

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**"ESTUDIO DEL PROCESO GERMINATIVO EN LA SEMILLA  
DE HIERBA MORA (Solanum sp.)"**



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,984

D. L.  
01  
T(786)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Cesar A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Oscar René Leiva
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL CUARTO:	Prof. Heber Arana
VOCAL QUINTO:	Prof. Leonel Gómez Leonardo
SECRETARIO:	Ing. Agr. José Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Domingo Amador Pérez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Alvaro Hernández
SECRETARIO:	Ing. Agr. José Rodolfo Albizúrez P.



**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1846

**GUATEMALA, CENTRO AMERICA**

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

Guatemala,  
19 de Noviembre de 1984.

Ingeniero Agrónomo  
César A. Castañeda S.  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Su Despacho.

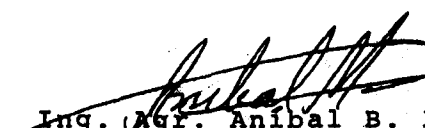
Señor Decano:

En atención a la designación que se me hiciera para asesorar al P. A. José Armando Vásquez Solórzano, en el trabajo de tesis "ESTUDIO DEL PROCESO GERMINATIVO EN LA SEMILLA DE HIERBA MORA (Solanum sp.)", tengo la satisfacción de informar la conclusión del mismo.

Considero que éste estudio hace aportes significativos al conocimiento de ésta especie nativa para su cultivo comercial en su futuro, por lo que recomiendo su aprobación para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. Anibal B. Martínez  
A S E S O R

ABM/eqded.

Guatemala,  
Noviembre de 1984.

SEÑORES MIEMBROS  
DE LA HONRABLE JUNTA DIRECTIVA  
DEL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
FACULTAD DE AGRONOMIA.

Señores Miembros:

De conformidad con lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DEL PROCESO GERMINATIVO EN LA SEMILLA  
DE NIERBA MORA (Solanum sp.)"

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,

  
P. A. José Armando Vásquez S.

JAVS/eqded.

## AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi gratitud por la ayuda recibida para la realización del presente trabajo,

Especialmente:

A mis padres, sea para ellos una mínima recompensa a sus esfuerzos.

A mis asesores, Ing. Agr. Aníbal B. Martínez, por su interés y dedicación en la asesoría y corrección del presente trabajo. E Ing. Agr. Carlos H. Aguirre, por su valiosa colaboración brindada y sugerencias dadas al presente trabajo.

A la familia Vásquez Vásquez; eterna gratitud.

A la familia Herrera Pinto; por sus múltiples consejos recibidos.

Al personal del Invernadero de la Facultad de Agronomía.

Al personal del Laboratorio del curso de Tecnología de Semillas.

A Elma Quiquívix de De León, por la transcripción del presente trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE GRAFICAS	
INDICE DE APENDICES	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. HIPOTESIS	2
IV. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
V. REVISION DE LITERATURA	3
A. Distribución geográfica y característi- cas botánicas de la hierba mora.	3
B. Germinación de la semilla.	7
C. Análisis de Germinación.	9
D. Almacenamiento de la semilla.	11
E. Factores que afectan la viabilidad de las semillas almacenadas.	12
F. Factores genéticos y determinación de la longevidad.	15
G. Latencia y longevidad	15
H. Letargo de la semilla	17
I. Causas del letargo de las semillas.	17
J. Causas de la iniciación y la terminación del reposo de las semillas.	19
VI. MATERIALES Y METODOS	21
A. Localización del sitio experimental	21
B. Materiales evaluados, tipo de almacena- miento, medias y épocas de germinación.	21
C. Metodología experimental	23
1. Diseño experimental y de tratamientos	23
2. Modelo estadístico	24
D. Mediciones efectuadas	24

	Página
E. Manejo del experimento	25
F. Análisis de datos	27
VII. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION	28
VIII. CONCLUSIONES	
IX. RECOMENDACIONES	
X. BIBLIOGRAFIA	

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO No. 1	Análisis de varianza de los promedios de germinación, altura de tallo y área foliar en semillas de hierba mora, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.	29
CUADRO No. 2	Comparación múltiple de medias Tuckey, - para la interacción porcentaje de germinación de la semilla de hierba mora, en la primera prueba germinativa a nivel de invernadero.	30
CUADRO No. 3	Comparación múltiple de medias Tuckey, - para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora, en la segunda prueba germinativa a nivel de invernadero.	31
CUADRO No. 4	Comparación múltiple de medias Tuckey, - para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora, en la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.	32
CUADRO No. 5	Comparación múltiple de medias Tuckey, - para la interacción altura de tallo en plántulas de hierba mora, para la primera prueba de germinación a nivel de invernadero.	33
CUADRO No. 6	Comparación múltiple de medias Tuckey, - para la interacción altura de tallo en plántulas de hierba mora, para la segunda prueba de germinación a nivel de invernadero.	34



CUADRO No. 7	Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción altura de tallo en plántulas de hierba mora, para la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.	35
CUADRO No. 8	Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción de area foliar en plántulas de hierba mora, para la primera prueba de germinación a nivel de invernadero.	36
CUADRO No. 9	Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción de area foliar en plántulas de hierba mora, para la segunda prueba de germinación a nivel de invernadero.	37
CUADRO No. 10	Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción de area foliar en plántulas de hierba mora, para la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.	38
CUADRO No. 11	Análisis de varianza de los promedios de porcentaje de germinación, longitud de plúmula y radícula en semillas de hierba mora, para la primera, segunda y tercera prueba germinativa en cámara de germinación.	49
CUADRO No. 12	Comportamiento del cultivar de San José Cabén, en sus tres variables evaluadas, para las 3 pruebas germinativas efectuadas en cámara de germinación.	51

## INDICE DE GRAFICAS

Página

- GRAFICA No. 1 Porcentajes de germinación en semilla de hierba mora, almacenada en recipiente de vidrio, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación a nivel de invernadero. 40
- GRAFICA No. 2 Porcentajes de germinación en semilla de hierba mora, almacenada en recipiente de plástico, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación a nivel de invernadero. 42
- GRAFICA No. 3 Emergencia total de plántulas de hierba mora, para los cultivares estudiados almacenados en recipiente de vidrio, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación a nivel de invernadero. 44
- GRAFICA No. 4 Emergencia total de plántulas de hierba mora, para los cultivares estudiados almacenados en recipiente de plástico, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación a nivel de invernadero. 46

INDICE DE APENDICES

Página

APENDICE No. 1	Ficha auxiliar de campo usada en la toma de datos a nivel de invernadero.	
APENDICE No. 2	Ficha auxiliar utilizada en la toma de datos a nivel de laboratorio.	

## RESUMEN

El estudio del proceso germinativo y almacenamiento de la semilla de hierba mora (*Solanum sp.*) se hizo imprescindible, pues en un trabajo de caracterización anterior efectuado, en 45 muestras, se observó una germinación de tan sólo 20 de ellos que corresponde exactamente a un 57% del total evaluado. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el proceso de germinación en la semilla de hierba mora y el efecto del almacenamiento del mismo.

Se utilizaron 3 muestras de semilla de diferentes zonas ecológicas (zona Occidental, zona de la Costa Sur y zona Oriental de la República), y se analizaron bajo dos condiciones de almacenamiento y seis pruebas de germinación a nivel de cámara germinativa e invernadero, en un diseño experimental completamente aleatorio y el diseño de tratamientos utilizado fué un factorial asimétrico 3 x 2, cada unidad experimental se repitió 4 veces para cada una de las condiciones y niveles estudiados, sometiendo los datos obtenidos a un análisis de varianza y prueba comparación múltiple de medias TUCKEY.

Se llegó a determinar que las pruebas germinativas practicadas a nivel de invernadero después de un período de almacenamiento, los materiales estudiados se comportaron de la siguiente manera:

Procedentes de Siquinalá y San José Cabén (zona de la Costa Sur y Occidente respectivamente), obtuvieron un mejor efecto en lo que a porcentaje de germinación y días a emergencia se refiere al ser almacenados en recipiente de vidrio, mientras que el material de El Socorro (zona Oriental), tuvo efecto positivo al ser almacenada la semilla en recipiente de plástico, aunque en ninguna prueba alcanzó los valores de los otros materiales.

Por otro lado bajo condiciones de cámara de germinación se determinó que solamente el material de San José Cabén germinó, observándose una latencia del 100% en los materiales de Siquinalá y El Socorro, por lo que la semilla trató con Nitrato de Potasio al 0.02%, rompiendo la latencia de las mismas e incrementándose el porcentaje de germinación de los cultivares estudiados.

## I. INTRODUCCION:

En la actualidad se ha olvidado por completo el estudio de plantas nativas tales como: el Bledo (Amaranthus sp.) Berro (Nasturtium officinale), Chiles (especies de Capsicum), etc., que juegan un papel importante en la dieta alimenticia, principalmente del sector rural del país. En tal sentido y en virtud de la poca información que actualmente existe al respecto, se hizo necesario un estudio de germoplasma nativo de varias especies, que comprende la recolección y caracterización del mismo.

Un factor que opera en contra de los recursos genéticos autóctonos es la falta de tecnología en su cultivo, ya que es más fácil conseguir materiales de propagación, información ó asesoría en los cultivos foráneos que en los locales; aún la escasa investigación que se hace pone mucho énfasis en los primeros. Sin embargo, se nota en ciertos países una tendencia a desarrollar y mejorar la producción de cultivos alimenticios nativos, y a considerarlos como parte de la riqueza o patrimonio cultural, que puede ser en el futuro la base para una alimentación más rica y contribuir a diversificar la producción agrícola e industrial. (10)

En la actualidad existe un estudio de recolección y caracterización de cultivares de hierba mora (Solanum sp.) de la vertiente del pacífico del país, (11), sin embargo se afrontó el problema de que no todos los cultivares germinaron adecuadamente, pues de cuarenta y cinco muestras sometidas a dicho proceso se observó una germinación óptima de tan solo veinte de ellos, que corresponde extamente a un cincuenta y siete por ciento del total evaluado (11), por lo tanto se hizo necesario complementar el mismo mediante un trabajo que profundizara en los aspectos del almacenamiento y germinación de la semilla de ésta hortaliza nativa, y ello es uno de los aspectos que fundamentan el presente trabajo que se realizó en tres cultivares sometidos a diferentes formas de almacenamiento.

II. OBJETIVOS:

- a) Estudiar el efecto del almacenamiento en los procesos de germinación en la semilla de hierba mora.
- b) Estudiar el proceso de germinación en la semilla de hierba mora (Solanum sp.).

III. HIPOTESIS:

El tipo de almacenamiento no influye en los procesos de germinación en la semilla de hierba mora (Solanum sp.)

No hay diferencia entre los cultivares en cuanto a las características germinativas de la semilla.

#### IV. DEFINICION DEL PROBLEMA

La hierba mora es uno de los cultivares nativos que por el hecho de no estar comprendido dentro de los cultivos tradicionales ha escapado por completo del campo de la tecnología, es por ésta razón que hasta recientemente se empezó a explorar sobre el mismo. Es de importancia estudiarla pues nuestro país afronta problemas de índole nutricional desde épocas pasadas y dicho problema recae directamente sobre el sector rural. Si existe una tecnología apropiada para la reproducción y conservación del germoplasma estaríamos beneficiando a un buen número de agricultores. Por lo que tomando en consideración el planteamiento anterior se hizo imprescindible un estudio en cuanto al conocimiento de la germinación y almacenamiento, para que en un futuro dicho cultivar sea utilizado como una hortaliza a nivel comercial, ya que no existe información al respecto.

