

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ESTUDIO SOBRE DIFERENTE METODOLOGIA PARA EL SECAMIENTO  
DE SEMILLAS DE: AMARANTHUS SPP., CUCURBITA SPP.,  
CAPSICUM SPP., CROTALARIA SPP., PARA SU CONSER-  
VACION A MEDIANO Y LARGO PLAZO.

TESIS

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

P O R

OTONIEL MANRIQUE HERRERA REYES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO:

INGENIERO AGRONOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE:

LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO DE 1992.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(1366)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO:	
VOCAL TERCERO:	
VOCAL CUARTO:	P.A. Elías Raymundo
VOCAL QUINTO:	P.A. Francisco Ibarra
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

Guatemala, 8 de febrero de 1992

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Miembros:

De conformidad con lo estipulado en los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO SOBRE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA EL SECAMIENTO DE SEMILLAS DE: Amaranthus Spp., Cucurbita Spp., Capsicum Spp., Crotalaria Spp., PAPA SU CONSERVACION A MEDIANO Y LARGO PLAZO.

Al presentarlo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Atentamente,

  
Otoniel M. Herrera Reyes

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES: José Elías Herrera (Q.E.P.D)  
María Reyes Vda. de Herrera.

A MIS HERMANOS: Justo, Ranferí, Emilia, Consuelo, José  
Nohemy, Obdulio, Mayra.

A MIS SOBRINOS:  
En General

A MI AHIJADO:  
José Alfredo

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MI ASESOR:  
Ing. Agr. Oscar Leiva

## AGRADECIMIENTOS

- AL: Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por permitirme la realización de la presente.
- AL: Ing. Agr. Oscar René Leiva, por Asesorarme en el presente, así como su valiosa ayuda en la elaboración y redacción del mismo.
- A: Rodolfo Hernández y Reginaldo Soma por la colaboración prestada durante la realización de la presente.
- A: Doris Márquez de Aguilar, agradecimientos sinceros por su colaboración en la redacción del presente.

## CONTENIDO

RESUMEN	PAGINA
1. INTRODUCCION.	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 Marco Conceptual	4
4. OBJETIVOS	21
5. HIPOTESIS	22
6. METODOLOGIA	23
6.1 Descripción del área experimental	23
6.2 Material	23
6.3 Metodología experimental	24
6.4 Manejo del trabajo experimental	24
6.4.1 Pruebas de germinación	24
6.4.2 Metodología de secamiento	25
7. RESULTADOS	28
8. CONCLUSIONES	41
9. RECOMENDACIONES	42
10. BIBLIOGRAFIA	44
11. APENDICE	45

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1.	Promedio tiempo de secado semilla de Chipilín ( <u>Crotalaria</u> Spp.)	29
2.	Promedio tiempo secado Semilla de ayote ( <u>Cucurbita</u> Spp.)	30
3	Promedio tiempo secado semilla de Guicoy ( <u>Cucurbita</u> Spp.)	32
4	Promedio tiempo secado semilla de Pepitoria ( <u>Cucurbita</u> Spp.)	33
5	Promedio tiempo secado semilla de Bledo ( <u>Amaranthus</u> Spp.)	35
6	Promedio tiempo secado semilla de Chile ( <u>Capsicum</u> Spp.)	36
7.	Análisis de varianza evaluación de diferente metodología de secamiento de semillas.	37
8	Prueba de medios evaluación de diferentes metodologías de secamiento de semillas.	38

## INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PAGINA</u>
1.	Método de Secado para semilla de Chipilín ( <u>Crotalaria</u> , Spp.)	46
2.	Método de Secado para semilla de Ayote ( <u>Cucurbita</u> Spp.)	47
3.	Método de Secado para semilla de Guicoy. ( <u>Cucurbita</u> Spp.)	48
4.	Métodos de Secado para semilla de Pepitoria ( <u>Cucurbita</u> Spp.)	49
5.	Método de Secado para semilla de Bledo ( <u>Amaranthus</u> Spp.)	50
6.	Método de Secado para semilla de Chile ( <u>Capsicum</u> Spp.)	51



ESTUDIO SOBRE DIFERENTE METODOLOGIA DE SECAMIENTO DE SEMILLAS DE: Amaranthus Spp., Cucurbita Spp., Capsicum Spp., Crotalaria Spp. PARA SU CONSERVACION A MEDIANO Y LARGO PLAZO.

STUDY ON DIFERENT METHODOLOGIES OF. SEED DRYING OF: FOR ITS CONSERVATION AT MEDIUM AND LONG TERM.

#### R E S U M E N

Guatemala se considera como uno de los centros mundiales donde se originó la agricultura, así mismo forma parte de la región mesoamericana, uno de los ocho centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas, razón por la cual existe una riqueza florística abundante dentro de su territorio.

Teniéndose el conocimiento de esta riqueza florística existente y también sabiendo la utilidad al hombre como nuevas fuentes de producción y dado principalmente a que estos recursos en los últimos años han estado amenazados por la extinción, se planteó la necesidad de conservarlos en bancos de germoplasma previo secamiento. Para poder secar las semillas a porcentajes de humedad adecuados se hace necesario experimentar diferentes métodos de secamiento, razón por la cual se planteó este estudio para determinar la metodología más apropiada, llevándose a cabo en el laboratorio A-2 del Edificio T-8, de la Facultad de Agronomía, en donde se encuentra ubicado el banco de germoplasma; trata sobre diferente metodología para el secamiento de semillas de: ayote, guicoy y pepitoria (Cucurbita Spp.,) Chipilín (Crotalaria Spp.), bledo (Amaranthus Spp.), y chile (Capsicum Spp.); para su conservación a mediano y largo plazo, utilizando para el experimento un diseño completamente

al azar con arreglo combinatorio, siendo las metodologías de secamiento: 1. Al sol 2. Al Horno 3. Sílica gel 4. Sol + Horno 5. Sol + Sílica G. 6. Horno + Sílica gel.

Se tuvo un total de 90 unidades experimentales, cada una de las cuales estaba constituida por una caja de Petri con 29.00 gramos (aproximadamente una onza). Para el análisis se realizaron pruebas de germinación y se tomó el porcentaje de humedad antes y después de proceder al secado de las semillas.

Las variables obtenidas fueron sometidas a un análisis de varianza y prueba de tukey en donde tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales, también de acuerdo a las medias se obtuvieron gráficas para observar la forma de secamiento de cada tratamiento (estas gráficas se anexan en el apéndice).

Con la información obtenida se hizo el análisis estadístico determinando el mejor método de secado, permitiendo de acuerdo a los resultados llegar a las siguientes conclusiones:

1. Hubo diferencias significativas para la interacción por lo que se asume en al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás para lograr un contenido de humedad de 8%.
2. El porcentaje de germinación no fue afectado por ninguno de los tratamientos.
3. Para semillas de ayote, chipilín y Chile el mejor tratamiento fue el expuesto al sol con 9 horas de secado.
4. Para las semillas de guicoy el mejor fue el expuesto al sol con 12.5 horas de secado.
5. En semillas de pepitoria el mejor tratamiento fue el expuesto al sol con 11.33 horas de secado.
6. Para las semillas de bleado el mejor tratamiento fue el expuesto al sol con 13.5 horas de secado.

## 1. INTRODUCCION

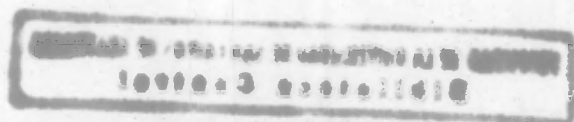
Los recursos fitogenéticos son recursos naturales limitados y perecederos que potencialmente son útiles al hombre como nuevas fuentes de producción y portadoras de genes utilizados para originar mejores variedades de plantas.

Estos recursos en los últimos años han estado amenazados por la extinción debido entre otras a la aparición de nuevas tecnologías, sustitución de variedades locales por variedades importadas o mejoradas, la colonización de nuevas tierras y especialmente por el desconocimiento de su potencial, Azurdia (1), siendo necesario conservar el germoplasma en la forma más segura por un tiempo ilimitado, logrando así su disponibilidad para un uso futuro en bancos de germoplasma que posean condiciones en los que los materiales que en él se almacenan se mantengan viables por el mayor tiempo posible sin que haya pérdida o cambio en la información genética. En el caso de semillas de fácil almacenamiento (semillas ortodoxas), esto se logra almacenando la semilla seca y con bajas temperaturas Goldbach (5).

El presente estudio forma parte del programa de investigación "BUSQUEDA, CONSERVACION Y DESARROLLO DE LOS RECURSOS GENETICOS VEGETALES DE GUATEMALA", realizados por el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía, conjuntamente con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y el apoyo del Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), en vista que uno de los objeti-



vos de dicho programa es la conservación de estos recursos para su posterior utilización; se planteó la necesidad de conservar en el mediano y en el largo plazo, estos recursos los cuales son: Ayote, Guicoy, Pepitoria (Cucurbita Spp.), Chipilín (Crotalaria Spp.) Bledo (Amaranthus Spp.) y Chile (Capsicum Spp.)



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los recursos fitogenéticos en los últimos años han estado amenazados por la extinción debido a una serie de factores que provocan la erosión genética; dada la situación a que estos recursos son limitados y que potencialmente son útiles al hombre. Se planteó la necesidad de conservarlos en el mediano y largo plazo.

