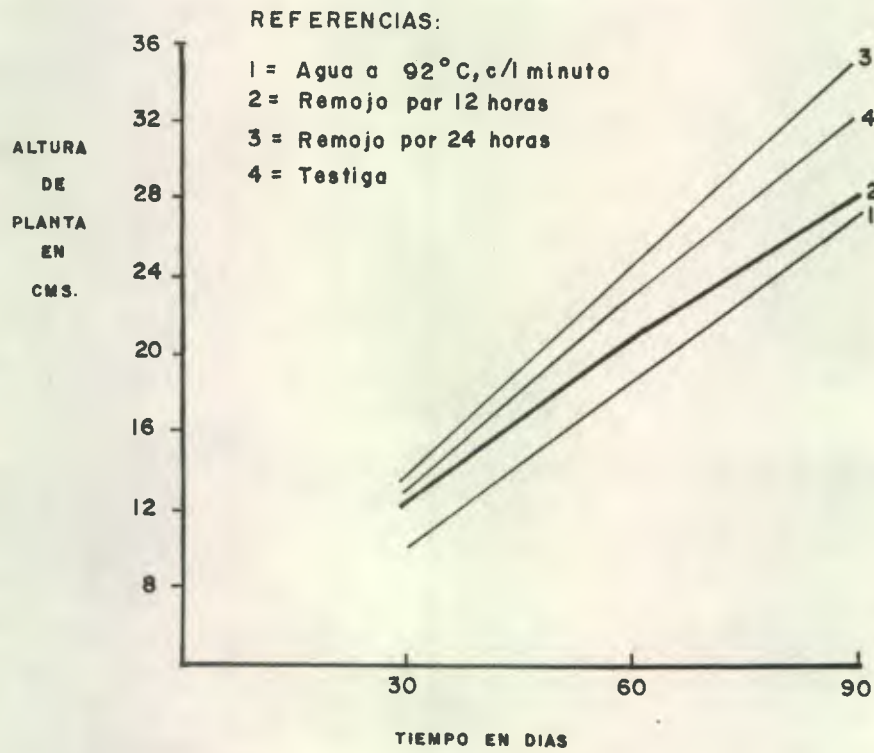


FIGURA 4

CURVA DE CRECIMIENTO DE Moringa oleifera Lam. CUANDO SE SIEMBRA DIRECTAMENTE EN BOLSA DE POLIETILENO; GUATEMALA, 1988.

Las diferencias en el crecimiento de las plantas cuando se utiliza semillero para luego transplantar a bolsa y cuando se siembra directamente en bolsa de polietileno se aprecian mejor al comparar las tasas de crecimiento para cada modalidad de siembra (ver cuadros 12 y 13).

CUADRO 12. TASAS DE CRECIMIENTO DE *Moringa oleigera* Lam. CUANDO SE UTILIZA SEMILLERO, GUATEMALA, 1988.

METODO DE ESCARIFICACION	TASA DE CRECIMIENTO EN mm/DIA		
	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS
- Remojo por 24 horas	2.983	1.342	2.108
- Testigo	2.650	1.508	2.242
- Remojo por 12 horas	2.567	1.592	2.208
- Agua a 92 °C/1 minuto	2.192	1.392	1.750

Cuando se utiliza semillero (figura 5), las tasas de crecimiento son bajas en un principio, siguiendo una tendencia descendente para que finalmente se recuperen; lo cual se puede deber a que se someten a una fase de adaptación después del trasplante, durante la cual el crecimiento se detiene para luego iniciarse nuevamente.

Al sembrar directamente en bolsa de polietileno (figura 6), las tasas de crecimiento tienden a incrementarse para después disminuir; por lo que se supone que este decremento se puede deber en parte a que a esas alturas ya se manifiesta cierto grado de competencia, principalmente por factores tales como: espacio físico, luz, etc., la cual aumenta a medida que se van desarrollando las plantas en el vivero.



