

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**"EFECTOS DE LA APLICACION DE BROMURO DE METILO  
(BrCH<sub>3</sub>), EN LA GERMINACION Y VIGOR DE SEMILLA  
CERTIFICADA DE MAIZ (*Zea mays*, L.)"**

**Tesis**

**Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía**

**de la**

**Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC**

**Por**

**EDGAR RUBEN SANTIAGO LOPEZ**

**En el Acto de investidura como**

**INGENIERO AGRONOMO**

**En el grado académico de**

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

**Guatemala, Septiembre de 1981.**

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central**

01  
T (623)  
c 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector en Funciones

LIC. MARIO DARY RIVERA.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal Primero	Ing. Agr. Carlos O. Arjona
Vocal Segundo	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal Tercero	Ing. Agr. Fernando Vargas N.
Vocal Cuarto	Br. Roberto Morales
Vocal Quinto	Br. Carlos Orozco
Secretario, a.i.	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador	Ing. Agr. Juan José Gutiérrez G.
Examinador	Ing. Agr. Hugo Antonio Tobias
Secretario	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

Guatemala,  
23 de junio de 1981

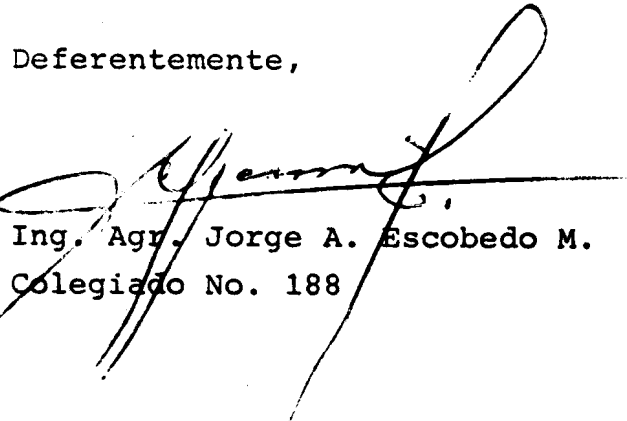
Decano  
Dr. Antonio Sandoval Sagastume  
Facultad de Agronomía  
SU DESPACHO

Señor Decano:

Por este medio me dirijo a usted para manifestarle--  
que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado:  
"EFECTOS DE LA APLICACION DE BROMURO DE METILO ( $\text{BrCH}_3$ ), -  
EN LA GERMINACION Y VIGOR DE SEMILLA CERTIFICADA DE MAIZ-  
(*Zea mays*, L.), efectuado por el estudiante Edgar Rubén -  
Santiago López.

Dicho trabajo de investigación cumple con los requi-  
sitos establecidos por los reglamentos respectivos para -  
su aprobación, y al mismo tiempo constituye una contribu-  
ción al estudio e introducción de semillas mejoras, libres  
de plagas y enfermedades al país.

Deferentemente,



Ing. Agr. Jorge A. Escobedo M.  
Colegiado No. 188

Guatemala,  
23 de junio de 1981

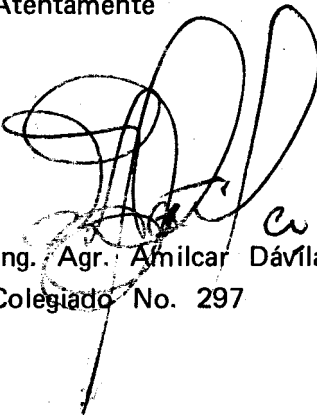
Señor  
Dr. Antonio Sandoval Sagastume  
Facultad de Agronomía  
Ciudad Universitaria

Señor Decano:

Por medio de la presente deseo manifestarle, que he asesorado el trabajo de tesis de grado del estudiante Edgar Rubén Santiago López, para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Dicho trabajo titulado "EFECTOS DE LA APLICACION DE BROMURO DE METILO ( $\text{Br CH}_3$ ) EN LA GERMINACION Y VIGOR DE SEMILLA CERTIFICADA DE MAIZ (*Zea mays*, L.)", ha sido revisado y discutido satisfactoriamente, y en mi opinión lleva los requisitos para su aprobación.