En el presente trabajo se consideró estudiar diversos métodos de secamiento de las semillas que permitan bajar el contenido de humedad a un 8% que es la adecuada para que sean conservadas en el mediano y largo plazo, así mismo se pretende determinar la velocidad de secamiento de las semillas bajo las diferentes metodologías de secamiento a emplear.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 Marco Conceptual

##### 3.1.1 Descripción de las especies a trabajar

###### 3.1.1.1 Ayote (Cucurbita spp.)

En Guatemala se encuentra ampliamente distribuida y rara vez se encuentra fuera de los confines de la tierra caliente, aún en las partes más bajas de la tierra templada es poco frecuente. El límite superior altitudinal al que ha sido encontrado alcanza los 1900 msnm (San José Poaquil, - Chimaltenango).

###### 3.1.1.2 Guicoy (Cucurbita spp.)

En Guatemala está confinado casi exclusivamente al altiplano central, oriental y occidental entre los 1000 a 2000 msnm.

###### 3.1.1.3 Pepitoria (Cucurbita spp.)

En Guatemala se encuentra confinado a elevaciones que van desde 0 m. hasta los 1000 msnm aproximadamente. Las cucurbitáceas que se pueden encontrar en Guatemala como ayote, guicoy y pepitoria, están ligadas al componente cultural de la población es así como en todos aquellos poblados donde se practica agricultura tradicional, están ligadas al cultivo del maíz principalmente. De esta cuen-

ta en terminos generales se puede anotar que los agricultores cuidan celosamente sus cultivares, protegiéndolos de la eroción genética. Es evidente que en las zonas más fértiles del país como lo son las áreas de las vertientes del pacífico, los recursos genéticos disponibles de Cucurbita, están concentrados en los parcelamientos agrarios en donde se sigue desarrollando una agricultura en parte con tecnología tradicional, lastimosamente estos ocupan un porcentaje de área relativamente muy bajo en relación al total de área ocupada por agricultura extensiva, en donde prácticamente las cucurbitáceas han desaparecido, Azurdia (1).

#### 3.1.1.4 Chile (Capsicum spp.)

Guatemala es parte del centro de origen y diversidad de Capsicum, de tal manera que la mayor parte de chiles cultivados que se presentan en el país pertenecen a esta especie. El atractivo que presenta el mercado disponible para las variedades mejoradas hace que éstas estén ganando terreno dentro de la agricultura del país lo cual trae como consecuencia el desplazamiento de chiles nativos; sin embargo la composición étnica diversa que presenta Guatemala permite que cada una de ellas guarde relación íntima con las variedades de chiles -



con las que están relacionadas, de tal manera que las co  
munidades, principalmente las indígenas, protegen celosa  
mente sus cultivares a tal punto que lo guardan y al  
migrar a nuevas áreas, los llevan consigo, ocurriendo en  
este caso que su área de distribución no se amplíe sino  
que al contrario cada día es más restringida, es por e-  
llo que es necesaria la conservación de dicho germoplas-  
ma, Azurdia (1).

#### 3.1.1.5 Bledo (*Amaranthus* spp.)

Actualmente se considera a Centro América como una  
de las regiones principales de origen y diversidad del  
género *Amaranthus* ya que la bibliografía reporta a  
Guatemala como centro importante de amaranto para grano,  
la población consume casi exclusivamente el bledo como  
hortaliza, siendo contados los casos en los cuales se  
utiliza el grano tostado a manera de cereal.

Las especies del género Amaranthus son ampliamente  
solicitadas en los mercados de las diferentes poblacio-  
nes, así como en ciudades importantes del país dado el  
papel que juega en la dieta alimenticia de la mayo-  
ría de la población guatemalteca. Es necesario  
dejar claro que el manejo del bledo no



se desarrolla por el sistema de agricultura tradicional ya que el sistema opuesto, es decir, el de agricultura tecnificada no le confiere ninguna importancia, toda vez que lo considera una maleza, ocurriendo al igual que el chile que sea restringida su área de distribución, siendo por ello necesaria su conservación, Azurdia (1).

### 3.1.2 Porqué y cómo son secadas las semillas

El alto contenido de humedad de las semillas durante el almacenamiento es una de las razones principales por la que pierden su capacidad para germinar.

La humedad afecta el grado de respiración de las semillas y los microorganismos, a grados superiores de humedad al 20%, el daño de los insectos también se relaciona con la humedad de la semilla, pero la mayoría de insectos no puede multiplicarse apropiadamente a grados de humedad inferiores cercanos al 8% tienden a morir, finalmente las semillas húmedas tienden a adherirse una a otra y dificultan un buen manejo y operación del equipo de su tratamiento. Por lo tanto las semillas deben ser secadas a fin de que su tratamiento y almacenaje sean adecuados y satisfactorios. La gente siempre ha secado las semi-

llas en épocas anteriores por medio del calor del sol y actualmente tanto por medios naturales o sea por el calor del sol y por medios artificiales.

Básicamente el secado es la evaporación de la humedad, la humedad que ha de eliminarse por medio del secamiento se encuentra en las semillas en dos formas principales:

1. La humedad que se encuentra en la superficie externa que absorbe el aire rápidamente bajo condiciones apropiadas.
2. La humedad interna, la cual se encuentra distribuidora a través de las partes internas de las semillas.

Los muchos medios de secado de las semillas pueden clasificarse en naturales y artificiales.

El secado natural se lleva a cabo con movimiento natural peculiar de aire atmosférico alrededor de la semilla húmeda esparcida en bandejas, lonas, piso o campo, se emplea con éxito cuando se trata de volúmenes reducidos de granos o semillas, su empleo es común en las áreas rurales donde se manejan volúmenes reducidos, o bien en ciertos casos en los cuales las condiciones del

tiempo nos permiten disponer de días soleados, climas secos y bajos volúmenes de semilla a secar, empieza a calentarse, esto es entre las 9:30 a 10:30 de la mañana y que se recoja antes de la puesta del sol, para evitar que al oscurecer durante la noche, absorba humedad. Este método requiere mucha mano de obra y tiempo para alcanzar una reducción de humedad en la semilla, que sea conveniente a su almacenamiento y conservación, en el sistema más común de secado en el cual se emplea el aire, el tiempo que esta operación consume puede ser relativamente reducido o prolongado, variando desde sólo unos días hasta varias semanas, Ramírez(8).

El secado artificial se hace con aire caliente, el cual es impelido mecánicamente a través de un secador, este tipo de secamiento significa menos preocupación y reduce los costos de operación y daño de las semillas, Boy (2).

En forma general y tratándose de el secado artificial de granos y semillas, este se lleva a cabo empleando corrientes de aire caliente que se hacen pasar a través de semillas cuyo espesor va de 8 a 15 cms. El aire caliente tiene que elevar la temperatura de la semilla hasta un límite

dado para cada tipo, para poder eliminar la humedad de éste. Boy (2).

Las temperaturas que se emplean en el secado están relacionadas con el tipo y condición del grano o semilla así como la velocidad del aire ya que este aumenta el coeficiente de transmisión del calor en una proporción dada, generalmente el aire caliente debe entrar a unos  $6^{\circ}\text{C}$  arriba de la temperatura ambiente. En las operaciones generales se secado de semillas, las temperaturas oscilan entre  $40$  y  $65^{\circ}\text{C}$  para ser secadas, siendo la temperatura de  $43^{\circ}\text{C}$  la que se emplea para secar la mayoría de granos y semillas cualquier - que sea su uso futuro. La velocidad del aire generalmente oscila entre  $0.30$  a  $0.50$  metros por segundo y la cantidad de humedad por suprimir de la semilla es normalmente de un  $6\%$ , para darnos cuenta de los resultados de secado en proceso se colocan termómetros, uno a la entrada de la corriente de aire caliente que atravieza el tirante de grano o semilla y otro situado a la salida, cercano a la superficie de semilla donde éste fluye, Ramírez (8).

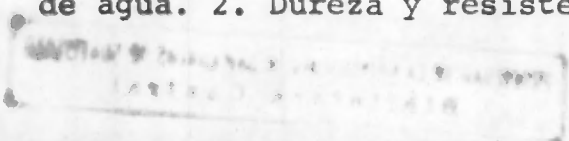
En el proceso de secado lento con aire caliente, este aire contiene baja humedad relativa

al pasar a través de los lechos de semilla, calienta lentamente a éste y entonces empieza su desecación. En este caso las temperaturas empleadas no son altas y pueden variar progresivamente de 6 a 10 °C arriba de la temperatura del medio ambiente, empleando una o dos semanas en obtener el porcentaje de humedad de las semillas seguro para su conservación. En este proceso el aislamiento y el paso libre del aire a través de las muestras de semillas deben asegurarse para evitar heterogeneidad en el secado. La velocidad del aire debe ser alta y el espacio de su recorrido a través de la semilla, ser corto para aumentar o asegurar mayor eficiencia en esta operación, Ramírez (8).