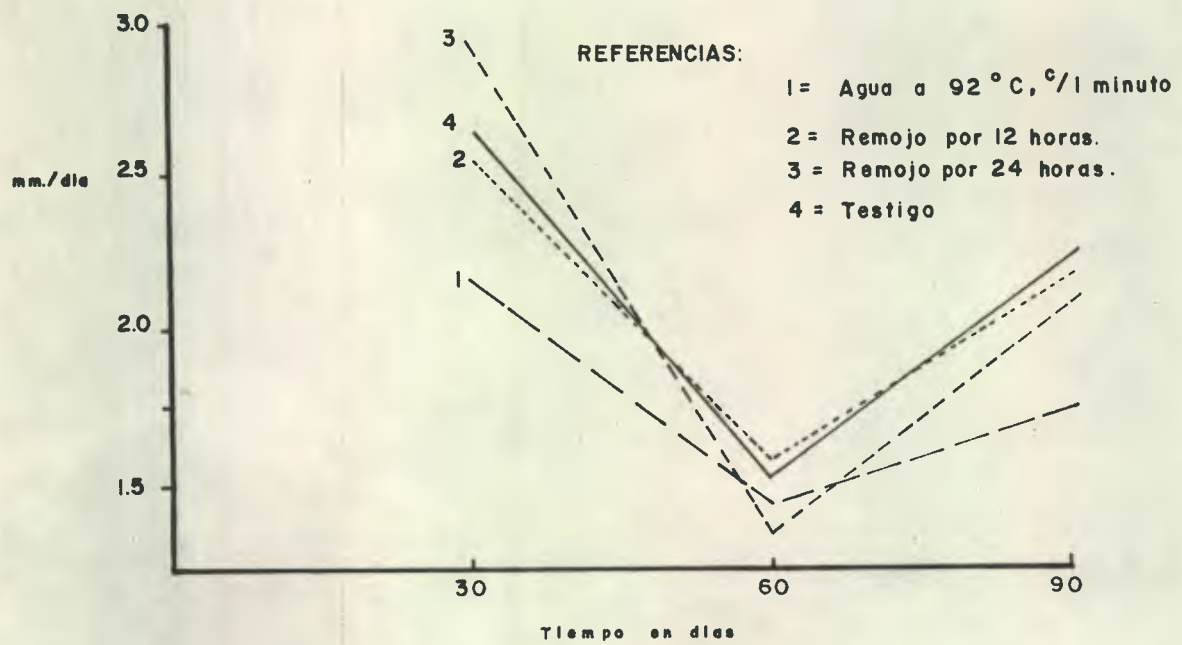


FIGURA 5

TASAS DE CRECIMIENTO DE Moringa oleifera Lam. CUANDO SE UTILIZA SEMILLERO;  
GUATEMALA, 1988.