En el trabajo que se realizó de Solanum sp. (11), (Recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora de la vertiente del pacífico del país), se afrontó el problema de que no todos los cultivares germinaron adecuadamente pues de cuarenta y cinco muestras sometidas a dicho proceso se observó una germinación óptima de tan sólo veinte de ellos, que corresponde exactamente a un cincuenta y siete por ciento del total evaluado. (11)

#### V. REVISION DE LITERATURA

##### A. DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS BOTANICAS DE LA HIERBA MORA

Gentry Jr. y Standley (13), citado por Vásquez (11), reportan las siguientes especies de hierba mora, quilete ó macuy, encontradas en Guatemala:

Solanum americanum Miller

Sinónimo: Solanum nodiflorum Jacq.

Nombre común: Hierba mora (Chimaltenango, Jutiapa); macuy (Alta Verapaz); quilete (Santa Rosa).

Ubicación: En los departamentos de El Petén, Alta Verapaz, Zacapa, Baja Verapaz, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Retalhuleu, San Marcos, Belice, Oeste de E.U.A.; de México a Costa Rica, Panamá y América del Sur. En Guatemala, desde 350 a 1500 m.s.n.m., raramente más alto; encontrado en matorrales húmedos y en bosques, en laderas abiertas y campos, es maleza común en campos cultivados.

Descripción: Planta perenne ó anual (hierba), erecta ó decumbente de 1 m de alto ó menos; los tallos jóvenes son pilosos a casi glabros, los pelos recurvados. Hojas en pares ó solitarias, enteras ó sinuadas, dentadas, de lancioladas a ovales, de 3.5 a 14 cm. de largo y de 1.5 a 5.5 cm. de ancho; ápice angostamente agudo y acuminado, base atenuada, esparcida ó densamente pilosa en el haz y en el envés; pecíolo de 5 a 30 mms. de largo. Inflorescencias laterales e internodales, subumbelada ó arracimada; pedúnculos de 5 - 25 mm. de largo; los pecíolos de 5 a 10 mm. de largo, cuando maduran los pedicelos son reflexus.

Cáliz de 1 a 2 mm de largo, lobulados hasta la mitad, los lóbulos desde ovalados hasta oblongos, de agudos hasta obtusos y reflexos en el fruto. Corola blanca, limbo de 5 a 7.5 mm. de ancho que parten cerca de la base, lóbulos de 2 a 3 mm. de largo extensamente papilados, los filamentos de 0.3 a 0.5 mm. de largo ciliados; anteras de 1.5 a 2 mm de largo, estilo de 2.5 a 3 mm de largo, excediendo a los estambres, la mitad anterior densamente pubescente, ovario glabro; fruto globoso de 4 a 8 mm de diámetro, negro en su madurez, semillas cerca de 1 mm. de largo.



Aclaración: Solanum americanum y Solanum nigrescens son morfológicamente similares y difíciles de distinguirlos. S. nigrum estrictamente no se conoce en Guatemala ni en otro lugar de Centro América.

Solanum nigrescens Mart y Gal; comúnmente hierba mora (Quezaltenango); macuy (Sacatepéquez).

Ubicación: Se extiende de 1500 a 3900 m.s.n.m. en Chiquimula, Progreso, Sacatepéquez, Sololá, Quezaltenango, Huehuetenango, Escuintla, San Marcos, Sur este de México y Costa Rica.

Descripción: Son hierbas erectas o arreyanadas (amacolladas), de 1 a 1.5 m. de alto algunas veces 3.5 m. - Los tallos jóvenes son pilosos, algunos esparcidamente (pocos pelos), los pelos parados o encurvados; hojas - en pares o solitarias, entera o sinuada dentada, de oval a ovalada lanciolada, raramente extensamente ovalada, las hojas grandes de 3 a 15 cm. de largo raramente 18 cm., de 1.5 a 6.5 cms. raramente 10.5 cm. de ancho; ápice acuminado a angostamente agudo, algunas veces esparcidos durante la madurez, pecíolos de 5 a 35 mm. de largo. Inflorescencia lateral o internodal arracimada o subumbelada de pocas a varias flores, pedúnculos de 1 a 3 cms. de largo, pedicelos de 6 a 10 mm. y cuando maduran son reflexos. Cáliz de 1 a 1.5 mm. de largo - ligeramente acrescente en el fruto, escasamente lobulados, los lóbulos de agudos a obtusos, corola blanca ó apurpurada con una mancha obscura en la base de cada uno de los lóbulos de la corola, el limbo de 6.5 a 10 mm. raramente de 16 mm. de ancho partidos cerca de la base. Lóbulo de 3.5 a 4 mm. raramente de 2.5 a 7 mm. de largo, extremadamente piloso; filamentos de 2 mm. - de largo raramente, normalmente de 0.5 a 1 mm., ciliados, anteras de 3 a 4 mm. raramente de 2.5 mm. de largo, estilos de 5 a 5.5 mm. de largo raramente 4 mm. - excediendo a los estambres, la mitad inferior densamen

te pubescente; ovario glabro, fruto globoso de 4.5 a 7 mm. de diámetro, semillas de 1.0 a 1.5 mm. de largo.

Solanum nigricans Mart y Gal

Sinónimos: Solanum vernicinitens

Ubicación: Se extiende desde 1200 a 2700 m.s.n.m. en matorrales húmedos ó bosques húmedos densos, a menudo en bosques de Abies y Cupresus, en bosques abiertos - de pino ó encino. Localizado en Alta Verapaz, Zacapa, Baja Verapaz, Jalapa, Guatemala, Chimaltenango, Sololá, El Quiché, Totonicapán, Quezaltenango, Huehuetenango, Suchitepéquez, San Marcos, Sureste de México y Honduras.

Descripción: Arbusto ó pequeño árbol de 1 a 6 m. de alto, las ramas jóvenes, hojas pedúnculos y pedicelos densamente cubiertos de pelos ramificados comprimidos y de color blanquesinos y amarillentos, los pares de pelos se pueden confundir con alguna dificultad y se tornan glabrescentes; hojas solitarias firmes, las venas laterales prominentes, elípticas a angostamente elípticas, ó elípticas ovaladas, raramente oval u ovaladas de 6 a 15 cms. de largo raramente 3, ó de 2 a 5.5 cms. de ancho, raramente 1 cm., el ápice acuminado, la base cortante atenuada ó cuneada; pecíolos de 5 a 15 mm. de largo. Inflorescencia lateral y opuesta a las hojas, cimosa con varias flores; pedúnculos muy cortos de 2 a 5 mm. de largo, raramente 10 mm. esparcidamente pubescente ó glabrescente, pediscelos de 1 a 2 cm. de largo, esparcidamente. Cáliz densamente pubescente a glabro de 1 a 1.5 mm. de largo, los lóbulos redondeados y apiculados, obtusos; corola blanca, limbo de 12.5 a 14 mm. de ancho; los lóbulos de 5 a 6 mm. de largo marginalmente papilados y apiculados; filamentos de 0.5 mm. de largo, anteras de 3 a 3.5 mm. de largo; estilo excediendo a los estambres de 5.5 a 6 mm. de largo; ovario glabro, fruto globoso, negro, de 1 a 1.5 -

cm. de diámetro y semillas de 3.5 a 5 mm. de largo.

Es un arbusto común en occidente, algunas veces forman do densos matorrales.

## B. GERMINACION DE LA SEMILLA

Andrews, F.S. et al (1), señalan que la germinación es esencialmente una aceleración del crecimiento del embrión ó de la plántula. Antes de que se inicie la germinación la joven planta es relativamente pequeña y latente. A medida que la germinación se realiza, los puntos de crecimiento de la radícula y de la plúmula se dividen rápidamente. Por lo general, la radícula emerge primero de la cubierta de la semilla, crece hacia abajo; la plúmula crece hacia arriba y se convierte en el sistema aéreo.

La germinación por tanto, es enteramente un proceso de utilización de alimentos.

Los procesos que tienen lugar durante la germinación de la semilla son:

- B.1 Absorción de agua.
- B.2 Secreción de enzimas y hormonas.
- B.3 Hidrólisis de alimentos almacenados en forma soluble, y
- B.4 Traslocación de alimentos solubles y hormonas a los puntos de crecimiento. (1). Estos procesos están total ó parcialmente influidos por los siguientes factores:
  - a. Reservas de alimento.
  - b. Provisión de hormonas.
  - c. Provisión de agua.
  - d. Provisión de oxígeno, y
  - e. Nivel de temperatura.
- a. Reservas de Alimento:

La función principal del alimento de re

serva es nutrir a la pequeña planta hasta que ésta pueda fabricar sus propios alimentos, en zimas y hormonas.

Una semilla relativamente pequeña, arrugada ó inmadura, generalmente tiene un bajo contenido de reservas de alimento. Esta semilla se separa de la semilla llena y no arrugada durante el proceso previo a que es sometida. (1).

b. Provisión de hormonas:

La principal función de las hormonas es dar a las paredes celulares la capacidad de dilatarse. El dilatamiento de las células se lleva a cabo en la región de elongación. El endospermo y los cotiledones son el lugar donde se efectúa la producción de éstas hormonas. Así pues, si el endospermo ó los cotiledones no están completamente desarrollados ó han sido dañados durante la cosecha, procesado ó almacenamiento, la provisión de hormonas necesarias para la elongación celular es baja y el crecimiento de la planta se retrasa en forma correspondiente. (1)

c. Provisión de agua:

Las funciones del agua en la germinación son:

- c.1 Suavisar la cubierta de la semilla.
- c.2 Combinarse con los alimentos almacenados en la formación de alimentos solubles.
- c.3 Servir como medio de transporte de los alimentos solubles y hormonas de los meristemas.
- c.4 Servir conjuntamente con las hormonas en el crecimiento de nuevas células. (1).

d. Provisión de oxígeno:

Las funciones del oxígeno en la germinación son:

- d.1 Oxidar las grasas y otros compuestos de reserva en la formación de azúcares y otros compuestos solubles.
- d.2 Oxidar los azúcares en el proceso de respiración. (1)

e. Nivel de temperatura:

En general la temperatura afecta notablemente la velocidad de muchos procesos de la germinación: absorción de agua, la traslocación de formas solubles y hormonas, la respiración, división y alargamiento celular. (1)

C. ANALISIS DE GERMINACION:

Zepeda (13), indica que mediante la germinación analizada se obtiene información respecto al valor de la semilla que se va a sembrar en el campo.

Por regla general no resulta satisfactorio efectuar los ensayos en las condiciones que prevalecen en el mismo campo de cultivo, debido a que los resultados no pueden ser duplicados con toda seguridad. Por ése motivo se han ideado métodos por medio de los cuales - alguna ó todas las condiciones externas (humedad, temperatura, luz), se controla para promover la más uniforme, rápida y completa germinación para la mayoría de las muestras de determinada clase de semilla. En los análisis de laboratorio, la germinación se define como la salida de adentro del embrión, de la semilla, y el desarrollo de todas aquellas estructuras esenciales que para la clase de semilla que se trate, pongan de manifiesto su potencialidad para desarrollarse bajo condiciones favorables de terreno, y producir una planta normal. (13)

Todas las pruebas de germinación deben hacerse con

semillas tomadas del lote separado como semilla pura, de lo contrario puede haber un aumento de la variación entre los resultados de las germinaciones de las distintas réplicas. (13)

El tiempo para llevar a cabo los recuentos en el proceso, se da en las reglas internacionales para el ensayo de semillas, el cual recomienda un primer y un último recuento, pero puede hacerse recuentos intermedios a discreción del analista, después de que las plántulas hayan alcanzado una etapa de desarrollo suficiente como para que puedan ser evaluadas las estructuras esenciales.