Las temperaturas que exceden de los 43 °C son perjudiciales para la viabilidad de las semillas (Harrington, 1959 Mathes et. al., 1969). Si durante el secado disminuye la germinación de la semilla de más del 1% o 2% compruébense las siguientes condiciones: Corriente insuficiente de aire, elevada humedad relativa del aire secante (mayor del 60%); temperatura del aire secante superior a 43 °C; excesiva profundidad de

la semilla; corriente desigual de aire a través de la semilla. La persona encargada del secado de semillas aprenderá mucho consultando los registros que se lleven. Llevando buenos registros de temperatura, corriente de aire, contenido de humedad, distintos tipos de semillas y profundidad del secado, se adquiere una valiosa experiencia, Feistritz (4). En ocasiones y en ciertas actividades no comerciales, el secado de cortos volúmenes de semillas se consigue empleando desecadores sólidos. Estos materiales químicos tienen alto poder absorbente y cuando se aplican distribuidos en la masa del grano actúan eliminando la humedad de éste, como ejemplo de estos materiales podemos mencionar el cloruro de calcio, la sílica gel o materiales inertes impregnados con sales desecadoras, aunque este método se aplica en el laboratorio para cortos volúmenes de semilla destinada para simiente, dando la sílica gel muy buenos resultados al respecto Ramírez (8).

La sílica gel lleva consigo unas excelentes propiedades de absorción empleándose ventajosamente para fines de secado como desecante debido a los siguientes criterios: 1. Gran capacidad de carga de agua. 2. Dureza y resistencia química de los



granos, para evitar un aglutamiento o confluencia al cargarse con agua. Fácil regenerabilidad eliminando nuevamente un 80% de la humedad fijada, Schuchard (10).

El tiempo total de secado de cualquier semilla está relacionado con el contenido inicial y final de humedad y la velocidad de secado de la semilla. El contenido final de humedad para un almacenaje seguro, oscila entre 4 y 14% dependiendo del tiempo de almacenaje previsto. Generalmente son deseables menores contenidos de humedad para períodos más largos de almacenaje, - Boy (2).

### 3.1.3 Principio fundamental del secamiento

Todas las semillas constituyen un material vivo higroscópico con una estructura muy completa y heterogénea, de la que el agua es parte fundamental y oblicua. Dado que la semilla es higroscópica, su contenido de humedad depende de la temperatura y la humedad relativa del aire. El factor determinante de esta relación es la presión de vapor húmedo que existe en la semilla y el aire que la rodea ( Grain Dryin manual 1969; Halla, 1957), siempre que la presión de



vapor dentro de la semilla sea superior a la del aire circundante el vapor se saldrá de la semilla (Shortley y Williams, 1953), si el gradiente de la presión se invierte, también se invertirá el gradiente de humedad o sea el movimiento, es decir, entrará en la semilla. Cuando las dos presiones de vapor son iguales, no hay movimiento neto de vapor y en ese punto el contenido neto de humedad de la semilla se haya en equilibrio con la atmósfera circundante. El secado se produce cuando hay un movimiento neto del agua hacia afuera de la semilla para penetrar en el aire que la rodea. La velocidad a que la semilla cede esta humedad (velocidad de secado) viene determinada con la rapidez con que la humedad emigra del interior a la superficie de la semilla y por la velocidad a que la humedad de la superficie se trasladada al aire circundante. La velocidad a que la humedad emigra del centro de la superficie de una semilla viene determinada por la temperatura de ésta, su estructura física, composición química y la permeabilidad del integumento de la semilla. Influyen en la velocidad a que la humedad sale de la semilla, el grado de saturación de la superficie y la humedad relativa y temperatura del aire secante.



Ha quedado perfectamente establecido en pruebas que las temperaturas del aire de secado superiores a 43°C son dañosas para la calidad de la semilla, Feistritz (4).

Si el aire que rodea la semilla no se está moviendo, gana humedad a medida que la superficie de la semilla la pierde, el declive llega a ser menor hasta tanto no se haya efectuado ningún secamiento, de manera que para que haya secado debe haber un movimiento de aire de la semilla para que el aire seco esté constantemente reemplazado al aire mojado alrededor de la semilla, hasta cierto punto mientras más rápido es el secado, Harrington (6)

#### 3.1.4 Propiedades de las semillas y los efectos del agua en contenido de humedad.

Las semillas siendo higroscópicas aceptarán humedad del ambiente o la soltarán a la atmósfera hasta llegar a un equilibrio con el ambiente. Al considerar el contenido de agua debemos introducir conceptos referentes a la forma en que se encuentra el agua dentro de la semilla: 1. Fija en la estructura química de la semilla, esta humedad no se puede remover con los procesos normales de secado. 2. Fuertemente adherida a las membranas internas por fuerzas electrostáticas, esta humedad se puede re-

mover con dificultad empleando temperaturas muy altas. Libre o en forma líquida, esta humedad - se remueve fácilmente aún con temperaturas bajas, Low (7).

El agua libre se refiere al agua que llena espacios intermoleculares de la semilla, esta agua se le considera como si estuviera en estado líquido en un vaso. Remover el agua de la semilla se le considera como método básico para determinar la humedad, cuando la materia seca ha sido determinada se ha asumido que ningún otro material volátil excepto el agua ha sido removido, donde la humedad es atrapada por algún método o sistema, se asume que toda el agua fue removida y atrapada, Boy (2)

#### 3.1.5 Medidas de la Humedad:

En las determinaciones de contenido de humedad, los métodos utilizados solo remueven el agua libre, sin retirar sustancias u ocasionar cambios en la estructura química de la semilla, Low (7)

Se necesitan de 3 a 4 repeticiones de aproximadamente 1 a 3 onzas señala Goldbach (5)

El contenido de humedad de las semillas y otros productos agrícolas se le considera como el porcentaje de peso húmedo. La fórmula para calcular el porcentaje de humedad base a peso

húmedo es la siguiente:

$$(\%) \text{ Porcentaje Humedad: } \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

Donde:

W1: Peso de la muestra más agua.

W2: Peso seco del material, Boy (2)

### 3.1.6 Factores que afectan la longevidad de la semilla almacenada.

La facultad que tienen las semillas de ser viables de una campaña agrícola a otra ha sido fundamental para la supervivencia del género humano. Se ha realizado investigación acerca de mejorar los métodos locales de almacenamiento, ante la información más precisa - que se necesita de los factores que intervienen en el almacenamiento y envase sobre porqué pierden viabilidad las semillas Feistritz (4). Entre los factores se consideran:

3.1.6.1 Temperatura: Desde hace mucho tiempo se sabe que las semillas se mantienen mejor a temperaturas bajas, además numerosos experimentos de laboratorio han puesto de manifiesto que las temperaturas inferiores a 0°C son ventajosas para el almacenamiento de las semillas. Harrington propuso como regla empírica

que en el almacenamiento por cada 5°C en que se disminuya la temperatura se duplica la vida de la semilla almacenada. Desde el punto de vista práctico el CIAT recomienda temperaturas entre -10°C y -20°C como factibles y seguras para el almacenamiento de semillas en bancos de germoplasma. Para almacenamiento a largo plazo se recomiendan esas temperaturas, las cuales son posibles de alcanzar con equipo de congelación corriente. Goldbach (5).

3.1.6.2 Humedad: El contenido de humedad de las semillas, es un factor tan importante para la longevidad de las semillas en almacenamiento como la temperatura, según Harrington, cada 1% de disminución en el contenido de humedad de las semillas duplica el período de vida de la semilla en almacenamiento (5). Las dos reglas anteriores obran independientemente y se pueden combinar. Para la mayor parte de personas, la aplicación de las reglas propuestas por Harrington dan una extensión de vida de las semillas que parece excesiva para ser verosímil, pero los experimentos confirman estos resultados Feistritzer (4)

Para el almacenamiento a largo plazo se ne-cesitan envases con cierre hermético para evi-

tar reabsorción de humedad y cambios en el contenido de humedad de las semillas, aumentándose la longevidad, requiere solamente refrigeración Goldbach (5)

3.1.6.3 Gases Se ha encontrado ocasionalmente que reduciendo la tensión de oxígeno en la atmósfera de almacenamiento se prolonga la vida de la semilla. Se puede excluir el oxígeno para mayor longevidad con gases inertes:  $CO_2$ ,  $N_2$ , etc. Goldbach (5)

### 3.1.7 Enfermedades e insectos

Con las temperaturas y contenidos de humedad que se usan en el almacenamiento a largo plazo en los bancos de geroplasma, generalmente las enfermedades y los insectos no constituyen problemas. Goldbach (5)

### 3.1.8 Condiciones de precosecha y de madurez

Tanto las semillas colectadas o cosechadas prematuramente como las excesivamente maduras, se conservan menos bien que las cosechadas en su punto correcto de madurez, por lo tanto la recolección de la semilla en su etapa correcta de madurez, también es importante para el almacenamiento a largo plazo Goldbach (5)

3.1.9 Recomendaciones para el trabajo en un banco de Germoplasma, Goldbach. (5)

-Revisar a intervalos regulares la viabilidad de la semilla almacenada.

Esto será 3 a 5 años bajo 5°C/30-40 % de H.R.

ó 5-10 años en almacenamiento sellado (4-7%

contenido de agua), bajo -20 °C con buena ger-

minación inicial y el segundo chequeo hasta

los 10 ó 15 años, según la especie y condicioo

nes de almacenamiento.

-Rejuvenecer material heterogéneo tan pronto ha ya una reducción significativa en la viabilidad.

-Separar los distintos tipos de muestras y mantenerlos así.