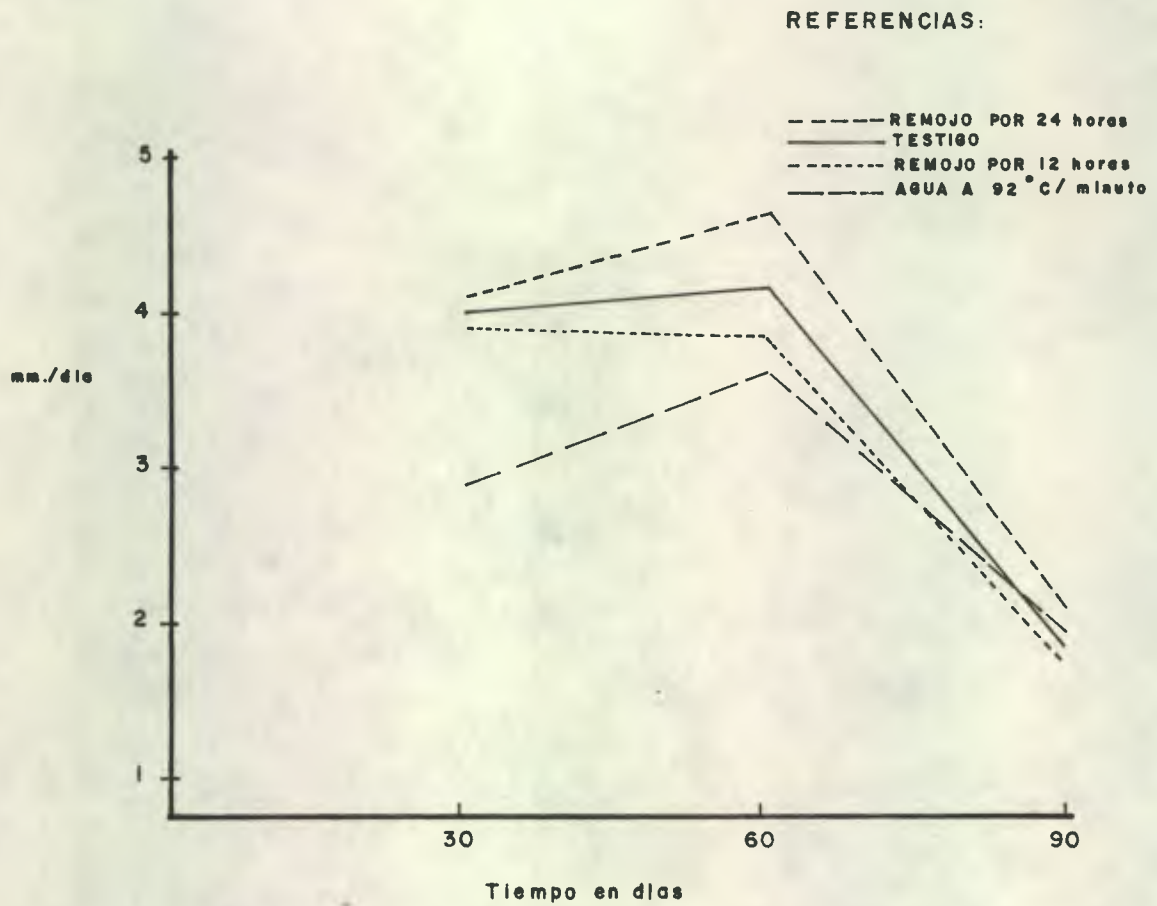


FIGURA 6

TASAS DE CRECIMIENTO DE Moringa oleifera Lam. CUANDO SE SIEMBRA DIRECTAMENTE EN BOLSAS DE POLIETILENO, GUATEMALA, 1988

CUADRO 13. TASAS DE CRECIMIENTO DE Moringa oleifera Lam, CUANDO SE SIEMBRA DIRECTAMENTE EN BOLSA DE POLIETILENO; GUATEMALA, 1988.

METODO DE ESCARIFICACION	TASAS DE CRECIMIENTO EN mm/DIA		
	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS
- Remojo por 24 horas	4.158	4.658	2.175
- Testigo	4.058	4.198	1.850
- Remojo por 12 horas	3.908	3,800	1.775
- Agua a 92 °C/ 1 minuto	2.925	3,700	1.925

Con base en los resultados de los pesos brutos y netos (cuadro 14), tanto en fresco como en seco, existen diferencias altamente significativas entre los métodos de siembra y los métodos de escarificación evaluados; obteniéndose mejores resultados al hacerlo directamente en bolsa de polietileno, debido a que no existe el retardo que sufren las plántulas durante el transplante.

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES DE PESO MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

FUENTE DE VARIACION	(Fc)			
	PESO BRUTO EN FRESCO (GR/PLANTA)	PESO BRUTO EN SECO (GR/PLANTA)	PESO NETO EN FRESCO (GR/PLANTA)	PESO NETO EN SECO (GR/PLANTA)
- Métodos de siembra (A)	124.99**	107.85**	44.15**	23.68**
- Método de escarificación (B)	4.68**	7.75**	3.26**	2.57 <sup>ns</sup>
- Interacción AB	1.54 <sup>ns</sup>	6.74**	1.60 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>ns</sup>

ns : No existen diferencias significativas al 0.05 de significancia.

\* : Existen diferencias significativas al 0.05 de significancia.

\*\* : Existen diferencias altamente significativas al 0.05 de significancia.

En cuanto a los métodos de escarificación se obtuvieron los mejores resultados cuando se utilizó remojo por 24 horas y cuando no se utilizó ningún método de escarificación (testigo) y los resultados más bajos al utilizar agua caliente a 92 °C (cuadro 6).