Diversas técnicas se usan para las pruebas de germinación, entre las cuales, las más usadas son las pruebas de germinación en cajas de arena.

En los laboratorios de análisis de semillas, al utilizar el método del germinador, por lo general se colocan las semillas en bandejas de germinación (que no sea la lámina galvanizada pues contiene sales tóxicas de zinc), (13), ya sea entre dos capas de toallas de papel absorbente ó encima de ellas, colocando las bandejas luego en los germinadores donde se controla la luz, la temperatura y la humedad. Para impedir el desarrollo de microorganismos debe conservarse todo el material y todo el equipo, escrupulosamente limpio, de ser posible esterilizado y se debe regular con todo cuidado la provisión de agua. No debe formarse una capa de agua alrededor de las semillas ni el medio de germinación debe estar húmedo que aparezca agua al aplastarlo con el dedo.

Las toallas de papel (de 28 x 26 centímetros ó de tamaño semejante) son humedecidas y las semillas se colocan espaciadas de modo que con la misma toalla puedan ser cubiertas, la toalla se va enrollando. El rollo no debe quedar apretado, siendo deseable que tenga

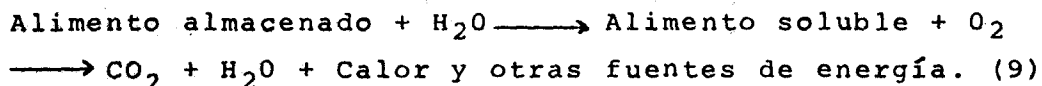
unas 5 vueltas ó capas.

En el caso del uso de cajas, no necesariamente, tiene que tener como substratos de germinación la arena ó la tierra, ya que se puede utilizar también papel secante, algodón absorbente, toallas de papel y papel filtro, materiales que dentro de cajas plásticas, de cartón parafinado, de ptri, de madera, etc., pueden servir como substrato de germinación. (13)

Zepeda (13), llegó a unas de las recomendaciones en este trabajo de tésis, donde evaluó tres métodos para determinar la germinación en semillas, el uso de cajas de arena ya que son efectivas y confiables y además de bajo costo, aunque tienen la limitación de las variaciones climáticas (cambios de temperatura y lluvia) si se realizan al aire libre, por lo que se recomienda al mismo tiempo que se emplee bajo condiciones de invernadero (de vidrio, ó rústico construído de plástico, para evitar que el período de germinación se alargue). (13).

#### D. ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA:

El proceso principal relacionado con ésta práctica es la respiración. El alimento almacenado en la semilla se combina con el agua en la formación de alimento soluble, el cual, a su vez, se combina con el oxígeno en la formación de dióxido de carbono y agua con la liberación de calor y otras fuentes de energía cinética, esto se demuestra en la ecuación siguiente:



Los factores principales, de origen ambiental que afectan en el almacenamiento de las semillas son:

- D.1 El contenido de agua en el aire.
- D.2 La temperatura en el aire.

Estos dos factores afectan la respiración y la -

longevidad de la semilla almacenada ya que las mismas tienen habilidad de tomar agua del aire, según se muestra en la ecuación; el agua es necesaria para convertir el alimento almacenado de la semilla, el cual es relativamente insoluble, en formas solubles.

Entonces si el contenido de humedad del aire es elevado y el nivel de temperatura es también elevado, serán absorbidas grandes cantidades de agua, la conversión de compuestos insolubles será elevada y la respiración también será elevada. Como resultado la vida de la semilla almacenada será relativamente corta. (2)

**E. FACTORES QUE AFECTAN LA VIABILIDAD DE SEMILLAS ALMACENADAS:**

**E.1 Viabilidad y deterioro de las semillas:**

Cuando se refiere a viabilidad, debe tenerse en mente que se trata de un valor promedio de un lote de semillas. Aunque tal vez parezca trivial, vale mencionar que no se están deteriorando todas a la vez y que el deterioro de un lote de semillas es la consecuencia de la muerte de semillas individuales con el transcurrir del tiempo. (4)

**E.2 Factores que afectan la viabilidad y longevidad de la semilla durante el crecimiento:**

Existe relativamente poca información sobre la manera en que la longevidad de las semillas almacenadas sea influenciada por las condiciones del crecimiento de la planta madre. La gran mayoría de las investigaciones se ha concentrado en el efecto que tiene en el rendimiento, y a veces en la viabilidad inicial. Pero no cabe duda que semilla de baja calidad se va a deteriorar mucho más rápido que una semilla de alta calidad. Hay que tomar en cuenta además que la viabilidad en lotes buenos y malos inicialmente no difiere mucho



necesariamente, pero que puede ser bastante diferente después de un período de almacenamiento. - Así lo reportaron Dillmann y Toole (32), citado por (4), que almacenaron semillas de alta y baja calidad de 4 cultivares de linum por un período de 6 años. Los lotes de semilla de alta calidad germinaron en un 94%, 87%, 86%, mientras que aquellos de baja calidad mostraron 0, 1, 4, 9% de germinación. (4)

A continuación se resumen los factores ambientales que pueden afectar la almacenabilidad de las semillas:

E.2.1 Temperatura:

Es difícil de separar bien el efecto de alta temperatura de los daños causados a las semillas por escases de agua, pero parece que la temperatura muy alta ó demasiado baja, afecta la almacenabilidad. Esto ya lo habían reportado Dillmann y Toole (32), citado por (4), y resultados iguales obtuvieron Harrington y Thompson (20), citado por (4), quienes encontraron relaciones altamente significativas entre las temperaturas de 10 a 30 días antes de la cosecha y los porcentajes de germinación. Riddell y Gries (23), citado por (4), también encontraron que la temperatura durante la germinación ejerce una influencia grande en la longevidad de la semilla.

E.2.2 Agua:

E.2.2.1 Escasez: Durante el crecimiento de la semilla desde la polinización hasta que comience el depósito de las reservas, la deficiencia de agua afectará el rendimiento mientras que si ésta deficien-

cia ocurre en las últimas fases de desarrollo, ó sea durante la formación y depósito de las reservas, se afectará la calidad (viabilidad y vigor) de las semillas. En último caso induce a maduración precoz, dejando la semilla no sólo de mala apariencia (semilla pequeña y marchita), sino también con vigor más bajo. Como consecuencia mantienen la viabilidad por un tiempo más corto al almacenarlas.

E.2.2.2. Exceso: Las lluvias entre la madurez fisiológica y la cosecha - pueden causar daños ya que pueden inducir la germinación. Al secarse de nuevo estas semillas, ya germinadas visiblemente, pueden sufrir daños graves ó la muerte. - Si solamente comenzó la germinación y no llegó todavía a salir la raíz, la semilla no parecer ser afectada inmediatamente.

E.2.3 Nutrimientos:

Las deficiencias de elementos esenciales para el crecimiento de las plantas generalmente afectan más a la cantidad de semilla cosechada que a su calidad, pues normalmente se reduce primero el número de semillas formadas. Al haber escasez de uno ó varios elementos, la planta trata de suministrar a las semillas restantes todos los elementos esenciales en una proporción suficiente. Las deficiencias graves normalmente sólo se manifiesta en la generación siguiente en el caso que se siembre la semi

lla otra vez en un suelo pobre, que carezca de los mismos elementos. Sin embargo, Khristyuk (21), citado por (4), encontró que lotes de semillas con buena nutrición resultaron en producción más alta en el año siguiente.

F. FACTORES GENETICOS Y DETERMINACION DE LA LONGEVIDAD:

Hay numerosas indicaciones que longevidad de semillas es un carácter hereditario, y que varían bastante entre familias, géneros y especies, estos tienen especial importancia en los bancos de semillas, donde se requiere tener el material a un plazo lo más largo posible sin tener que rejuvenecerlo y donde hay que observar la viabilidad del material almacenado para no perderlo. (sí no hubiera diferencia genética de la longevidad, podría uno ahorrarse mucho trabajo en la revisión rutinaria). La longevidad inherente del material determina así los intervalos de rejuvenecimiento y la cantidad de semillas que se van a almacenar en cada lote de cada muestra. (8).

G. LATENCIA Y LONGEVIDAD:

G.1 Testa impermeable:

El tipo de latencia que se encuentra con más frecuencia es en semillas de cultivos en la que su testa es dura ó impermeable, ya que ésta ayuda a la semilla a sobrevivir en el suelo y que ahí se puede mantener por varios años sin perder la viabilidad, ésto ocurre generalmente en familias como: Liliaceas, compustaceas, convolvulaceas, geraniaceas, bixáceas, labiadas y probablemente otras más.

Parece ser que la testa impermeable no necesariamente implica longevidad y en el control de la viabilidad de muestras almacenadas con alto -

porcentaje de semillas duras hay que confirmar la viabilidad con los métodos apropiados (escarificación ó pruebas bioquímicas).

Generalmente se puede decir que entre más rápido es el secamiento y entre más seca se encuentre la semilla después del secado, más alto será el porcentaje de semillas con testas impermeables. El mismo efecto tiene el almacenamiento de las semillas bajo condiciones secas. (8)

## G.2 Otros tipos de latencia:

Aparte de la latencia que es causada por impermeabilidad de la testa al agua, ocurren otros tipos producto de diferentes mecanismos. Se mencionan aquí los más frecuentes:

- G.2.1 Impermeabilidad selectiva de la testa ó del pericarpio a los gases (por ejemplo, el pericarpio de algunas gramíneas tiene permeabilidad reducida al oxígeno por contener sustancias que reaccionan con éste; al no haber cierta cantidad de O<sub>2</sub> no hay germinación).
- G.2.2 Inmadurez del embrión (necesita semanas y hasta meses para cumplir su desarrollo aún en semillas maduras).
- G.2.3 Necesidad de ciertos estímulos como luz, temperatura alternante, obscuridad, período de preenfriamiento, calor, etc., para evitar ciertos procesos metabólicos, con frecuencia desconocidos, esencialmente para la germinación.
- G.2.4 Acumulación de inhibidores de la germinación, por lo que antes de germinar la semilla éstos tienen que ser eliminados por ciertos procesos como: Por lixiviación (cantidad de agua necesaria frecuentemente -

está bien definida); neutralizados en su acción por otras sustancias promotoras; ó combinación de esos procesos. (8)

H. LETARGO DE LA SEMILLA:

Weaver, R.J. (12), dice que por lo común, las actividades de crecimiento de las plantas superiores su fren cambios estacionales marcados. En las plantas - perennes de la zona templada, los períodos de crecimiento visible alternan con otros de poco ó ningún crecimiento, mientras que en las plantas anuales se produce la muerte de toda la planta con excepción de las semillas. Las plantas de crecimiento activo, muestran poca resistencia a condiciones externas tan desfavorables como las heladas, calor y sequías, en tanto que las plantas en letargo tienen una gran resistencia, más - aún cuando el establecimiento de éste estado sea antes de que se inicien las condiciones ambientales desfavorables, lo que asegura por lo común la supervivencia - de las plantas.

Hay dos causas generales del letargo; el creci--miento puede detenerse mediante condiciones externas, como la temperatura, ó el suministro desfavorable de agua ó bien, por factores internos que impiden el crecimiento aún cuando las condiciones ambientales sean - desfavorables. El primer tipo de letargo se denomina Quiescencia y se encuentra bajo control Exógeno; el - último tipo se denomina Reposo y se encuentra bajo control Endógeno.