-Almacenamiento a corto plazo (hasta 3 años), bao jo 20-30 % de H.R. con temperaturas menores o iguales a 25°C.

-Almacenamiento a mediano plazo (5-10 años), bao jo 3-5 °C, por 30-40 % H.R.

-Almacenamiento a largo plazo (más de 10 años),

-18 a -20 °C, semillas en equilibrio con una H.R.

entre 15 a 20%, lo que corresponde a un conteni-

do de agua de 4 a 6% aproximadamente.

#### 4. OBJETIVOS

- 4.1 Determinar el mejor método de secamiento para bajar la humedad de las semillas a un 8%, para su conservación a mediano y largo plazo.
  
- 4.2 Determinar el tiempo requerido de secamiento de las semillas bajo las diferentes metodologías de secamiento a emplear.

## 5. HIPOTFSIS

5.1 No existirán diferencias significativas en el tiempo requerido para lograr un contenido de humedad de 8% en las semillas usando diferente metodología de secamiento.



## 6. METODOLOGIA

### 6.1 Descripción del Área Experimental

El estudio se efectuó en el laboratorio A-2 del Edificio T-8 de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el que se cuenta con el equipo necesario, además se contó con las siguientes condiciones climatológicas, las cuales fueron obtenidas del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) los datos obtenidos son para los meses de mayo junio, julio y agosto - que son los meses durante los cuales se realizó el ensayo.

Para el mes de mayo se tuvo una temperatura promedio de 21.9 °C, una máxima de 29.5 y una mínima de 13.3 °C, así también se tuvo una humedad relativa de 76%. Para el mes de junio se tuvo una temperatura promedio de 19.2 °C, una máxima de 28.3 y una mínima de 10.1 °C y una HR de 87%. Para el mes de julio una temperatura promedio de 19.4 °C, una máxima de 28.6 y una mínima de 10.2 °C y una HR de 83%. Para el mes de agosto una promedio de 18.7 °C, una máxima de 27.8 y una mínima de 9.6 °C, la humedad relativa fué de 90%.

La precipitación promedio para el año fue de 1654mm. La velocidad máxima del viento fué de 28 kilómetros por hora en dirección dominante de SE.

### 6.2 Material

A<sub>1</sub> - Semilla de Chipilín (Crotalaria spp.)

- A<sub>2</sub> - Semilla de Ayote (Cucurbita spp.)
- A<sub>3</sub> - Semilla de Guicoy (Cucurbita spp.)
- A<sub>4</sub> - Semilla de Pepitoria (Cucurbita spp.)
- A<sub>5</sub> - Semilla de Bledo (Amaranthus spp.)
- A<sub>6</sub> - Semilla de Chile (Capsicum spp.)

Este material se obtuvo del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (CTA), ubicado en Chimaltenango.

### 6.3 Metodología Experimental

Se trabajó con un diseño completo al azar con arreglo combinatorio (AXB) con 3 repeticiones.

Los factores fueron:

- A: Semillas de las 6 especies (A1: Chipilin, A2: Ayote, A3: Guicoy, A4: Pepitoria, A5: Bledo, A6: Chile).
- B: Metodologías de secamiento (B1: Sol, B2: Horno, B3: Sílica, B4: Sol + Horno, B5: Sol + Sílica Gel B6: - Horno + Sílica Gel).

Se tuvieron 36 tratamientos, 3 repeticiones para cada tratamiento o sea un total de 108 unidades experimentales la cual estaba constituida por una caja de petri con una cantidad de semilla de 29 gramos (más o menos una onza).

### 6.4 Manejo del trabajo experimental

#### 6.4.1 Pruebas de Germinación

Se realizaron 2 pruebas de germinación:

Antes de someter las muestras ( U.E.) a los diferentes tratamientos.

Al finalizar el secado ( llegar a la humedad deseada).

Para estas pruebas tanto al inicio como al final del secado, se trabajo con 100 semillas de cada U.E., utilizando papel mayordomo en su respectiva bandeja dentro de la cámara de germinación.

#### 6.4.2 Metodologías de secamiento

##### B1: Sol

Se expusieron las muestras de semillas de cada una de las especies al sol a partir de las 9 - de la mañana a las 13 horas (4 hrs. diarias), tomando lecturas después de expuestas.

##### B2: Horno

Se expusieron las muestras de semillas dentro del horno una vez calibrando a temperatura de 35 °C por 4 horas diarias, tomando lecturas después de someterlas al secado hasta lograr el contenido de humedad deseado (8%).

El horno usado es eléctrico marca VINDON SCIENTIFIC, que funciona con un rango de temperatura de 0 - 300 °C, con circulación de aire en el

interior a la presión atmosférica, con controles termostáticos y bandejas removibles.

**B3: Sílica Gel**

Las muestras se exponían 4 horas diarias, tomando lecturas después de expuestas.

**B4: Sol + Horno**

Las muestras se expusieron por un tiempo de 2 horas al sol a partir de las 9 de la mañana a las 11 A.M. y luego 2 horas al horno a partir de las 11 A.M. hasta las 13 P.M. tomándose después de expuestas al sol y al horno.

**B5: Sol + Sílica Gel**

Al igual que el tratamiento anterior las muestras fueron expuestas por 3 horas al sol a partir de las 9 A.M. hasta las 11 A.M. y luego 2 horas a la sílica gel a partir de las 11 A.M. a las 13 P.M. en su respectiva campana, tomándose lecturas después de expuestas a los dos tratamientos.

**B6: Horno + Sílica Gel**

Las muestras se expusieron por 2 horas al horno y luego 2 horas a la sílica gel, tomando lecturas después de exponerlas tanto al horno como a la sílica gel.

Para todos los tratamientos las cajas de petri eran tapadas cuando no estaban expuestas a su respectivo tratamiento para evitar la absorción de humedad.

Para la toma de lecturas de cada tratamiento después que se exponía, se usó además del determinador de humedad una fórmula (2) por medio de la cual se determinaba el peso final - que debía tener la unidad experimental para este caso la caja de petri ya que la humedad deseada ya era conocida por lo que solo se necesitaba llevar la muestra al peso deseado.

La fórmula es:

$$\text{Peso final: } \frac{100 - \% \text{ Humedad Inicial}}{100 - \% \text{ Humedad Deseada}} \times \text{Peso Inicial}$$

Para la toma de lecturas de todos los tratamientos se utilizó una balanza analítica marca PE360 DELTA RANGE, capaz de registrar pesos hasta de 300 gramos con una precisión de 0.001 gramos (7).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros del número uno al seis se presentan peso inicial y peso final en gramos, estos pesos se presentan ya que sirvieron para determinar el peso en el cual ya se había llegado a la humedad deseada (8%), debido a que esta era la humedad que deseabamos por lo tanto era conocida y al despejar en la fórmula mencionada anteriormente, únicamente restaba saber el peso final, el cual daba el peso en el cual ya se había llegado a la humedad deseada, la cual también se presenta en los cuadros así como también se presenta el tiempo promedio en horas a que se llegó a esa humedad y abajo de cada cuadro se incluye el porcentaje de humedad que tenían las semillas al inicio, así como su porcentaje de germinación antes y después de ser sometidas a su respectivo tratamiento.

Con respecto a los tratamientos, se tuvieron 2 factores, el factor "A" y el factor "B", el factor "A" se refiere al tipo de semilla y el factor "B" a la metodología de secamiento (ver metodología experimental, inciso 6.3).



Cuadro No. 1 Promedio del tiempo de secado de semilla de Chi-  
pilin (Crotalaria spp.)

Trat.	Peso inicial Grs.	Peso Final Grs.	% Humedad Obtenida	Tiempo Hrs.	$\bar{X}$
A1B1	29.00	28.38	8.05	9.00	
A1B2	29.00	28.39	8.04	41.00	
A1B3	29.00	28.40	8.12	890.00	
A1B4	29.00	28.21	7.70	23.33	
A1B5	29.00	28.32	7.87	26.00	
A1B6	29.00	28.31	7.86	50.00	

El porcentaje de humedad al inicio fué de 10%.

El porcentaje de germinación se mantuvo en 48%.

De acuerdo al cuadro No. 1 se observa que el porcentaje de humedad inicial fué de 10% y de acuerdo a la humedad obtenida para cada uno de los tratamientos, se bajó en promedio de 2.05% de humedad a las semillas. En cuanto al tiempo requerido para llegar a la humedad adecuada o deseada se observa que el mejor tratamiento fué el A1B1 (chipilin expuesto al sol) ya que es el que menor tiempo presenta ( 9 hrs), le sigue el tratamiento A1B4 (sol + horno) con un promedio de 23.33 hrs., sigue el A1B5 (sol + sílica gel) con un promedio de 26.00 hrs. mientras que el que más tiempo presenta es el A1B3 ( sílica gel) con un promedio de tiempo de 890 hrs., se bajó un porcentaje de humedad de 2.05% en promedio.

El porcentaje de germinación al inicio y después de sometidas las semillas a su respectivo tratamiento fué de 48%, - por lo que se puede decir que las semillas no fueron afectadas ya que presentaron igual poder germinativo en las pruebas realizadas.

En el apéndice se puede observar de una manera gráfica - la forma en que se comportó la semilla de chipilin, así como las otras especies al secado.