CUADRO 15. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES DE PESO BRUTO EN FRESCO Y PESO NETO EN FRESCO Y EN SECO MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

METODO DE SIEMBRA	PESO BRUTO EN FRESCO (GRAMOS/PLANTA)	PESO NETO EN FRESCO (GRAMOS/PLANTA)	PESO NETO EN SECO (GRAMOS/PLANTA)
- Directa en bolsa	41.074 a	4.154 a	0.9137 a
- En semillero	18.092 b	2.825 b	0.6131 b

CUADRO 16. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES PESO BRUTO Y NETO EN FRESCO MEDIDAS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

METODO DE ESCARIFICACION	PESO BRUTO EN FRESCO (Gr/P1) VALOR MEDIO	PESO NETO EN FRESCO (Gr/P1) VALOR MEDIO
-Remojo por 24 horas	34.595 a	3.975 a
-Testigo	31.719 a	3.535 a
-Remojo por 12 horas	27.446 a b	3.305 a b
- Agua a 92 °C/minuto	24.571 b	3.144 b

Para la variable peso bruto en seco, si existen diferencias altamente significativas para la interacción del método de siembra y el método de escarificación (cuadro 14). Como se puede ver en el cuadro 17; los

mejores resultados se obtuvieron cuando se sembró directamente en bolsa de polietileno sin ningún método de escarificación.

Siendo en esta variable la única vez en que se obtuvo mejor resultado sin escarificar; ya que en el resto de variables medidas mantuvo la superioridad el método de escarificación de remojo por 24 horas.

CUADRO 17. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS MEDIANTE PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PESO BRUTO EN SECO, MEDIDA EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1988.

TRATAMIENTO	PESO BRUTO EN SECO GRS/PLANTA VALOR MEDIO
- Siembra en bolsa sin escarificación	21.51 a
- Siembra en bolsa + remojo por 24 horas	15.68 b
- Siembra en bolsa + remojo por 12 horas	13.46 b
- Siembra en bolsa + agua a 92 °C/ 1 minuto	11.70 b c
- Siembra en semillero + remojo por 24 horas	8.79 c d
- Siembra en semillero + remojo por 12 horas	7.20 d
- Siembra en semillero sin escarificación	6.12 d
- Siembra en semillero + agua a 92 °C/1 minuto	5.03 d

Además en esta como en todas las variables medidas Moringa oleifera Lam, los valores más bajos se obtuvieron cuando se utilizó el método de escarificación con agua a 92 °C/1 minuto; por el contrario se obtuvieron mejores resultados cuando se sembró directamente en bolsa de polietileno que cuando se utilizó semillero. Los resultados evidencias una ventaja en el crecimiento de aproximadamente un mes al sembrar directamente en bolsa con respecto a cuando se utiliza semillero y transplante. Lo anterior debe tener una implicación favorable en la disminución de los costos de producción de plántulas de Moringa oleifera cuando la siembra se realiza directamente en bolsa de polietileno a nivel de vivero, hipótesis que debe ser probada en estudios posteriores.

## VIII CONCLUSIONES

- 8.1 En relación a las variables altura de planta a los 30, 60, y 90 días y pesos bruto y neto en fresco y en seco, la propagación sexual de Moringa oleifera Lam, es más eficiente cuando se siembra directamente en bolsa de polietileno que cuando se utiliza semillero, por lo que se acepta la primera hipótesis formulada.
- 8.2 Los mejores métodos de escarificación de semilla de Paraíso Blanco, entre los evaluados con base en las variables estudiadas, son ya sea cuando se utiliza remojo con agua a temperatura ambiente por 24 horas o cuando no se realiza ningún tratamiento (testigo) al efectuar la siembra mediante semillero y transplante o en bolsa de polietileno.
- 8.3 Para la semilla de Moringa oleifera Lam el método de escarificación con agua caliente, no es adecuado, ya que al utilizar agua a 92 °C por un minuto afecta negativamente la germinación, a tal grado que cuando se utiliza agua a 92 °C por 2 minutos, todas las semillas mueren.