El letargo se observa en muchas partes vegetativas, incluyendo semillas, yemas y bulbos. (12)

I. CAUSAS DEL LETARGO DE LAS SEMILLAS:

El hecho de que las semillas aparentemente maduras no germinen puede deberse a un factor ó a un con-

junto de factores. Las causas principales del letargo de la semilla:

- I.1 Embriones rudimentarios.
- I.2 Embriones fisiológicamente inmaduros.
- I.3 Cubiertas ó integumentos de semilla mecánicamente resistentes.
- I.4 Cubiertas de semillas impermeables.
- I.5 Presencia de inhibidores de la germinación.

El letargo causado por embriones rudimentarios se muestra en las especies en la que los embriones aún se encuentran imperfectamente desarrollados, cuando se desprende las semillas, no puede producirse ninguna germinación en tanto no se complete el desarrollo del embrión (orquídeas).

A menudo se somete a las semillas a condiciones - húmedas y temperaturas bajas durante varias semanas ó meses, según la especie, con el fin de que se produzca la posmaduración de las semillas. Durante éste período, cambios fisiológicos en los embriones, permiten se produzca la germinación. (12)

Las semillas de algunas plantas, incluyendo algunas especies de leguminosas, tienen cubiertas ó testas tan resistentes que los embriones no pueden extenderse y desarrollarse. En condiciones naturales, la fuerza estructural de éstas cubiertas se rompe gradualmente mediante la congelación y el deshielo, la lixiviación, - el paso digestivo de algún animal ó ciertas condiciones de iluminación y temperatura, (Varner, 1965) (16), citado por (12). El hombre también puede reducir ó eliminar la barrera de la cubierta de la semilla, mediante procedimientos mecánicos de escarificación u otros tratamientos que debilitan ó rompan las cubiertas de - las semillas, lo suficiente para que el agua pueda entrar fácilmente en ellas. (12)

Algunas semillas no se desarrollan debido a que -

las cubiertas de las mismas son impermeables al oxígeno y al agua, éstas semillas germinarán solamente cuando se rompa la cubierta.

La presencia de inhibidores de la germinación y los tejidos de frutos impide la germinación de algunas semillas, cuando se encuentra todavía en el fruto. La interacción de los inhibidores y las sustancias promotoras del crecimiento es una de las etapas del proceso que determina el establecimiento y terminación del reposo. En los últimos años, las investigaciones se han referido en su mayoría a ésta interacción y sus relaciones con ciertas condiciones de iluminación y temperatura. (12)

**J. CAUSAS DE LA INICIACION Y LA TERMINACION DEL REPOSO DE LAS SEMILLAS:**

Según Amen (3), citado por (12), el letargo de las semillas puede dividirse en 4 fases de desarrollo relativamente claras:

- J.1 Fase de inducción.
- J.2 Fase de mantenimiento.
- J.3 Fase de desencadenamiento.
- J.4 Fase de germinación.

**J.1 Fase de Inducción:**

Se caracteriza por una disminución notable de los niveles hormonales. Durante la maduración de las semillas, se presentan procesos que conducen al establecimiento del reposo, dichos procesos pueden desencadenarse ó verse afectados por cambios en la iluminación, temperatura, productos químicos y otros factores ambientales. Las condiciones de iluminación y temperatura que prevalecen durante el desarrollo de las semillas, afectan la posterior capacidad de germinación de las semillas, lo cual indica que el reposo esta pre-

El retratamiento de algunas semillas mediante temperaturas variables y diversos productos químicos, tiene también efectos notables en el re po so.

El letargo y la germinación se encuentran entre muchas respuestas de crecimiento que quizá son controlados por el balance entre los promotores y los inhibidores de crecimiento. El desarrollo de cubiertas impermeables de las semillas puede afectar indirectamente el reposo, modificando el ambiente en el interior de la semilla. (12)

### J.2 Fase de Mantenimiento:

Un período de detención metabólica parcial durante el período de reposo, el metabolismo general es muy bajo. El mantenimiento del reposo seminal se debe a la presencia de ciertos inhibidores endógenos, que provocan bloqueos metabólicos parciales y/o específicos.

### J.3 Fase de Desencadenamiento:

Esta fase corresponde a una época en que las semillas son especialmente sencibles a las condiciones ambientales, en ésta fase existe algún agente de desencadenamiento que modifica el balance entre promotores e inhibidores, en favor de los primeros. En las semillas que requieren luz, la eliminación del inhibidor mediante la lixiviación ó escarificación ó alguna reacción termoquímica como la que se produce en la estratificación y la postmaduración, el agente de desencadenamiento puede ser de naturaleza fotoquímica. Por lo común el agente real de germinación es una hormona. La acción de ése mecanismo se determina según el tipo de hormonas ó sus concentraciones. (12).



J.4 Fase de Germinación:

Se caracteriza por un aumento de la actividad hormonal y enzimática, seguido del crecimiento del eje embrionario latente.

Durante las etapas iniciales de la germinación, las semillas secas absorben agua, su cubierta se ablanda y se produce la hidratación del protoplasma. Una vez terminado el reposo, la semilla completa el proceso de germinación, cuando las condiciones ambientales exteriores son favorables y no haya otros factores limitantes, la actividad metabólica aumenta y se produce el correspondiente incremento de las actividades enzimáticas y el ritmo respiratorio. (12)

VI. MATERIALES Y METODOS

A. LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó a nivel de cámara germinativa en el laboratorio del curso de Tecnología de Semillas, así como en el invernadero de la Facultad de Agronomía, situado en el Centro Experimental Docente, - en la parte sur de la Ciudad Universitaria, Zona 12 de Guatemala.

Su situación geográfica es:

Latitud: 14° 35" 11'

Longitud: 90° 31" 18'

Altitud: 1502 m.s.n.m. (5)

B. MATERIALES EVALUADOS, TIPO DE ALMACENAMIENTO, MEDIAS Y EPOCAS DE GERMINACION.

Los materiales que se evaluaron en el presente trabajo fueron cosechados el 29 de Diciembre de 1982, de un ensayo realizado en la Finca Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. La procedencia original de los tres -

cultivares es:

1. Municipio de San Pedro Sacatepéquez (Aldea San José Cabén).
  - a. Departamento: San Marcos
  - b. Altitud: 2700 m.s.n.m.
  - c. Precipitación: 6051.4 mm/año
  - d. Temperatura: 20.05° C - 22.05° C
  - e. Serie de suelos: Ostuncalco (Os)
2. Municipio de Jutiapa (Aldea El Socorro)
  - a. Departamento: Jutiapa
  - b. Altitud: 1250 m.s.n.m.
  - c. Precipitación: 1401.4 mm/año
  - d. Temperatura: 26.1° C - 28.1° C
  - e. Serie de suelos: Culma (Cul)
3. Municipio de Siquinalá
  - a. Departamento: Escuintla
  - b. Altitud: 280 m.s.n.m.
  - c. Precipitación: 2709.9 mm/año
  - d. Temperatura: 21.77° C - 27.5° C
  - e. Serie de suelos: Panan (Pn) (5, 11)

Estos cultivares se almacenaron a temperatura ambiente, bajo dos condiciones diferentes:

- a. Almacenamiento en recipiente de vidrio.
- b. Almacenamiento en recipiente de plástico.

Ambos lotes de semilla almacenada, correspondiente a cada uno de los materiales estudiados se utilizó para los procesos de germinación así:

- i. Primera prueba de germinación se realizó 2 meses - después del almacenamiento, con fecha comprendida del 12 de Septiembre al 5 de Octubre de 1983, en cámara germinativa, utilizando cajas de petrí.
- ii. Segunda prueba de germinación se realizó 3 meses - después del almacenamiento, con fecha comprendida del 11 de Octubre al 10. de Noviembre de 1983., en

- el invernadero, utilizando cajas de madera.
- iii. Tercera prueba germinativa en cámara de germinación se efectuó a los 4 meses de almacenamiento, del 11 de Noviembre al 3 de Diciembre de 1983.
  - iv. Cuarta prueba de germinación se realizó en el invernadero, del 3 al 26 de Enero de 1984, la que se efectuó a 5 meses de haber almacenado la semilla.
  - v. Quinta prueba germinativa se efectuó en cámara de germinación del 1o. al 23 de Febrero de 1984, a 6 meses de almacenamiento de la semilla.
  - vi. Sexta y última prueba de germinación fue en el invernadero, con fecha comprendida del 7 al 30 de - Marzo de 1984, a 7 meses de haber almacenado la se milla.

#### C. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

##### 1. Diseño experimental y de tratamientos:

El diseño estadístico utilizado fue un Completamente Aleatorio y el diseño de tratamiento - que se usó fue un Factorial Asimétrico 3 x 2, con 4 repeticiones, estableciéndose 24 unidades experimentales.

Para condiciones de invernadero, se utiliza ron cajas de madera de 30 centímetros de ancho por 60 centímetros de largo por 10 centímetros de alto. La siembra fué al chorrío con distribución uniforme de la semilla a lo ancho de la caja, con un espaciamiento de 12 centímetros entre hileras, estableciéndose 4 hileras de 50 semillas cada una por caja; de tal manera que cada unidad experimental constó de 1 hilera de 50 semillas, haciendo un total de 4 unidades experimentales por cada caja.

Para condiciones de laboratorio se utilizó

cajas de petrí de 15 x 150 mililitros. La siembra consistió en una distribución uniforme de la semilla en el area de la caja, estableciendose 4 lotes de 50 semillas por caja de petrí; de tal manera - que cada unidad experimental constó de 1 lote de - 50 semillas, haciendo un total de 4 unidades experimentales por cada caja.

Las mediciones y observaciones se efectuaron - en 10 plántulas por hilera para condiciones de invernadero y 10 plántulas por lote para condiciones de laboratorio.

Las plántulas en las que se efectuaron las mediciones se identificaron previamente para llevarles una secuencia de observación y crecimiento.

2. Modelo estadístico:

$$Y_{jk} = M + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{jk}$$

Donde:

j = 1, 2, 3; cultivares

k = 1, 2; almacenamientos

$Y_{jk}$  = Variable respuesta de la  $jk$ -ésima unidad experimental.

M = Efecto de la media general

$A_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor "A"

$B_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor "B"

$(AB)_{jk}$  = Interacción del  $j$ -ésimo nivel del factor "A" con el  $k$ -ésimo nivel del factor "B"

$E_{jk}$  = Error experimental asociado a la  $jk$ -ésima unidad experimental. (3, 9)

D. MEDICIONES EFECTUADAS:

1. Porcentaje de germinación.
2. Días a germinación
3. Altura de tallo en centímetros
4. Area foliar en centímetros cuadrados

5. Longitud de plúmula en centímetros.
6. Longitud de radícula en centímetros.

#### E. MANEJO DEL EXPERIMENTO

##### 1. A nivel de invernadero:

Se verificaron tres épocas de siembra a 3, 5 y 7 meses de haber transcurrido el almacenamiento de la semilla.

Cada siembra se efectuó en cajas de madera de 30 cms. x 60 x 10 cms., conteniendo arena esterilizada la primera y segunda prueba y una mezcla de 3 : 1 : 1 (de tierra negra, materia orgánica y arena amarilla), la tercera. Se mantuvo cada prueba en el invernadero en observación y medición cada dos días por espacio de un mes.

Al momento de cada siembra la temperatura de almacenaje y de invernadero era la siguiente:

##### 1.1 Primera prueba de germinación

1.1.a. Temperatura de almacenaje = 22° C

1.1.b. Temperatura de invernadero = 22° C

##### 1.2 Segunda prueba de germinación

1.2.a. Temperatura de almacenaje = 14° C

1.2.b. Temperatura de invernadero = 11° C

##### 1.3 Tercera prueba de germinación

1.3.a. Temperatura de almacenaje = 27° C

1.3.b. Temperatura de invernadero = 31° C

Dos días antes de cada una de las pruebas se procedió:

##### i. Desinfección de la semilla:

Se utilizó agallol (03 WP) a razón de 10 grs. de producto en 10 lts. de agua, se sumergió la semilla previamente identificada por un tiempo de 30 minutos.