Cuadro No. 2 Promedio del tiempo de secado de semilla de Ayo-te (Cucurbita spp.)

Trat.	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	% Humedad Obtenida	Tiempo Hrs. $\bar{X}$
A2B1	29.00	27.98	7.98	9.00
A2B2	29.01	28.10	8.23	17.00
A2B3	29.00	28.01	8.80	794.00
A2B4	29.00	27.84	7.8	24.00
A2B5	29.02	28.04	8.07	26.00
A2B6	29.02	28.04	8.07	40.00

El porcentaje de humedad al inicio fué de 11.2%.

El porcentaje de germinación al inicio y final del secado fué de 99%.

Como se puede observar en el cuadro No. 2, el porcentaje



de humedad al inicio fué de 11.2% y de acuerdo a la humedad obtenida para cada uno de los tratamientos, se bajó en promedio 3.035% de humedad a las semillas.

En cuanto al tiempo promedio para llegar a la humedad deseada se observa que el mejor tratamiento fué el A2B1 (Ayote expuesto al sol) ya que presenta un tiempo promedio de 9 hrs. le sigue el A2B2 (al horno) con tiempo de 17 hrs., mientras que más tiempo presentó fué el A2B3 (sílica gel) con un promedio de 794.00 hrs., se bajó un porcentaje de humedad de 3.035% en promedio.

En cuanto al porcentaje de germinación se mantuvo en un 99% tanto para el inicio como después de sometidas las semillas a su respectivo tratamiento.

Cuadro No.3 Promedio del tiempo de secado de semilla de Guicoy (Cucurbita spp.)

Trat.	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	% Humedad Obtenida	Tiempo Hrs.	$\bar{x}$
A3B1	29.00	28.50	8.08	12.50	
A3B2	29.02	28.13	8.09	19.00	
A3B3	29.03	28.13	8.12	890.00	
A3B4	29.04	28.14	8.06	26.00	
A3B5	29.04	28.17	8.15	26.00	
A3B6	29.03	28.17	8.23	45.00	

El porcentaje de humedad al inicio fué de 10.9%.

El porcentaje de germinación al inicio y después de sometidas las semillas a su tratamiento fué de 99%.

Como se puede observar en el cuadro No.3, el porcentaje de humedad que se tenía al inicio era de 10.9% y de acuerdo a los porcentajes de humedad obtenida para cada uno de los tratamientos se bajó en promedio un 2.78% de humedad a las semillas.

En cuanto al tiempo promedio para llegar a la humedad deseada como se observa en el cuadro el que menos tiempo presenta es el A3B1 (guicoy expuesto al sol) con un tiempo promedio de 12.50 hrs., le sigue el tratamiento A2B2 (al horno) con un tiempo promedio de 19hrs., mientras que el que más tiempo presenta es el A3B3 (sílica gel) con 890 hrs. en promedio, se ba-

jó un porcentaje de humedad de 2.78% en promedio.

El porcentaje de germinación se mantuvo en un 99% tanto para el inicio como después de secadas las semillas.

Cuadro No. 4 Promedio del tiempo de secado de semillas de Pepi  
toria (Cucurbita spp.)

Trat.	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	% Humedad Obtenida	Tiempo Hrs.	X
A4B1	29.04	28.37	7.96	11.33	
A4B2	29.04	28.37	8.00	16.00	
A4B3	29.03	28.35	7.98	890.00	
A4B4	29.02	28.36	7.98	18.00	
A4B5	29.03	28.36	7.99	26.00	
A4B6	29.05	28.38	8.01	40.00	

El porcentaje de humedad al inicio fué de 10.1%.

El porcentaje de germinación al inicio y después de secadas las semillas fué de 99%.

Como se puede observar en el cuadro No.4, el porcentaje que tenían las semillas al inicio era de 10.1% por lo que al compararla con la humedad obtenida se bajó en un 2.11% en promedio, la humedad de las semillas.

En cuanto al tiempo promedio para llegar a la humedad de-

seada como se observa en el cuadro No. 4 de los tratamientos, el que presenta menos tiempo es el A4B1 (Pepitoria expuesta al sol) con 11.33 hrs., le sigue el A4B2 (al horno) con 16 hrs., mientras que el que más tiempo presenta es el A4B3 (sílica gel) con 890 hrs., se bajó un porcentaje de humedad de 211% en promedio.

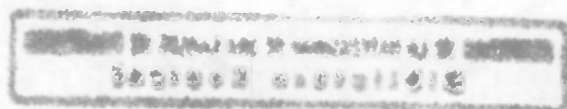
Con respecto al porcentaje de germinación éste al igual que los otros cuadros presentan igual porcentaje de germinación las semillas al inicio y después de secadas.

Cuadro No. 5 Promedio del tiempo de secado de semillas de -  
bledo (Amaranthus spp.)

Trat.	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	% Humedad Obtenida	Tiempo Hrs.	$\bar{X}$
A5B1	29.00	27.31	8.36	13.50	
A5B2	29.00	27.27	8.19	34.00	
A5B3	29.00	27.35	8.50	1058.00	
A5B4	29.00	27.30	8.32	26.00	
A5B5	29.00	27.30	8.31	26.00	
A5B6	29.00	27.26	8.20	50.00	

El porcentaje de humedad al inicio fué de 13.7%.

El porcentaje de germinación al inicio y después de secadas -  
las semillas fué de 98%.



Como se observa en el cuadro No.5, el porcentaje de humedad al inicio era de 13.7% por lo que se bajó un 5.39% de humedad en las semillas al compararlas con la humedad obtenida.

Con respecto al tiempo promedio para obtener esa humedad se observa que el tratamiento que presenta menos tiempo es el A5B1 (bledo expuesto al sol) con un promedio de 13.50 hrs., le sigue el tratamiento A5B4 (sol + horno), el A5B5 (sol + sílica gel) con 26 hrs. cada uno, mientras que el tratamiento que presenta más tiempo es el A5B3 (sílica gel) con 1058 hrs., el porcentaje de humedad bajado fué de 5.39 en promedio.

El poder germinativo de las semillas no fué afectado ya que se mantuvo en un 98% al inicio y después de secadas las semillas a su respectivo tratamiento.

Cuadro No.6 Promedio del tiempo de secado de semillas de Chile (Capsicum spp.)

Trat.	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	% Humedad Obtenida	Tiempo Hrs.	$\bar{X}$
A6B1	28.00	26.79	8.00	9.00	
A6B2	28.00	26.84	8.20	13.50	
A6B3	28.00	26.80	8.10	794.00	
A6B4	28.00	26.81	8.10	22.00	
A6B5	28.00	26.77	7.99	26.00	
A6B6	28.00	26.83	8.22	36.00	

El porcentaje de humedad al inicio fue de 12%.

El porcentaje de germinación se mantuvo en 95%.

El porcentaje de humedad bajado en las semillas fué de 3.9% en promedio. En relación al tiempo promedio para obtener la humedad deseada; el tratamiento que presenta menos tiempo es el A6B1 ( al sol) con 9 hrs., le sigue el A6B2 (al horno) con 13.50 hrs., mientras que el que más tiempo presenta es el A6B3 (sílica gel) con 794 hrs., el porcentaje de humedad bajado fué de 3.9% en promedio.

Cuadro No.7 Análisis de varianza de evaluación de diferente -  
metodología de secamiento de semillas.

F.V.	G. L.	SUMA DE CUADRADOS	C.M.	FCAL.	SIG.
Trat.	35	11261230.	321749.400	56364.850	**
A	5	30895.	6179.000	1082.453	**
B	5	11118980.	2223795.000	38957.000	**
AB	25	111356.	4453.250	780.307	**
Error	72	411.	5.708		
Total	107	11261640.			
C. V.		1.4150%			



Cuadro No. 8 Prueba de medias de evaluación de diferente método de secamiento de semillas.

Tratamiento	Tiempo $\bar{X}$ de Secado Hrs.	T U K E Y
A1B1, A2B1, A6B1	9.00	A
A4B1	11.33	B
A3B1	12.50	C
A5B1, A6B2	13.50	D
A4B2	16.00	E
A2B2	17.00	F
A4B4	18.00	G
A3B2	19.00	H
A6B4	22.06	I
A1B4	23.33	J
A2B4	24.00	K
A1B5, A2B5, A3B4, A3B5		
A4B5, A5B4, A5B5, A6B5	26.00	L
A5B2	34.00	M
A6B6	36.00	N
A2B6, A4B6	40.00	O
A1B2	41.00	P
A3B6	45.00	Q
A1B6, A5B6	50.00	R
A2B3, A6B3	794.00	S
A1B3, A3B3, A4B3	890.00	T
A5B3	1058.00	U

TRATAMIENTOS CON IGUAL LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES.

Como se observa en los cuadros del 1 al 6 los tratamientos presentan diferente tiempo de secado por lo que se enumeran en su orden de menor a mayor tiempo.

- 1o. Al sol.
- 2o. Al horno.
- 3o. Sol + horno.
- 4o. Sol + sílica gel.
- 5o. Horno + sílica gel.
- 6o. Sílica gel.

En lo que respecta al contenido de humedad obtenido se considera que es bastante exacto ya que después de haber sometido las semillas a sus respectivos tratamientos se comprobó su porcentaje de humedad comparándolo con el obtenido en una muestra en el determinador de humedad marca BURROW con que se cuenta en el banco de germoplasma, observando que los datos son similares.