**IX RECOMENDACIONES**

9.1 Para propagar sexualmente el Paraíso Blanco (Moringa oleifera Lam) a nivel de vivero, se recomienda hacerlo directamente en bolsa de polietileno, utilizando remojo con agua a temperatura ambiente (18 - 24 °C) por 24 horas o en su defecto, no utilizar tratamiento de escarificación.



## X BIBLIOGRAFIA

1. BRAHIM SAID, S. et al. 1974. Been seeds: a pontencial oil source. Agric Res Rev (Cairo) 52(9): 47-50.
2. DALSOT, M. et al. 1985. Proteolytic ensymes of M. oleifera seeds. J. Pharm. (India) 69(2): 1-10.
3. DELAVEAU, P.; BOITEAU, P. 1980. Oils of pharmacologic, cosmetologic and dietetic interest: oils of Moringa oleifera anda Moringa drouhardii. Plant Med Phytother. (Francia) 14(1): 19-33.
4. DEVARAGE, K.V.; KESHAVAPPA, G.Y.; MANISSERY, J.K. 1986. Growth of grass carp, Ctenopharyngodon idella, fec on two terrestrial folder plants. Aquacult Fish Manage. (India) 17(2): 123-128.
5. HARTMAN, H.T.; HESTER, D.E. 1982. Propagación de plantas, principios y prácticas. México, CECSA. p. 202-205.
6. JAHN, S. AL A. 1986. Proper use of African natural coagulants for rural water supplies. In Research in the Sudan and a guide for new projects. Alemania Federal, GTZ. p. 112-135.
7. \_\_\_\_\_; MUSNAD, H.A.; BURGSTALLER, H. 1986. Un árbol que purifica el agua; cultivo de Moringaceae para usos múltiples en el Sudan. Unasylyva (Roma) 38(23):152.
8. LEMUS MOLINA, E.D. 1978. Estudio climatológico de la Región V de la regionalización del Plan Nacional de Desarrollo Agrícola. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 53-60.
9. MARTINEZ, M. 1959. Plantas útiles de la flora mexicana. México, Botas. p. 414-417.
10. PLA, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Falcón, Venezuela, Universidad Francisco de Miranda, Depto. de Producción Vegetal. p. 14-26.
11. PONCE VASQUEZ, J. 1989. La instrumentación política agrícola en México durante el período 1965-1986; un enfoque de análisis multivariado. Tesis Mag. Sc. Chapín go, México, Colegio de Postgraduados. p. 65-69.

12. SHARMA, G.K.; RAINA, V. 1986. Propagation techniques of Moringa oleifera Lam. Simla, India.  
Tomado de: Agro-forestación technical. 1987. Washington D.C., AID. Serie no. 27. p. 175-181.
13. STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24, Part. IV, p. 398-399.
14. VERNA, S.A.; SAHAI, R. 1981. Energy flow in a young plantation of 2 especies de Moringa, Indian. J. Ecol. (India) 8(2): 147-155.

Vo. Bo.

*Patzwalle*



XI. A P E N D I C E

## APENDICE 1.

ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES DE PESO Y ALTURA DE Moringa oleifera Lam.

CUADRO 18-A MEDIA Y DESVIACION STANDAR PARA LAS VARIABLES DE PESO Y ALTURA DE Moringa oleifera Lam, GUA TEMALA, 1988.

VARIABLE	NOMBRE	MEDIA	DESVIACION STANDAR
V	= Altura de planta a 30 días (Cm)	9.540	2.426
V	= Altura de planta a 60 días (Cm)	17.859	6.315
V	= Altura de planta a 90 días (Cm)	23.871	6.987
V	= Peso bruto en fresco (gr/pl).	29.582	13.603
V	= Peso neto en fresco (gr/pl).	3.489	0.939
V	= Peso bruto en seco (gr/pl)	11.185	5.777
V	= Peso beto en seco (gr/pl)	0.763	0.235

Se principió con el cálculo de las medias y desviaciones estandar para siete variables lo cual se presenta en el cuadro 18A. Una vez calculadas las medias y desviaciones standar para las variables, se procedió a crear una matriz de correlación, como se muestra a continuación en el cuadro 19A.

CUADRO 19-A MATRIZ DE COVARIANZA PARA LAS DISTINTAS VARIABLES DE PESO Y ALTURA DE Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1989.