##### ii. Desinfección de arena: (primera y segunda prue

ba).

Desinfección de mezcla preparada: (tercera - prueba). Se preparó la misma con agallol a razón de 50 grs. de producto mezclado con 100 grs. de arena ó mezcla preparada.

iii. Desinfección de las cajas:

Con el mismo producto se preparó la solución a razón de 10 grs. de agallol por 10 lts. de agua, se procedió a rociar las cajas con - auxilio de una regadera. (7)

iv. Siembra:

Dos días después de las operaciones anteriores se procedió a la siembra de los materiales en estudio.

v. Riegos:

Se aplicó un riego posterior a la siembra utilizando para el mismo un atomizador a razón de 1 ltr. por caja; después el mismo volumen de agua por cada fecha de lectura (cada 2 días).

vi. Control de malezas:

Se efectuaron a mano eliminando cada maleza que emergiese.

2. A nivel de laboratorio:

Se verificaron 3 épocas de siembra a 2, 4 y 6 meses de haber transcurrido el almacenamiento de la semilla.

Cada prueba se efectuó en cajas de petrí de 15 x 150 ml., conteniendo como sustrato papel toalla. Se mantuvo cada prueba en el laboratorio en observación y medición cada dos días por espacio de un mes.

Al momento de cada prueba, la temperatura de almacenaje y de germinador era la siguiente:

- 2.1 Primera prueba de germinación:
  - 2.1.a. Temperatura de almacenaje = 24°C
  - 2.1.b. Temperatura de germinador = 70°F
- 2.2 Segunda prueba de germinación:
  - 2.2.a. Temperatura de almacenaje = 16°C
  - 2.2.b. Temperatura del germinador = 70°F
- 2.3 Tercera prueba de germinación:
  - 2.3.a. Temperatura de almacenaje = 25°C
  - 2.3.b. Temperatura del germinador = 70°F

Dos días antes de efectuar cada una de las - pruebas se procedió:

i. Desinfección de la semilla:

Con agallol (03 WP), 10 grs. de producto por 10 lts. de agua por 30 minutos de sumerción.

ii. Desinfección del germinador

Se utilizó como desinfectante formaldehido a una concentración del 10%, así mismo se aplicó 10 grs. de agallol en polvo en el fondo del mismo.

iii. Desinfección de la bandeja:

Con una solución de agallol a razón de - 10 gr. del mismo por 10 lts. de agua, se roció la bandeja con un atomizador. (7)

iv. Siembra:

Dos días después de las operaciones anteriores se procedió a la siembra de los materiales evaluados.

v. Riegos:

Para el efecto se utilizó atomizador para humedecer los materiales.

F. ANALISIS DE DATOS

El análisis estadístico se efectuó obteniendo:

- a. El análisis de varianza para las variables fenológicas y agronómicas.
- b. El efecto factorial asimétrico de tratamientos y las interacciones evaluadas.

Para la separación de medias, se utilizó una comparación múltiple de las mismas, para el cual se hizo uso del estadístico de Tuckey al 5% de significancia.

#### VII. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION:

En el cuadro No. 1, se aprecian los análisis de varianza de los promedios de porcentaje de germinación, altura de tallo (centímetros) y area foliar (centímetros cuadrados) en semilla de hierba mora, almacenada bajo dos condiciones, para tres pruebas de germinación, efectuadas a nivel de invernadero, en éste caso se aprecia que para porcentaje de germinación, existe una diferencia altamente significativa para la primera, segunda y tercera prueba germinativa entre los niveles del factor "A" y los niveles del factor "B", que corresponde a los diferentes cultivares estudiados y las diferentes formas de almacenamiento respectivamente; así como para la interacción entre cultivares y formas de almacenaje de la semilla. Los coeficientes son: 16%, 11% y 8% para las tres pruebas de germinación respectivamente.

Para altura de tallo, existe un comportamiento muy significativo entre los niveles del factor "A", o sea que hay una diferencia marcada entre las alturas de tallos de los diferentes materiales estudiados, sin embargo el tipo de almacenamiento de la semilla, a pesar que por sí sólo éste factor mostró alta significancia para las tres épocas, la interacción tiene un comportamiento irregular. Los coeficientes de variación para la primera, segunda y tercera prueba efectuada son: 10%, 6% y 5% respectivamente.

Area foliar, al igual que para altura de tallo, se -



aprecia un comportamiento similar para ambos factores. Los coeficientes de variación son respectivamente: 13%, 5% y 13%, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación.

**CUADRO No. 1** Análisis de varianza de los promedios de porcentaje de germinación, altura de tallo (centímetros) y área foliar (centímetros cuadrado) en semillas de hierba mora, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Fc Porcentaje de Germinación			Fc Altura de Tallo (centímetros)			Fc Área Foliar (centímetro cuadrado)			Tabulada	
		1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.	5%	1%
Tratamiento	5	39.83**	56.00**	115.22**	13.15**	42.24**	31.44**	10.16**	61.26**	56.02**	2.77	4.25
A	2	87.17**	112.75**	248.78**	23.04**	81.65**	71.50**	12.08**	112.95**	132.95**	3.55	6.01
B	1	13.02**	17.91**	44.61**	5.40*	0.33NS	4.91*	15.33**	2.17NS	1.40NS	4.41	8.29
A X B	2	5.89*	18.30**	16.99**	7.14**	23.78**	4.56*	5.66*	39.12**	6.38**	3.55	6.01
Error	18											
Total	23											

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad  
 \* = Significativo al 5% de probabilidad  
 NS = No Significativo

CUADRO No. 2 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora, en la primera prueba germinativa a nivel de invernadero.

---

Medias:

100.0	a				
97.5	a	b			
92.5	a	b	c		
58.5				d	
37.5				d	e
22.0					e

---

En el cuadro No. 2, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora, para cada cultivar y tipo de almacenamiento; se infiere que los porcentajes observados en la primera prueba germinativa a nivel de invernadero son:

- a. El germoplasma de hierba mora proveniente de Siquinalá, Escuintla; que fue almacenado en recipiente de vidrio, alcanzó el 100% de germinación.
- b. En segundo término tenemos el mismo material mencionado anteriormente, almacenado en recipiente de plástico con 97.5% de germinación.
- c. En tercer término tenemos el material de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; almacenado en recipiente de plástico con 92.5% de germinación.
- d. El material de El Socorro, Jutiapa; almacenado en recipiente de vidrio fué el que obtuvo el más bajo porcentaje de germinación (22%).

CUADRO No. 3 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora, en la segunda prueba germinativa a nivel de invernadero.

<u>Medias:</u>					
100.0	a				
93.0	a	b			
86.5	a	b	c		
68.5				d	
52.5				d	e
23.5					f

En el cuadro No. 3, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora para cada cultivar y tipo de almacenamiento; se infiere que los porcentajes observados en la segunda prueba de germinación a nivel de invernadero son:

- a. El germoplasma de hierba mora de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recipiente de vidrio, alcanzó el 100% de germinación.
- b. En segundo término tenemos el material de San José Cabén, - San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; almacenado en recipiente de plástico, obteniendo un porcentaje de germinación del 93%.
- c. En tercer término tenemos nuevamente el material de Siquinalá, Escuintla; almacenado en recipiente de plástico 86.5% de germinación.
- d. El material de El Socorro, Jutiapa; almacenado en recipiente de vidrio, al igual que en la primera prueba germinativa obtuvo el más bajo porcentaje de germinación (23.5%).

CUADRO No. 4 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción porcentaje de germinación en semilla de hierba mora, para la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>	
100.00	a
99.00	a b
82.50	c
68.00	d
55.00	e
25.50	f

---

En el cuadro No. 4, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción porcentaje de germinación de semilla de hierba mora para cada cultivar y tipo de almacenamiento, se deduce que los porcentajes observados en la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero son:

- a. El germoplasma de hierba mora de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recipiente de vidrio, alcanzó un porcentaje de germinación del 100%.
- b. Con los porcentajes más bajos se encuentra el material de El Socorro, Jutiapa; almacenado en recipiente de vidrio con 25.5% de germinación.

Para resumir en cuanto a porcentajes de germinación en las tres pruebas realizadas (cuadro No. 2, 3 y 4), se observa la estabilidad del material proveniente de Siquinalá, que obtuvo los mayores porcentajes de germinación, no importando el medio de almacenamiento. Así como también el material proveniente de El Socorro, muestra su estabilidad en ésta característica con los resultados más bajos de germinación, no importando el tipo de almacenamiento; lo anterior nos indica que la característica de latencia depende más de factores genéticos que de factores fisiológicos.

Otro aspecto observado es que aparentemente el almacenamiento en vidrio conserva en mejor forma la capacidad germinativa de la semilla, ya que todos los materiales almacenados en vidrio -

dieron el mayor porcentaje de germinación.

CUADRO No. 5                      Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción altura de tallo (centímetro) en plántulas de hierba mora, para la primera - prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>				
0.6375	a			
0.6225	a	b		
0.5950	a	b	c	
0.4688				d
0.4615				d    e
0.4140				d    e

---

En el cuadro No. 5, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción altura de tallo en centímetros para cada cultivar de hierba mora y tipo de almacenamiento; se infiere que los promedios de altura de tallo, medidos en la primera prueba de germinación a nivel de invernadero son:

- a. En el germoplasma de hierba mora proveniente de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, almacenado en recipiente de vidrio, la altura alcanzada fué de 0.6375 centímetros.
- b. En segundo término tenemos el material de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recipientes de vidrio con 0.6225 centímetros de altura.
- c. El material que alcanzó la menor altura de tallo fúe el de El Socorro, Jutiapa; almacenado en recipiente de vidrio - (0.4140 cms.).

CUADRO No. 6 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción altura de tallo (centímetros) en plántulas de hierba mora, para la segunda prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>				
0.7342	a			
0.7328	a	b		
0.6250			c	
0.6080			c	d
0.5025				e
0.4602				e

---

En el cuadro No. 6, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción altura de tallo para cada cultivar y tipo de almacenamiento; se infiere que los promedios de altura de tallo en centímetros, medidos en la segunda prueba de germinación a nivel de invernadero son:

- a. El germoplasma de hierba mora proveniente de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recipiente de vidrio con 0.7342 centímetros de altura; haciendo una comparación con el resultado de la primera prueba vemos que en ésta segunda hubo un incremento de altura de 0.1117 centímetros.
- b. En segundo término vemos el material de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, almacenado en recipiente de plástico con 0.7328 cms. de altura; comparándolo con la primera prueba de germinación observamos que en ésta segunda hubo un incremento de 0.0953 cms.
- c. El material de El Socorro, Jutiapa; almacenado en recipiente de vidrio, al igual que en la primer prueba realizada fué el de más baja altura (0.4602 cms.), sin embargo hubo incremento de 0.0462 cms. con respecto a la primera.