En cuanto al análisis de varianza (ver cuadro No.7) se plantea que sí existen diferencias significativas para la interacción por lo que al menos uno de los tratamientos es un contenido de humedad de 8%, además se considera que el experimento fué bien manejado debido a su bajo coeficiente de varianza.

Como se observa en el cuadro 8 de acuerdo a la prueba de medias realizada, el mejor tratamiento lo constituyó el expuesto al sol ya que presentó promedios de 9.00, 11.33, 12.50 y .-

13.50 horas, le sigue en orden de importancia el tratamiento -  
expuesto al horno, mientras que el tratamiento que más tiempo  
presentó fué el expuesto a la sílica gel, ya que sus promedios  
de tiempo son 794, 890 y 1058 hrs.

Estos tratamientos se pueden observar en la forma gráfica  
en el apéndice, en donde se marca notoriamente el efecto de -  
cada tratamiento sobre el secado de las semillas.

## 8. CONCLUSIONES

- 8.1 Hubo diferencias significativas para la interacción por lo que al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás en el tiempo requerido para lograr un contenido de humedad de 8% en las semillas.
- 8.2 El porcentaje de germinación tanto al inicio como después de sometida las semillas a su respectivo tratamiento fue el mismo por lo que se concluye que no fueron afectadas, ya que presentaron igual poder germinativo.
- 8.3 Para las semillas de chipilín, ayote y chile, el mejor tratamiento fue al sol con un promedio de secado de 9 horas.
- 8.4 Para las semillas de guicoy el mejor tratamiento fue al sol con un promedio de 12.5 horas.
- 8.5 Para las semillas de pepitoria el mejor tratamiento fue el expuesto al sol con un promedio de 11.33 horas.
- 8.6 Para las semillas de bleo el mejor tratamiento fue al (sol) con un promedio de 12.5 horas.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Se recomienda para el secamiento de semilla en el banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía, que se haga al sol ya que de acuerdo a literatura y al presente trabajo, resulta ser el más eficiente, pues se logra obtener la humedad deseada en menor tiempo que otros métodos, según los resultados obtenidos.
- 9.2 El secado al sol se recomienda para los meses de febrero a mayo, ya que de mayo en adelante existe demasiada humedad relativa, lluvias, etc.
- 9.3 El secado al horno se recomienda usarlo para aquellos tiempos en que hay mucha nubocidad o mucho viento, ya que el viento en el tratamiento al sol puede ocasionar problemas botando las semillas, por lo que resulta ser eficiente al igual que el secado al sol.
- 9.4 Para el secamiento de semillas ya sea para su conservación a mediano y largo plazo, esto es hablando de un 8% de humedad en las semillas, en el banco de germoplasma se recomienda hacerlo utilizando para ello muestras mayores o iguales a los 250 gramos para mayor facilidad en el uso de determinar de humedad marca BURROW, ya que éste se calibra a partir de ese peso de semilla, ahorrándose con ello tiempo y trabajo.
- 9.5 Para secado de semillas a porcentajes bajos de humedad con sílica gel, no se recomienda, ya que resulta ser demasiado largo el tiempo para alcanzar la humedad deseada y el trabajo resulta ser muy laborioso.

9.6 Para trabajos posteriores de secamiento de semillas en el banco de germoplasma de la facultad, se recomienda adaptar en dicho laboratorio deshumificadores o extractores de humedad, debido a que la humedad relativa que en él domina es mayor que la del ambiente exterior.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA P., C.A.; GONZALEZ M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. 254 p.
2. BOYD, A.H.; BECK J. 1971. Medidas de la humedad. EE.UU, Laboratorio técnico de semillas. Universidad del estado de Missisipi. 15 p.
3. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. 1975. El beneficio de las semillas. México, CECSA. 223 p.
4. FEISTRITZER, W.P. 1977. Tecnología de semillas de cereales. Roma, FAO. 259 p.
5. GOLDBACH, H. 1980. Instalaciones para el almacenamiento de semillas a corto, mediano y largo plazo. Turrialba, C.R., CATIE. 123 p.
6. HARRINGTON, J.F. 1959. Secado, almacenaje y empaque de semillas para mantener germinación y vigor. EE.UU, Laboratorio de semillas. Universidad del estado de Missisipi. 20 p.
7. LOW, H. 1985. Contenido de humedad. Queensland, Australia. Departamento de Industrias Primarias. 17 p.
8. RAMIREZ, G., M. 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México, CECSA. 293 p.
9. ROCA, W.M. 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas recalcitrantes. Cali, Col., CIAT. 39 p.
10. SCHUCHARD, T. s.f. Secado en el laboratorio. República Federal de Alemania, Merck. 48 p.