	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>10</sub>	V <sub>11</sub>	V <sub>12</sub>
V <sub>6</sub>	1.000						
V <sub>7</sub>	0.911	1.000					
V <sub>8</sub>	0.986	0.921	1.000				
V <sub>9</sub>	0.748	0.898	0.798	1.000			
V <sub>10</sub>	0.754	0.808	0.884	0.833	1.000		
V <sub>11</sub>	0.671	0.764	0.633	0.812	0.635	1.000	
V <sub>12</sub>	0.638	0.731	0.786	0.853	0.892	0.724	1.000

Esta matriz sirve de base para generar los eigenvalores característicos así como la proporción de la variación total explicada por los componentes principales.

CUADRO 20-A EIGEN VALORES O VALORES CARACTERISTICOS Y PROPORCION DE LA VARIACION EXPLICADA, GUATEMALA, 1989.

COMPONENTES	EIGENVALOR	DIFERENCIA	PROPORCION	PROPORCION ACUMULADA
1o	5.754	5.241	0.822	0.822
2o	0.512	0.072	0.073	0.895
3o	0.440	0.293	0.062	0.958
4o	0.146	0.077	0.020	0.979
5o	0.068		0.009	0.988

Basta con tomar los componentes principales que expliquen el 80% o más de la variación (proporción acumulada); en el presente caso se tomaron los componentes 1o y 2o.

CUADRO 21-A EIGENVECTORES O VECTORES CARACTERISTICOS DE LOS DIFERENTES COMPONENTES PRINCIPALES, GUATEMALA, 1989.

	COMPONENTE 1o	COMPONENTE 2o
V <sub>6</sub>	0.370 *	- 0.522
V <sub>7</sub>	0.397 *	- 0.244
V <sub>8</sub>	0.390 *	- 0.386
V <sub>9</sub>	0.390 *	0.266
V <sub>10</sub>	0.382 *	0.009
V <sub>11</sub>	0.342	0.514 *
V <sub>12</sub>	0.369	0.426 *

\* = Valores tomados en cada componentes principal.

Una vez que se han calculado los eigenvectores, se procede a graficar, eligiendo los valores de los mismos que serán tomados en cuenta.

Como se puede ver en la figura 7, en el eje de las abcisas aparece el componente 1, en base a alturas y pesos brutos y netos en fresco y en el eje de las ordenadas aparece el componente 2, en base a pesos brutos y netos en seco. Por lo que la relación entre las variables es positiva (a mayor altura, mayor peso), cuanto más hacia a rriba y hacia la derecha se encuentre un tratamiento nos indica que el mismo aportó los mejores resultados (cuadran te I). Siendo estos los tratamientos 7 y 8 (siembra en bolsa de polietileno más escarificación con remojo por 24 horas y testigo, respectivamente), lo cual corrobora los resultados del análisis univariado realizado. Así como también, los valores más bajos se obtuvieron cuando se sem bró en semillero con escarificación con agua a 92 °C por 1 minuto (tratamiento 1), el cual se puede apreciar en el cuadrante II de la figura 7A hacia abajo y hacia la izquier da.