CUADRO No. 7 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción altura de tallo (centímetros) en plántulas de hierba mora, para la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>				
0.8462	a			
0.7898	a	b		
0.7880	a	b	c	
0.7532		c	c	d
0.6145				e
0.6108				e

---

En el cuadro No. 7, se aprecia la comparación múltiple de medias, para la interacción altura de tallo en plántulas de hierba mora, para cada cultivar y tipo de almacenamiento; se infiere que los promedios de altura de tallo en centímetros, medidos en la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero son:

- a. El germoplasma de hierba mora de San José Cabén, San Pedro - Sacatepéquez, San Marcos, almacenado en recipiente de plástico con 0.8462 centímetros de altura, haciendo una comparación con los resultados de la primera y segunda prueba vemos que en ésta tercera prueba hubo un incremento de 0.2512 y 0.1134 centímetros de altura respectivamente.
- b. En segundo término observamos el material de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recinete de vidrio con 0.7898 cms. - de altura; haciendo una comparación con los resultados obtenidos en la primera y segunda prueba vemos que en ésta tercera hubo un incremento de altura de 0.1673 y 0.0556 cms. - respectivamente.
- c. El material de El Socorro, Jutiapa, almacenado en recipiente de vidrio, la igual que en la primera y segunda prueba efectuada fue el más bajo en altura (0.6108 cms.), sin embargo hubo un incremento de 0.1968 y 0.1506 cms. con respecto a las pruebas anteriores respectivamente.

CUADRO No. 8 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción de area foliar en centímetros cuadrados, en plántulas de hierba mora, para la primera prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>					
0.4535	a				
0.4060	a	b			
0.3518		b	c		
0.3000			c	d	
0.2860			c	d	e
0.2795			c	d	e

---

En el cuadro No. 8, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción de area foliar para cada cultivar y tipo de almacenamiento; se infiere que los promedios de area foliar en centímetros cuadrados, medidos en la primera prueba de germinación son:

- a. El germoplasma de hierba mora proveniente de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, almacenado en recipiente de vidrio, con un area foliar de 0.4535 centímetros cuadrados.
- b. En segundo término tenemos, el material de Siquinalá, Escuintla; almacenado en recipiente de vidrio con un area foliar de 0.4060 centímetros cuadrados.
- c. El material de El Socorro, Jutiapa, almacenado en recipiente de vidrio fue el más bajo en cuanto a area foliar (0.2795 cms.<sup>2</sup>).



CUADRO No. 9 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción de area foliar (centímetros cuadrados) en plántulas de hierba mora, para la segunda prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>					
0.4782	a				
0.4342		b			
0.4002		b	c		
0.3655			c	d	
0.3305				d	e
0.2895					f

---

En el cuadro No. 9, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción area foliar para cada cultivar y tipo de almacenamiento, se infiere que los promedios de area foliar en centímetros cuadrados, medidos en la segunda prueba de germinación son:

- a. El germoplasma de hierba mora de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recipiente de vidrio, con un área foliar de 0.4782 centímetros cuadrados; haciendo una comparación con la primera prueba efectuada vemos un incremento de 0.0722 centímetros cuadrados en ésta segunda prueba de germinación.
- b. Al igual que en la primera prueba efectuada, el material de El Socorro, Jutiapa, almacenado en recipiente de vidrio, obtuvo la menor area foliar (0.2895 cms.<sup>2</sup>), sin embargo se nota un incremento de 0.01 cms.<sup>2</sup> con respecto a la primera.

CUADRO No. 10 Comparación múltiple de medias Tuckey, para la interacción de area foliar (centímetros cuadrados) en plántulas de hierba mora, para la tercera prueba de germinación a nivel de invernadero.

---

<u>Medias:</u>				
0.4802	a			
0.4715	a	b		
0.4500	a	b	c	
0.4258		b	c	d
0.3150				e

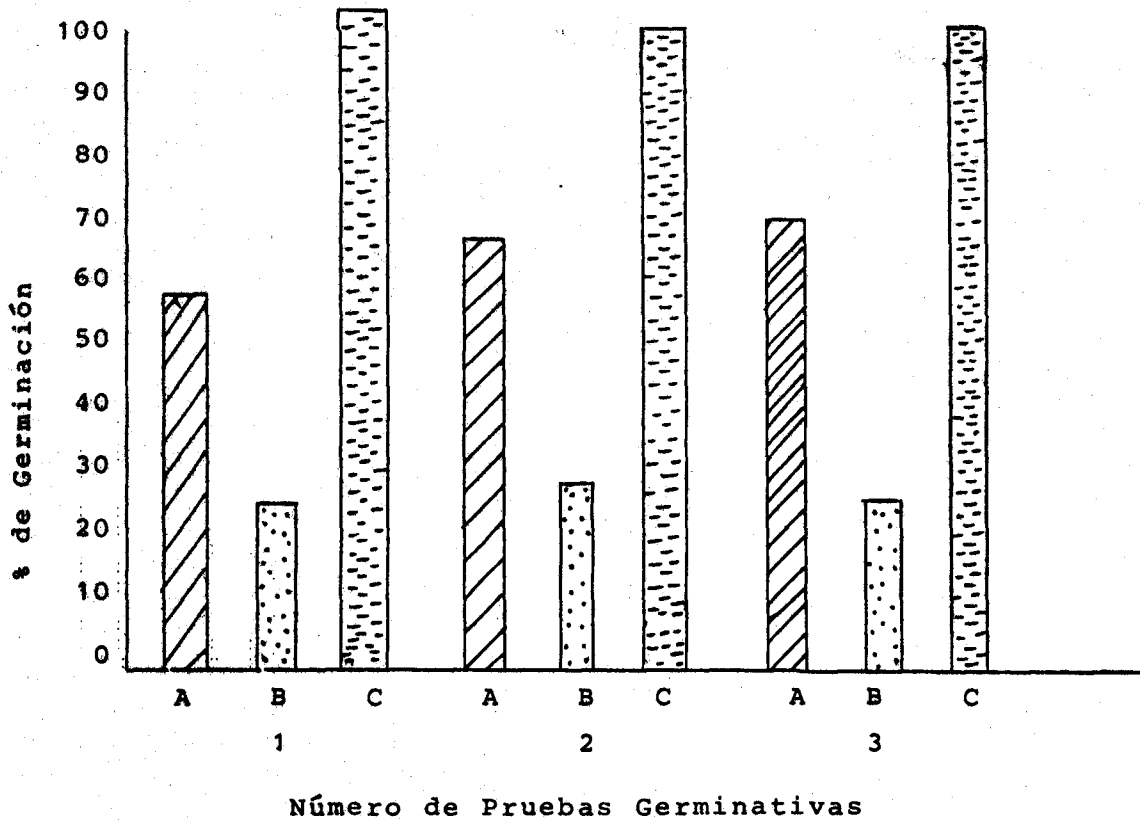
---

En el cuadro No. 10, se observa la comparación múltiple de medias, para la interacción de area foliar para cada cultivar y de almacenamiento; se deduce que los promedios de area foliar en centímetros cuadrados, medidos en la tercera prueba de germinación son:




- a. El germoplasma de hierba mora de Siquinalá, Escuintla, almacenado en recipiente de vidrio, con un área foliar de 0.4802 centímetros cuadrados; haciendo una comparación con la primera y segunda prueba en ésta tercera prueba hubo un incremento de 0.0742 y 0.002 centímetros respectivamente.
- b. En segundo término mencionamos el material de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez (San Marcos), almacenado en recipiente de plástico, con un area foliar de 0.4715 cms.<sup>2</sup>; haciendo una comparación con la primera y segunda prueba efectuada - hay un incremento de area foliar de 0.1197 y 0.0373 cms.<sup>2</sup> respectivamente.
- c. Con el resultado más bajo de area foliar encontramos el material de El Socorro (Jutiapa), almacenado en recipiente de vidrio con 0.30 cm<sup>2</sup>; sin embargo se notó un incremento de 0.0204 y 0.0105 cms<sup>2</sup> con respecto a la primera y segunda germinativa.

Por los resultados observados en los cuadros (Nos. 5, 6, 7, 8, 9 y 10), correspondiente a altura de tallo (cms.) y área foliar (cms.<sup>2</sup>) para las tres pruebas realizadas, se deduce que el tiempo de almacenamiento aumenta el vigor de la semilla, ya que tanto altura de tallo como área foliar para los tres materiales evaluados van en incremento de la primera a la tercera prueba realizada.

Lo anterior aunado a que el porcentaje de germinación se mantiene más ó menos estable (según la característica genética de los materiales) hasta la tercera prueba, nos muestra que a mayor tiempo de almacenamiento se gana vigor en la semilla y una mayor rapidez de desarrollo de las plántulas que emergen.



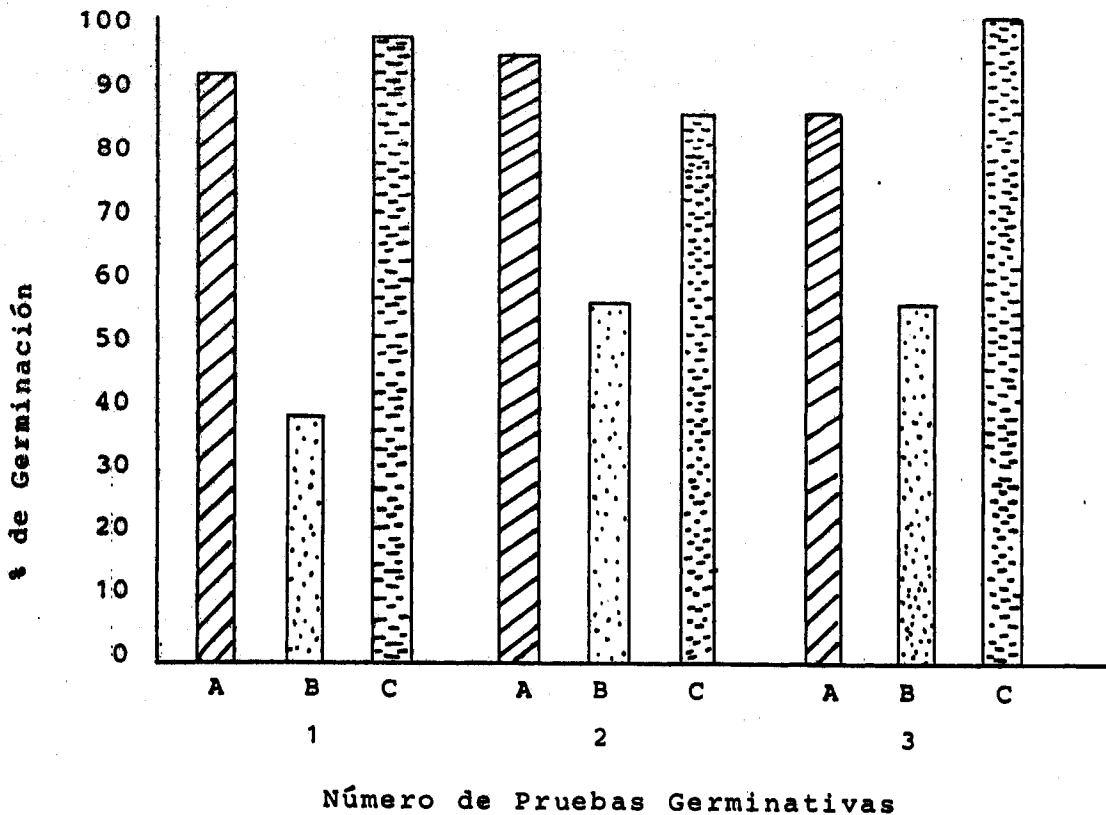
Almacenamiento en Vidrio

- A. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos): 
- B. El Socorro (Jutiapa) . . . . . : 
- C. Siquinalá (Escuintla) . . . . . : 




GRAFICA No. 1      Resultados de los porcentajes de germinación de semilla de hierba mora, almacenado en recipiente de vidrio en un período de 3, 5, y 7 meses, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación respectivamente, a nivel de invernadero.