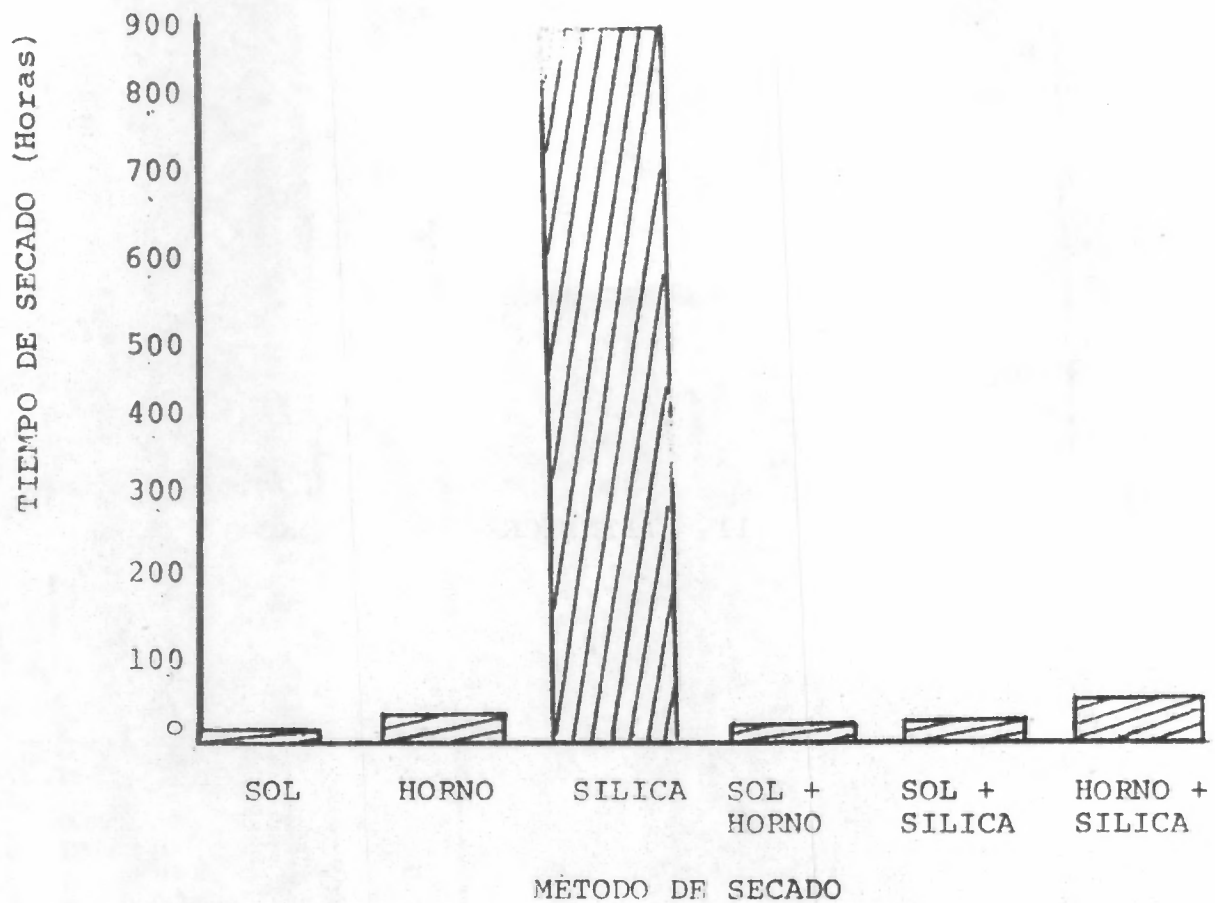
*Vo. Bo.*

*Petrucci*

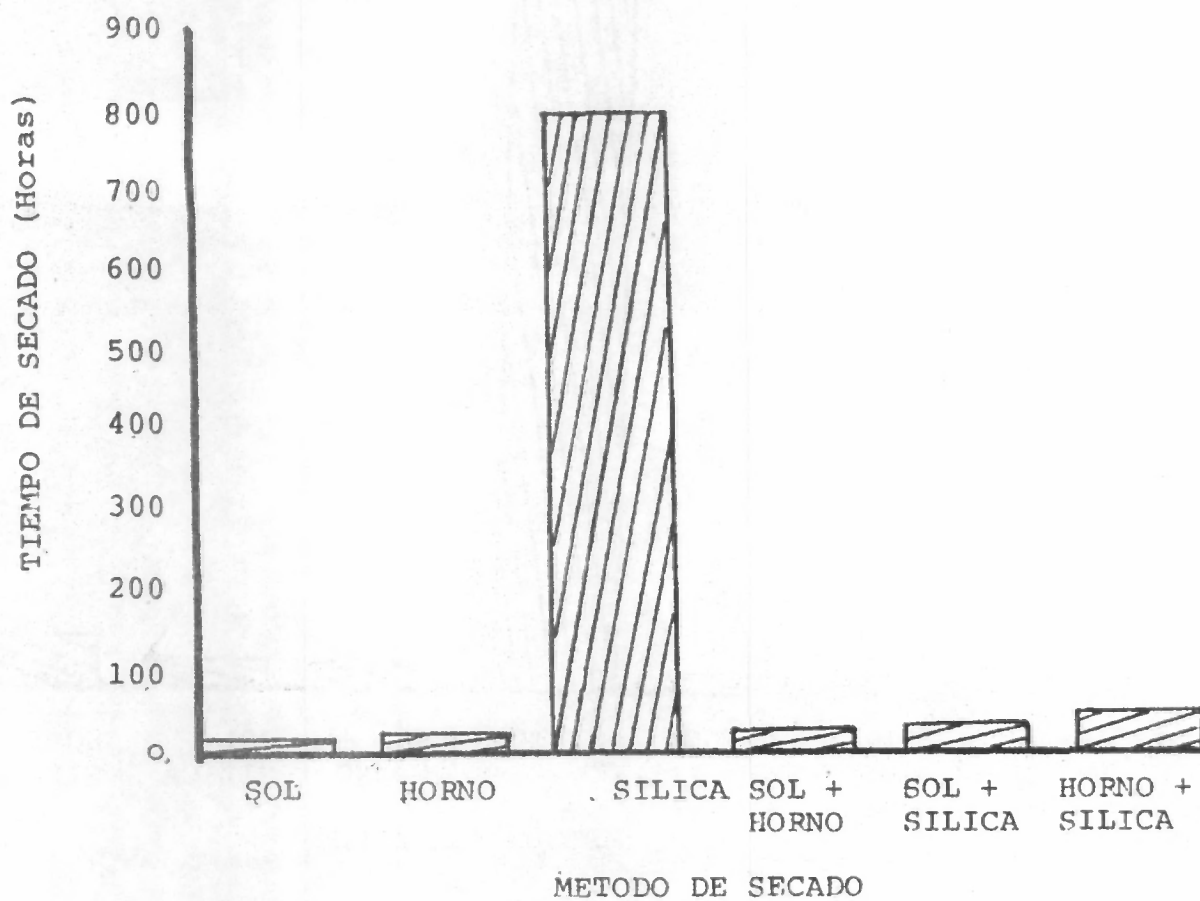




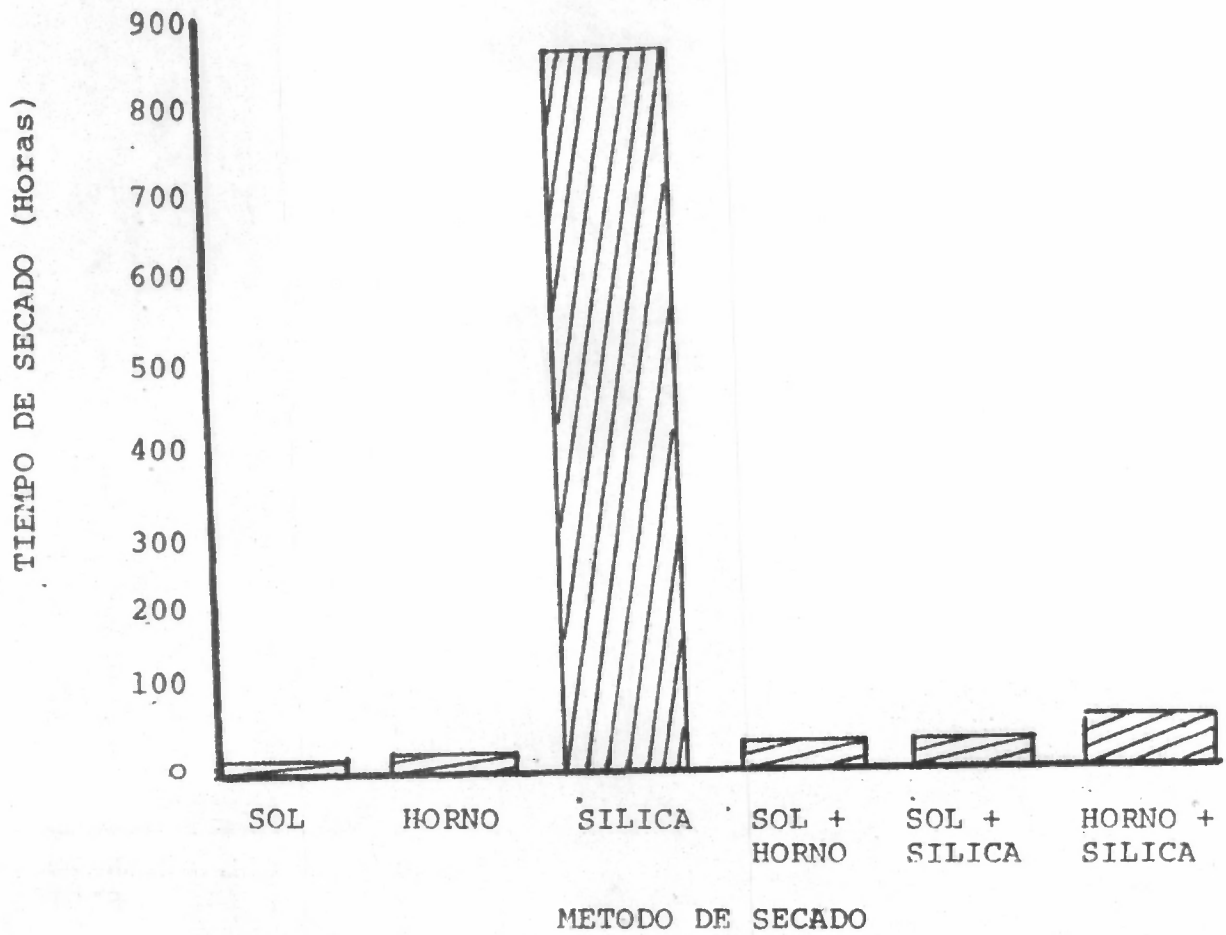
11. APENDICE



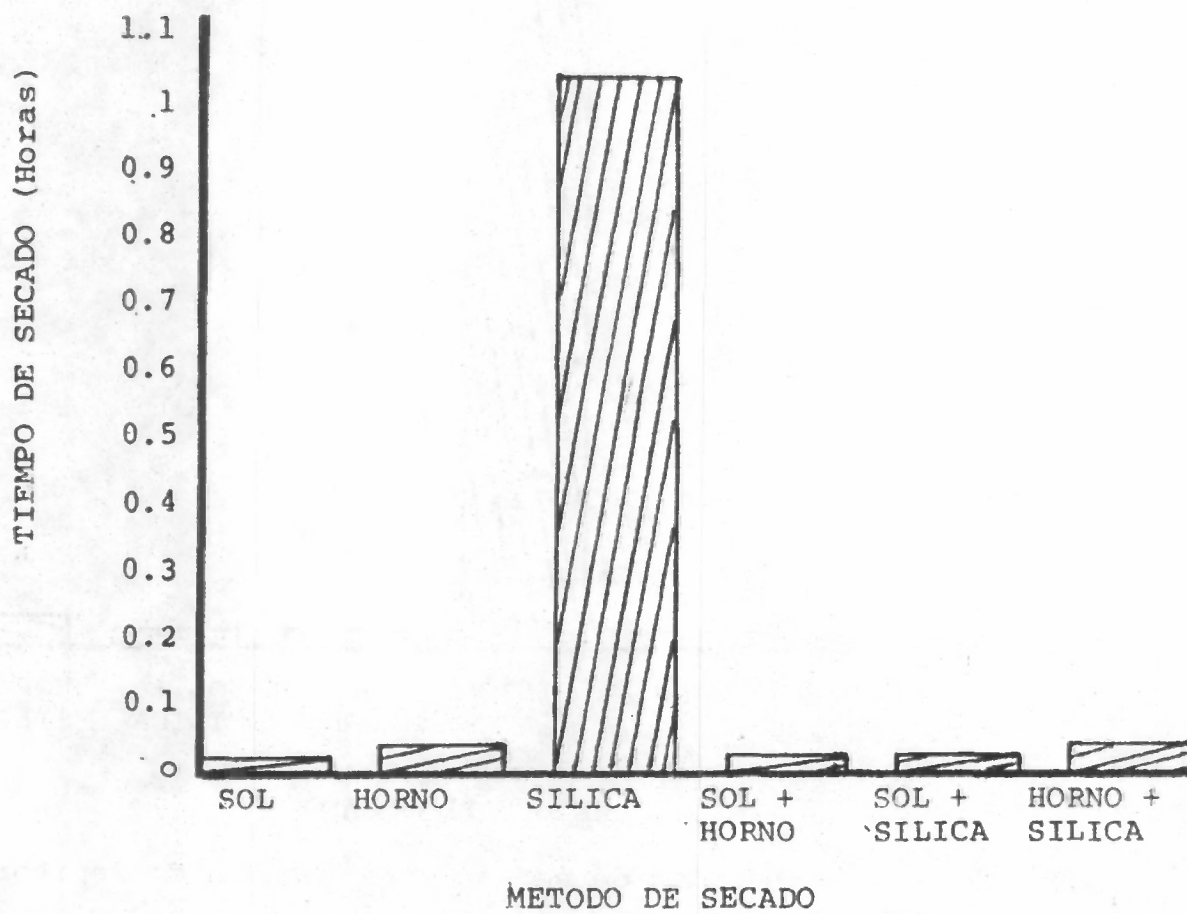
GRAFICA No. 1. Métodos de secado para semilla de  
Chipilín. (Crotalaria spp)