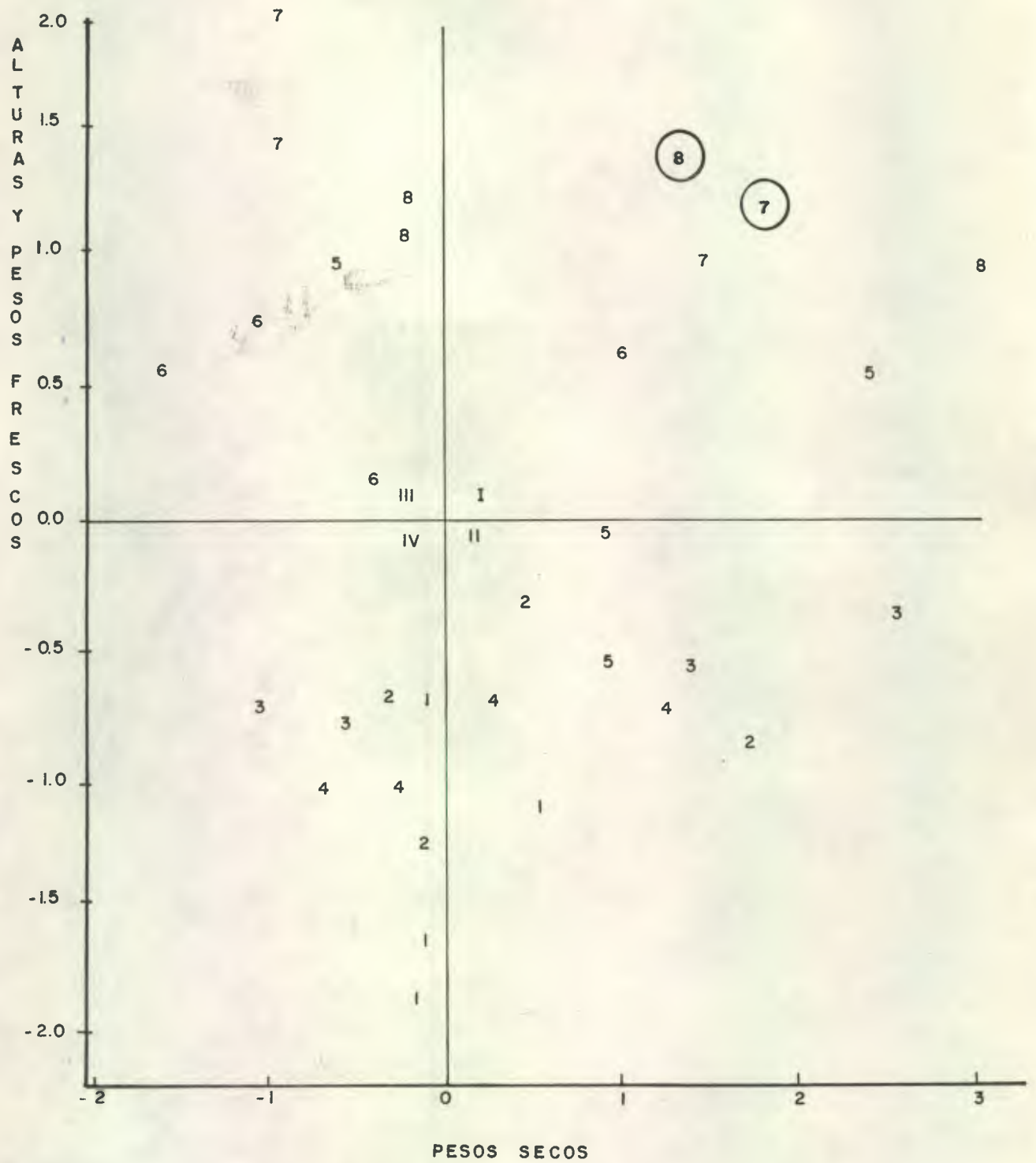


FIGURA 7A

ANALISIS DE LOS METODOS DE SIEMBRA Y DE ESCARIFICACION MEDIANTE COMPONENTES PRINCIPALES, REFERIDOS A LAS VARIABLES DE ALTURA Y PESOS EN Moringa oleifera Lam; GUATEMALA, 1989.



## SIMBOLOGIA

NUMERO		TRATAMIENTO
1	=	Siembra en semillero + escarificación con agua a 92 °C/1 minuto.
2	=	Siembra en semillero + remojo por 12 horas.
3	=	Siembra en semillero + remojo por 24 horas.
4	=	Siembra en semillero sin escarificación (testigo).
5	=	Siembra en bolsa + escarificación con agua a 92 °C/ 1 minuto
6	=	Siembra en bolsa + remojo por 12 horas
7	=	Siembra en bolsa + remojo por 24 horas
8	=	Siembra en bolsa sin escarificación (testigo)

APENDICE 2 RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS VARIABLES RESPUESTA