El efecto del período de almacenamiento en recipiente de vidrio y temperatura del mismo sobre estos cultivares, mostraron los resultados siguientes:

1. Primera prueba de germinación realizada después de un período de 3 meses de almacenamiento de la semilla y un rango de temperatura de 20 - 24°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 58.5 %
  - b. El Socorro (Jutiapa) . . . . . = 22 %
  - c. Siquinalá (Escuintla). . . . . = 100%
  
2. Para la segunda prueba de germinación realizada después de un período de 5 meses de almacenamiento de la semilla y rango de temperatura de 12 - 16°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 68.5%
  - b. El Socorro (Jutiapa) . . . . . = 23.5%
  - c. Siquinalá, (Escuintla) . . . . . = 100%
  
3. Para la tercera prueba de germinación realizada después de un período de 7 meses de almacenamiento de la semilla y rango de temperatura de 26 - 28°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 68%
  - b. El Socorro (Jutiapa) . . . . . = 25.5%
  - c. Siquinalá (Escuintla) . . . . . = 100%



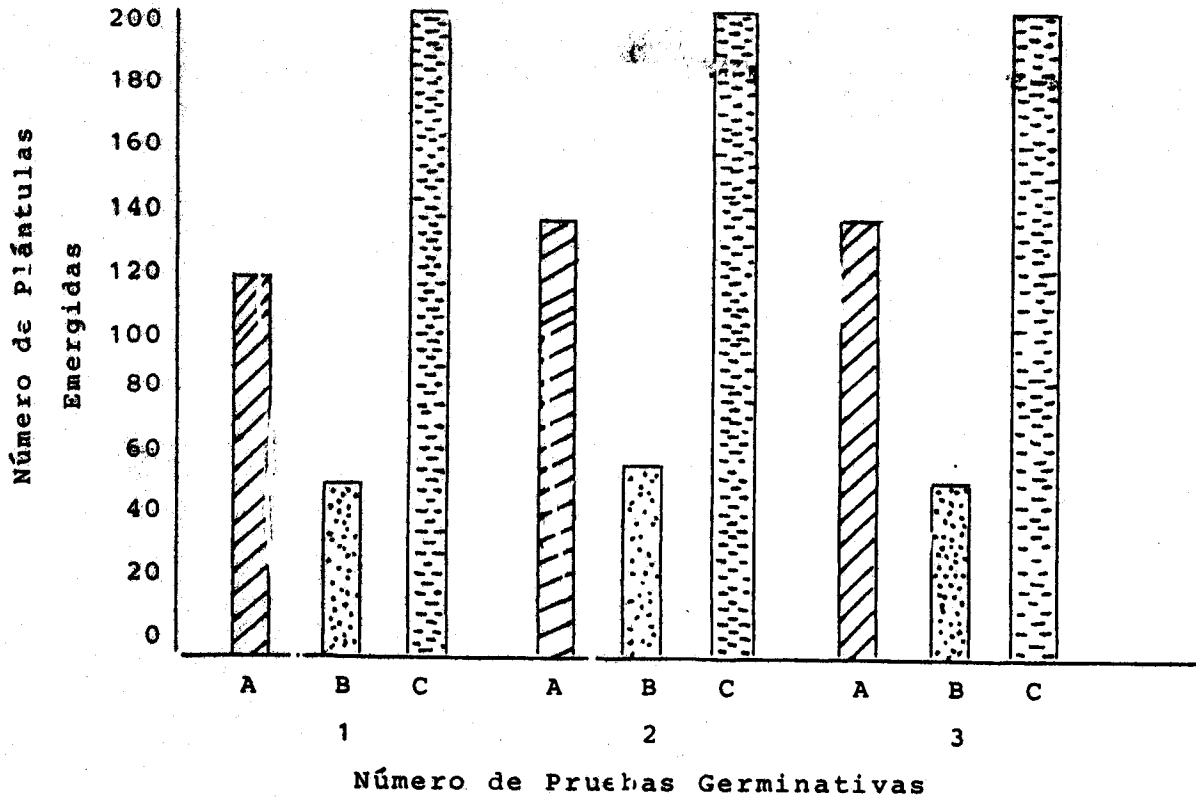
Almacenamiento en plástico.

- A. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos): 
- B. El Socorro (Jutiapa) . . . . . : 
- C. Siquinalá (Escuintla). . . . . : 




GRAFICA No. 2 Resultado de los porcentajes de germinación de semilla de hierba mora, almacenadas en recipientes de plástico en un período de 3, 5, y 7 meses para la primera, segunda y tercera prueba de germinación respectivamente, a nivel de invernadero.

El efecto del período de almacenamiento en recipiente de plástico y temperatura del mismo sobre estos cultivares mostraron, los resultados siguientes:

1. Para la primera prueba de germinación realizada después de un período de 3 meses de almacenamiento de la semilla y un rango de temperatura de 20 - 24°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 92.5%
  - b. El Socorro (Jutiapa) . . . . . = 37.5%
  - c. Siquinalá (Escuintla). . . . . = 97.5%
  
2. Para la segunda prueba de germinación realizada después de un período de 5 meses de almacenamiento y un rango de temperatura de 12 - 16°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 93%
  - b. El Socorro (Jutiapa) . . . . . = 52.5%
  - c. Siquinalá (Escuintla). . . . . = 86.5%
  
3. Para la tercera prueba de germinación realizada después de un período de 7 meses de almacenamiento y rango de temperatura de 26 28°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 82.5%
  - b. El Socorro, (Jutiapa) . . . . . = 55.5%
  - c. Siquinalá (Escuintla) . . . . . = 99%



**Almacenamiento en Vidrio.**

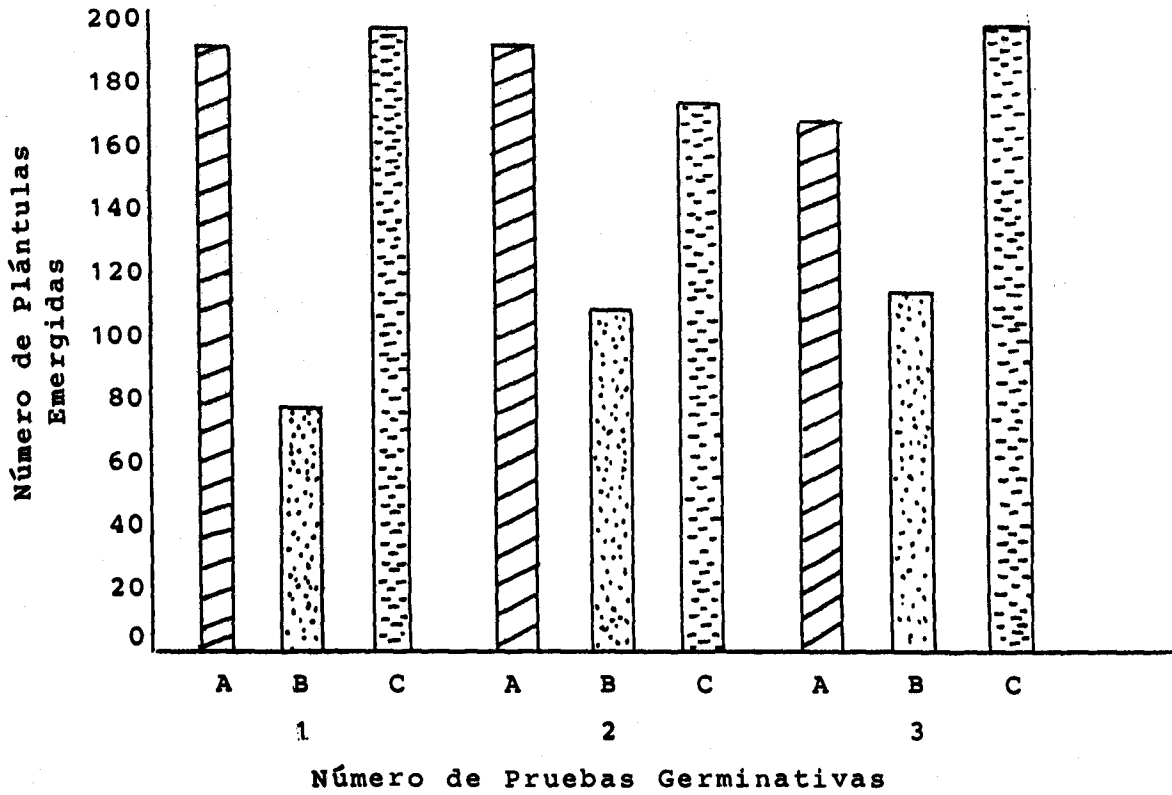
- A. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos: 
- B. El Socorro (Jutiapa) . . . . . : 
- C. Siquinalá (Esquintla). . . . . : 

**GRAFICA No. 3** Resultado de la emergencia total de plántulas de hierba mora, para los cultivares estudiados almacenados en recipiente de vidrio a un período de 3, 5 y 7 meses, para la primera, segunda y tercera prueba de germinación respectivamente, a nivel de invernadero.






El efecto del período de almacenamiento en recipiente de vidrio y temperatura del mismo, sobre estos cultivares dieron los resultados siguientes:

1. Primera prueba efectuada después de un período de 3 meses de almacenaje de la semilla y un rango de temperatura de 20 - 24°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 117 plántulas emergidas en un período de 15 días.
  - b. El Socorro (Jutiapa) = 44 plántulas emergidas en un período de 15 días.
  - c. Siquinalá (Escuintla) = 200 plántulas emergidas en un período de 11 días.
  
2. Para la segunda prueba efectuada después de un período de 5 meses de almacenaje de la semilla y un rango de temperatura de 12 - 16°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 137 plántulas emergidas en un período de 14 días.
  - b. El Socorro (Jutiapa) = 47 plántulas emergidas en un período de 16 días.
  - c. Siquinalá (Escuintla) = 200 plántulas emergidas en un período de 12 días.
  
3. Para la tercera prueba efectuada después de un período de 7 meses de almacenaje de la semilla y rango de temperatura de 26 - 28° C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 136 plántulas emergidas en un período de 17 días.
  - b. El Socorro (Jutiapa) = 51 plántulas emergidas en un período de 14 días.
  - c. Siquinalá (Escuintla) = 200 plántulas emergidas en un período de 14 días.



Almacenamiento en Plástico:

- A. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos = 
- B. El Socorro (Jutiapa) . . . . . = 
- C. Siquinalá (Escuintla). . . . . = 

GRAFICA No. 4 Resultados de la emergencia total de plántulas de hierba mora, para los cultivos estudiados, almacenados en recipiente de plástico por un período de 3, 5 y 7 meses para la primera, segunda y tercera prueba de germinación respectivamente a nivel de invernadero.

El efecto del período de almacenamiento en recipiente de plástico y temperatura del mismo, sobre estos cultivares mostraron los resultados siguientes:

1. Primera prueba efectuada después de un período de 3 meses de almacenamiento de la semilla y rango de temperatura de 20 - 24°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 185 plántulas emergidas en período de 13 días.
  - b. El Socorro (Jutiapa) = 75 plántulas emergidas en un período de 13 días.
  - c. Siquinalá (Escuintla) = 185 plántulas emergidas en un período de 11 días.
  
2. Para la segunda prueba efectuada después de un período de 5 meses de almacenamiento de la semilla y rango de temperatura de 12 - 16°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 186 plántulas emergidas en un período de 14 días.
  - b. El Socorro (Jutiapa) = 105 plántulas emergidas en un período de 14 días.
  - c. Siquinalá (Escuintla) = 173 plántulas emergidas en un período de 17 días.
  
3. Para la tercera prueba efectuada después de un período de 7 meses de almacenamiento de la semilla y rango de temperatura de 26 - 28°C:
  - a. San José Cabén, San Pedro Sac. (San Marcos) = 165 plántulas emergidas en un período de 12 días.
  - b. El Socorro (Jutiapa) = 111 plántulas emergidas en un período de 17 días.
  - c. Siquinalá (Escuintla) = 192- plántulas emergidas en un período de 14 días.