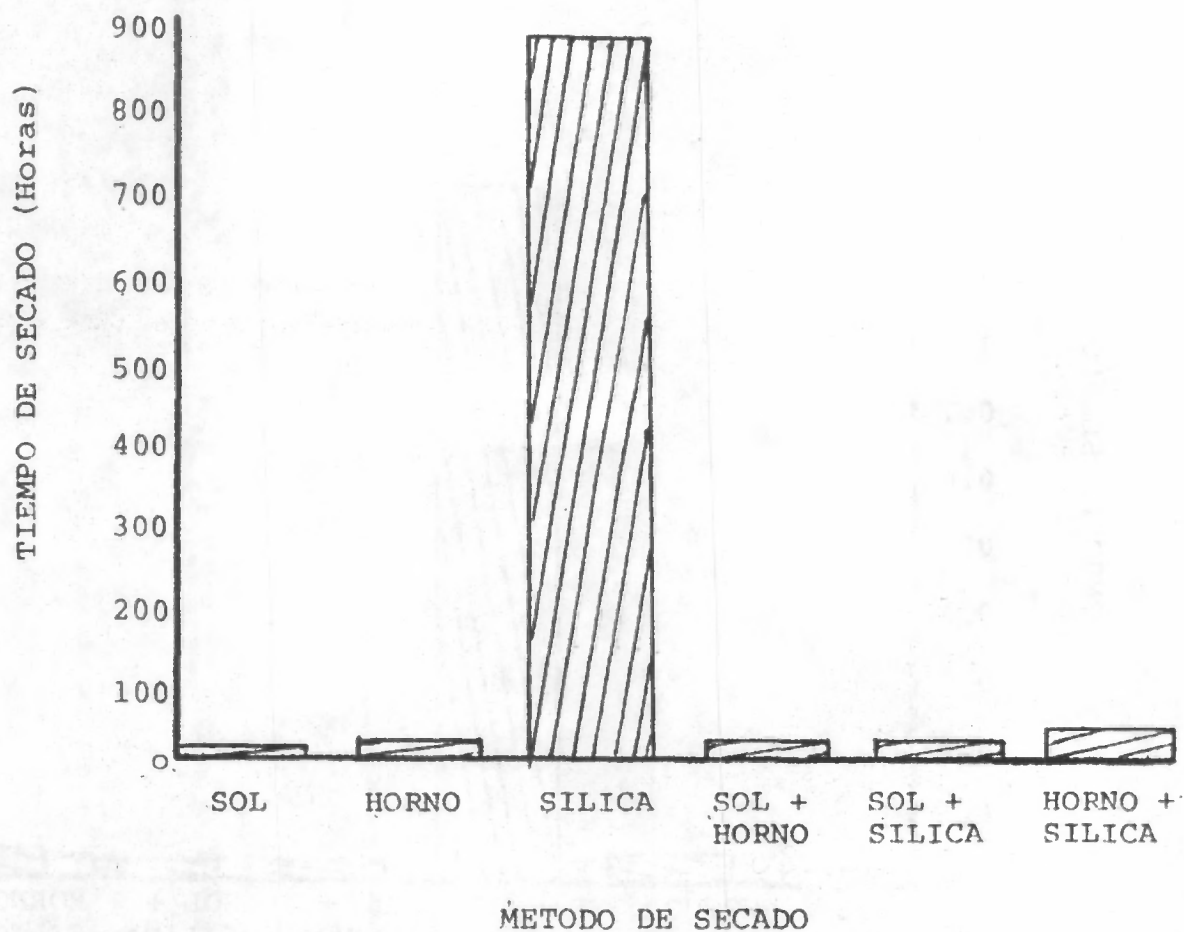
GRAFICA No. 2. Métodos de secado para semilla de ayote  
(Cucurbita spp.)



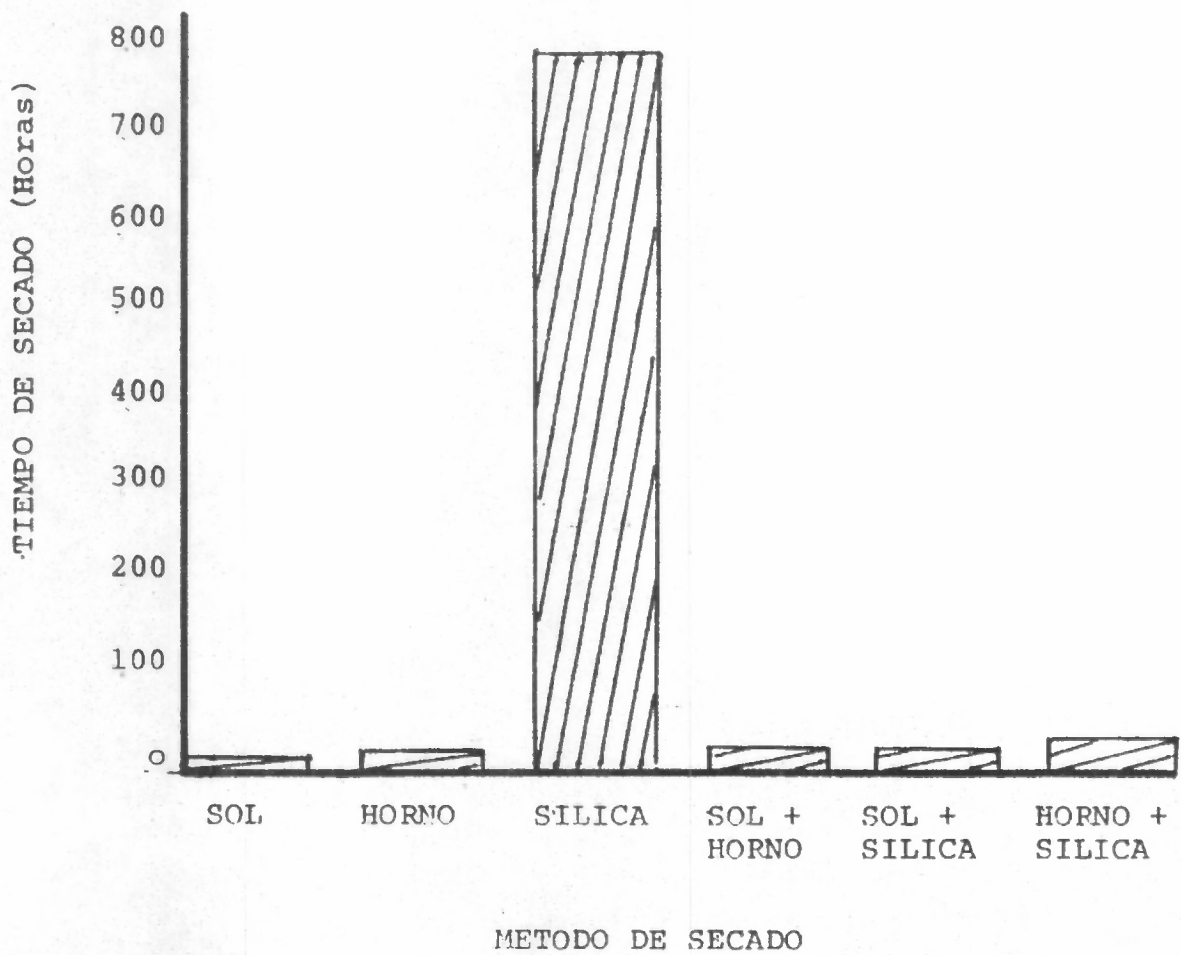
GRAFICA No. 3. Métodos de secado para semilla de guicoy  
(Cucurbita spp.)



GRAFICA No. 5 Métodos de secado para semilla de Bledo.  
(Amaranthus spp.)



GRAFICA No. 4. Métodos de secado para semilla de Pepitoria  
(Cucurbita spp.)



GRAFICA No. 6. Método de secado para semilla de chile  
(Capsicum spp.)





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO SOBRE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA EL SECAMIENTO DE SEMILLAS DE Amaranthus spp., Cucurbita spp., Capsicum spp., Crotalaria spp., PARA SU CONSERVACION A MEDIANO Y LARGO PLAZO."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: OTONIEL MANRIQUE HERRERA REYES

CARNET NO: 84-15466

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Licenciado Jorge Solis e Ingeniero Agrónomo Gustavo Méndez.

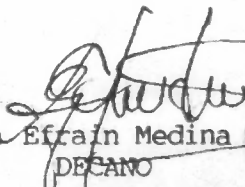
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr.   
ASESOR

A UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

  
Dr. Luis Mejía de León  
DIRECTOR DEL IIA

IMPRIMASE:

Ing. Agr.   
DECANO



/sler.