BLOQ.	TRAT.	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
I	S1	15	62	6.56	4.42	72.22	8	12.2	20.2	16.32	3.19	5.70	0.69
	S3	11	90	8.6	5.54	100	8.3	13.7	22.5	16.93	3.16	4.64	0.68
	S4	11	98	10.68	5.92	100	9.6	13.8	22.1	12.02	2.78	5.13	0.60
	S5	11	94	7.64	6.46	100	7.8	11.9	20.4	19.5	3.52	5.69	0.73
	B1	15	66				10.8	22.2	35.8	37.98	5.17	9.42	1
	B3	11	94				12.5	24.6	32.3	27.51	4.04	14.89	0.84
	B4	11	92				14	26.9	35.1	40.34	4.99	15.50	1
	B5	11	100				13.2	25.5	33	36.16	4.36	21.73	0.90
II	S1	15	78	5.06	4.19	94.44	5.4	9.5	13	9.12	1.44	2.69	0.34
	S3	12	94	6.17	5.26	95.23	6.8	12.1	15.2	16.75	2.42	5.96	0.40
	S4	11	92	9.84	6.28	100	9.8	13.3	17.5	18.74	3.44	5.67	0.54
	S5	11	92	7.16	5.82	92	7.7	12.3	19	18.15	2.63	5.08	0.52
	B1	14	66				8.5	21	27.8	45.07	4.13	16.28	0.99
	B3	11	94				12.1	24.2	32	35.82	3.58	9.60	0.76
	B4	11	88				14	31.5	39	58.80	5.29	11.45	1.21
	B5	11	94				13.1	26.3	32.1	41.24	3.57	21.02	0.82
III	S1	13	70	5.89	4.69	73.68	6.5	10.2	18.9	15.81	3.06	5.94	0.65
	S3	11	88	6.09	5	81.82	6	10.1	18.4	17.76	3.37	8.30	0.73
	S4	10	96	8.08	6.12	96	7.8	12.4	19.9	26.19	3.10	12.55	1

BLOQ	TRAT.	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
	S5	11	96	8.52	6.06	96	8.9	13.5	16.8	16.37	2.44	5.70	0.39
	B1	20	72				8.3	20.3	22.5	32.96	3.62	11.29	0.70
	B3	11	94				11.3	21.1	24	35.05	3	14.78	0.59
	B4	13	98				10.6	23.5	28.6	48.74	4.39	17.16	0.97
	B5	12	86				10.1	22.6	25.5	45.83	3.94	24	1.10
IV	S1	14	72	6.21	5.46	100	6.4	11.1	11.9	12.60	1.52	5.78	0.32
	S3	10	88	9.36	6.1	100	9.7	14	20.3	25.47	3	9.91	0.76
	S4	12	96	8.4	5.82	100	8.6	12.4	17.7	24.21	3.13	11.82	0.68
	S5	12	92	6.8	5.5	92	7.4	12.2	20.6	23.53	3	8	0.78
	B1	16	74				7.5	16	20.5	26.71	3.02	9.81	0.62
	B3	12	88				11	22.6	25.5	44.28	3.87	14.57	0.94
	B4	11	94				11.3	23.9	29.2	47.72	4.68	18.59	1.13
	B5	11	96				12.3	24.6	30.6	52.97	4.82	19.28	1.05

## SIMBOLOGIA

V <sub>1</sub>	=	Días a emergencia total
V <sub>2</sub>	=	Porcentaje de germinación, en número de semillas.
V <sub>3</sub>	=	Altura de plántula en Cm
V <sub>4</sub>	=	Largo de raíz en Cm
V <sub>5</sub>	=	Porcentaje de supervivencia
V <sub>6</sub>	=	Altura de planta a 30 días, en Cm
V <sub>7</sub>	=	Altura de planta a 60 días, en Cm
V <sub>8</sub>	=	Altura de planta a 90 días, en Cm
V <sub>9</sub>	=	Peso Bruto en Fresco, en gr por planta
V <sub>10</sub>	=	Peso Neto en Fresco, en gr por planta
V <sub>11</sub>	=	Peso Bruto en Seco, en gr por planta
V <sub>12</sub>	=	Peso Neto en Seco, en gr por planta



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....  
Asunto .....

9 de mayo de 1,990

"IMPRIMASE"



*Anibal B. Martinez M.*  
ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.  
**DECANO**