Como podemos apreciar en las gráficas anteriores el almacenamiento en vidrio, al menos en los materiales de San José Cabén y Siquinalá, tuvo un mejor efecto en lo que a porcentaje de germinación y días a emergencia se refiere, mientras que el almacenamiento en plástico sólo tuvo efecto positivo en el material proveniente de El Socorro, aunque en ninguna prueba alcanzó los valores de los otros materiales.

Otro aspecto que resalta es el efecto de la temperatura sobre la germinación, el cual da la apariencia de interaccionar con el genotipo de los materiales; ya que los materiales provenientes de regiones cálidas germinaron mejor a temperaturas altas, mientras que el material de San José Cabén (clima frío) - germinó mejor a temperaturas bajas.

CUADRO No. 11 Análisis de varianza de los promedios de porcentaje de germinación, longitud de plúmula y radícula (centímetros) en semillas de hierba mora, para la primera, segunda y tercera prueba germinativa en cámara de germinación.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Porcentaje de Germinación.			Longitud de Plúmula (Centímetros)			Longitud de Radícula (Centímetros)			Tabulada	
		1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.	5%	1%
Tratamientos	5	231.38**	2294.22**	1540.67**	1731.72**	3076.1**	1684.8**	345.6**	782.3**	673.2**	2.77	4.25
A	2	575.50**	5730.83**	3850.66**	4307.59**	7445.1**	4162.5**	861.9**	1947.1**	1162.0**	3.55	6.01
B	1	2.18NS	3.14NS	0.66NS	13.86**	163.2**	32.4**	1.9NS	6.2**	15.0**	4.41	8.29
A X B	2	2.13NS	3.14NS	0.67NS	12.82**	163.5**	33.3**	1.1NS	7.3**	13.5**	3.55	6.01
Error	18											
Total	23											

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad

\* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No Significativo

En el cuadro No. 11, se aprecian los análisis de varianza de los promedios de porcentaje de germinación, longitud de plúmula y radícula (centímetros) en semillas de hierba mora, almacenaje bajo dos condiciones, para tres pruebas germinativas realizadas en cámara de germinación, se aprecia:

- a. Porcentaje de germinación: Se infiere que existe una diferencia altamente significativa en las tres pruebas realizadas, para los niveles del factor "A" (cultivares estudiados) no hay diferencia en las formas en que fueron almacenadas - las semillas. Los coeficientes de variación para la primera, segunda y tercera prueba son de: 21%, 7% y 8% respectivamente.
- b. Longitud de plúmula: Para las tres pruebas germinativas efectuadas se observa un comportamiento distinto entre los materiales estudiados y las diferentes formas de almacenaje de la semilla. Los coeficientes de variación son respectivamente de 8%, 6% y 8% para la primera, segunda y tercera prueba germinativa.
- c. Longitud de radícula: En esta variable vemos que los materiales en estudio tuvieron un comportamiento muy distinto, habiendo influencia del almacenamiento a partir de la segunda prueba germinativa. Los coeficientes de variación son de: 17%, 12% y 12%, para la primera, segunda y tercera - prueba germinativa respectivamente.

Debe aclararse que la diferencia observada en el porcentaje de germinación se debió a que solamente el cultivar de San José Cabén germinó, mientras que en los otros dos - materiales no se observó germinación alguna.

**CUADRO No. 12**

**Comportamiento del cultivar de San José Cabén, San Pedro Satepéquez (San Marcos), en sus tres variables evaluadas, para las tres pruebas germinativas efectuadas en cámara de germinación.**

<b>Tipo de Almacenamiento.</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>			<b>Longitud de Plúmula. (cms.)</b>			<b>Longitud de Radícula. (cms.)</b>		
	<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>	<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>	<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>
<b>Almacenamiento en vidrio</b>	<b>69.50</b>	<b>76.60</b>	<b>77.00</b>	<b>2.95</b>	<b>2.10</b>	<b>3.21</b>	<b>1.46</b>	<b>1.53</b>	<b>1.58</b>
<b>Almacenamiento en plástico</b>	<b>61.50</b>	<b>73.00</b>	<b>75.00</b>	<b>2.64</b>	<b>2.30</b>	<b>2.68</b>	<b>1.60</b>	<b>1.38</b>	<b>1.30</b>

En el cuadro No. 12, podemos observar el material de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez (San Marcos), reportó los valores más altos en las tres pruebas, para las variables porcentaje de germinación, longitud de plúmula y longitud de radícula, cuando la semilla fue almacenada en recipiente de vidrio.

Para poder explicar en mejor forma el resultado anterior, es necesario recordar el efecto de la temperatura en la germinación, en las pruebas realizadas a nivel de invernadero; donde los materiales provenientes de regiones cálidas germinaron mejor a temperaturas altas y el material proveniente de región fría germinó mejor a temperaturas bajas; sin embargo en dicha condición no se tuvo control sobre la humedad, por lo que se desconoce que influencia pudo tener ésta en la capacidad germinativa de la semilla. En tanto que en las pruebas realizadas en la cámara germinativa se estandarizó la temperatura (28°C) y la humedad (85%), lo cual, a pesar de haber existido alta temperatura, la alta humedad fue un factor que posiblemente insidió en estimular la germinación del cultivar de San José Cabén; que valga aclarar fue recolectado en condiciones de excesiva humedad, mientras que los cultivares de Siquinalá y El Socorro fueron recolectados en épocas secas.

#### VIII. CONCLUSIONES:

En base al análisis de varianza y de acuerdo a la comparación múltiple de medias Tuckey para las características de los materiales evaluados, se concluye en lo siguiente:

1. El cultivar proveniente de Siquinalá (Escuintla), presentó los mayores porcentajes de germinación indiferente del tipo de almacenamiento utilizado, mientras el cultivar proveniente de El Socorro (Jutiapa), presentó los menores resultados; esto a nivel de invernadero.
2. El vigor de la semilla aparentemente aumenta conforme



mayor tiempo se almacena; ya que tanto la altura de tallo como area foliar se incrementaron de la primera a la tercera prueba de germinación en el invernadero.

3. Aparentemente la capacidad germinativa es una característica pero que interacciona fuertemente con la temperatura y la humedad; esto se deduce porque a nivel de invernadero los tres materiales fueron consistentes en la capacidad germinativa durante las tres pruebas. Sin embargo las altas y bajas temperaturas influyeron respectivamente en los materiales de tierras cálidas y frías; así mismo en las pruebas en cámara germinativa, la alta humedad parece haber influido en la germinación del material proveniente de San José Cabén, San Pedro Sacatepéquez (San Marcos), que fué colectado en condiciones de alta humedad, mientras los otros dos materiales fueron colectados en condiciones secas y no mostraron ninguna germinación ante la presencia de la humedad de la cámara germinativa.
4. El almacenaje en vidrio parece ofrecer mayores ventajas que el almacenamiento en plástico, ya que en forma general la semilla almacenada en éste material tuvo una mejor capacidad germinativa.
5. Según una prueba realizada a los 3 cultivares en la cámara germinativa, el Nitrato de Potasio ( $KNO_3$ ) al 0.02% parece romper la latencia que presenta la semilla debido al exceso de humedad presente en el medio; ya que al aplicar éste producto los 3 cultivares obtuvieron un alto porcentaje de germinación (San José Cabén, 96%; El Socorro, 85%, Siquinalá, 100%).

IX. RECOMENDACIONES:

Basados en los resultados observados se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Para el cultivar comercial de hierba mora según la región que se trate, se hace necesario utilizar semilla colectada en la misma.
2. Se recomienda utilizar recipiente de vidrio para el almacenaje de la semilla.
3. Se recomienda que la semilla a utilizar en la siembra tenga un tiempo de almacenamiento mayor de seis meses.

APENDICE No.1

FICHA AUXILIAR DE CAMPO USADA EN LA TOMA DE DATOS

A NIVEL DE INVERNADERO

INVERNADERO

Fecha de Lectura \_\_\_\_\_

Material No. \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Almacenamiento: \_\_\_\_\_

H<sub>1</sub> = No. \_\_\_\_\_ Emergidas.

H<sub>2</sub> = No. \_\_\_\_\_ Emergidas.

Tallo (cms)	Hoja (cm <sup>2</sup> )
P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

Tallo (cms)	Hoja (cm <sup>2</sup> )
P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

H<sub>3</sub> = No. \_\_\_\_\_ Emergidas.

H<sub>4</sub> = No. \_\_\_\_\_ Emergidas

Tallo (cms)	Hoja (cm <sup>2</sup> )
P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

Tallo (cms)	Hoja (cm <sup>2</sup> )
P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

APENDICE No. 2

FICHA AUXILIAR UTILIZADA EN LA TOMA DE DATOS A NIVEL DE INVERNADERO

Fecha de lectura: \_\_\_\_\_

GERMINADOR

Material No. \_\_\_\_\_ Lugar \_\_\_\_\_ Almacenamiento: \_\_\_\_\_

L<sub>1</sub> = No. \_\_\_\_\_ germinadas.

L<sub>2</sub> = No. \_\_\_\_\_ germinadas

Plúmula (cms)	Radícula (cms)
P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

Plúmula (cms)	Radícula (cms)
P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

L<sub>3</sub> = No. \_\_\_\_\_ germinadas  
Plúmula (cms) Radícula (cms)

L<sub>4</sub> = No. \_\_\_\_\_ germinadas  
Plúmula (cms) Radícula (cms)

P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

P <sub>1</sub> = _____	
P <sub>2</sub> = _____	
P <sub>3</sub> = _____	
P <sub>4</sub> = _____	
P <sub>5</sub> = _____	
P <sub>6</sub> = _____	
P <sub>7</sub> = _____	
P <sub>8</sub> = _____	
P <sub>9</sub> = _____	
P <sub>10</sub> = _____	

X. BIBLIOGRAFIA

1. ANDREWS, F.S. et al. Principios de horticultura. 3a. ed. México, D. F., Continental, 1981. 575 p.
2. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. Semillas; manual para análisis de su calidad. Trad. José Mesa N. México, Editorial Herrero, 1965. 515 p.
3. COCHRAN, W.G. y COX, G.M. Diseños experimentales. Trad. por Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. México, D.F., Trillas, 1965. 661 p.
4. FISIOLOGIA DE semillas. Turrialba, Costa Rica, CATIE., s.f. 24 p.
5. FUENTES LOPEZ, M.R. Efecto de la materia orgánica y su interacción con niveles N, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S en el rendimiento del cultivo del tomate (Lycopersicum - esculentum). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 77 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapa hipsométrico de la República de Guatemala. 7a. ed. Guatemala, 1979. Esc. 1:50,000. Color.
7. GUDIEL, V.M. Manual agrícola Superb. 5a. ed. Guatemala, Superb, 1980. 291 p.
8. INTERNATIONAL SEED TESTING, ASSOCIATION, OTOWA. International rules for seed testing. Colombia, 1975. v. 4, 177 p.
9. LITTLE, T.M. y HILLS, F.J. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. Anatolio de Paula Crespo. México, Trillas, 1976. 270 p.
10. LOS RECURSOS genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE, s.f. 27 p.
11. VASQUEZ VASQUEZ, F. J. Recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (Solanum sp.) de la vertiente del pacífico de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. 183 p.

12. WEAVER, R.J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas, 1976. 622 p.
13. ZEPEDA CHAVARRIA, M.E. Comparación y evaluación de tres métodos para determinar la germinación en semillas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 62 p.



No. 60.

*Petrucci*