Atentamente



Ing. Agr. Amilcar Dávila M.  
Colegiado No. 297

Guatemala,  
23 de junio de 1918

Honorable Junta Directiva  
De la Facultad de Agronomía  
Ciudad Universitaria

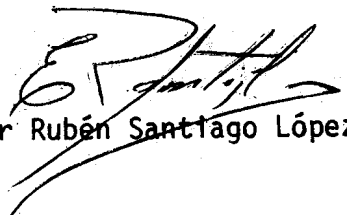
Honorable Tribunal Examinador:

De conformidad con lo establecido por los Estatutos que rigen la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el alto honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EFECTOS DE LA APLICACION DEL BROMURO DE METILO ( $\text{BrCH}_3$ ), EN LA GERMINACION Y VIGOR DE SEMILLA CERTIFICADA DE MAIZ (*Zea mays*, L.)".

Cumpliendo así con el requisito previo a optar el título de -- INGENIERO AGRONOMO, en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS, el cual espero merezca vuestra aprobación.

Deferentemente,



Edgar Rubén Santiago López.

T E S I S Q U E D E D I C O

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA FITOSANIDAD NACIONAL Y DE LA REGION DEL OIRSA

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

RUBEN ANTONIO SANTIAGO (Q.E.P.D)

OFELIA LOPEZ MORALES

A MI PADRE ADOPTIVO

ENRIQUE SOLARES

A MI ESPOSA

RUTH EUGENIA CHIU DE SANTIAGO

A MIS HIJOS

EDGAR RAUL Y MARIA JOSE

A MIS HERMANOS

A LA FAMILIA

CHIU LOPEZ

A LA FAMILIA

ALVARADO CASTILLO

A LA FAMILIA

PALACIOS ROJAS

A MIS AMIGOS.

## A G R A D E C I M I E N T O

DEJO CONSTANCIA DE MI AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO DE TESIS EN ESPECIAL A:

LOS INGENIEROS AGRONOMOS JORGE A. ESCOBEDO M.; JEFE DEL DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL Y CUARENTENA, Y AMILCAR DAVILA M.; JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL Y CERTIFICACION DE SEMILLAS DE LA DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS, POR SU COLABORACION Y ACERTADA ORIENTACION EN EL ASESORAMIENTO DE ESTA TESIS.

AL ING. AGR. HUMBERTO CASTAÑEDA, POR SU COLABORACION EN LA REVISION DEL PRESENTE ESTUDIO.

A TODO EL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA.



## I N D I C E

	PAG.
I	RESUMEN . . . . . 2
II	INTRODUCCION . . . . . 3
III	JUSTIFICACIONES . . . . . 5
IV	DEFINICION DEL PROBLEMA . . . . . 6
V	OBJETIVOS . . . . . 7
VI	HIPOTESIS . . . . . 8
VII	REVISION DE LITERATURA . . . . . 9
VIII	MATERIALES Y METODOS . . . . .
	VIII.1 UBICACION DEL EXPERIMENTO . . . . . 14
	VIII.1.A. ETAPAS DEL EXPERIMENTO . . . . . 14
	VIII.1.B. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL CUYUTA.. . . . 14
	VIII.2. MATERIALES . . . . . 15
	VIII.3. METODOS . . . . . 16
	VIII.3.A. ETAPA DE LABORATORIO . . . . . 16
	VIII.3.A.a. TRATAMIENTOS . . . . . 16
	VIII.3.A.b. REPETICIONES . . . . . 16
	VIII.3.A.c. DATOS TOMADOS . . . . . 16
	VIII.3.A.d. DISEÑO EXPERIMENTAL . . . . . 17
	VIII.3.B. ETAPA DE CAMPO . . . . . 17
	VIII.3.B.a. TRATAMIENTOS . . . . . 17
	VIII.3.B.b. REPETICIONES . . . . . 17
	VIII.3.B.c. DATOS TOMADOS . . . . . 18
	VIII.3.B.d. DISEÑO EXPERIMENTAL . . . . . 18
IX	RESULTADOS . . . . . 19
X	CONCLUSIONES . . . . . 20
XI	RECOMENDACIONES . . . . . 21
XII	BIBLIOGRAFIA . . . . . 34

LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS

- No. 1      TRATAMIENTOS USADOS EN EL EXPERIMENTO.
- No. 2      TRATAMIENTOS PARA EL ANALISIS DE CAMPO.
- No. 3      ESCALA DE VIGOR.

ANEXO

- GRAFICA:    DISTRIBUCION DE PARCELAS EN EL CAMPO.
- No. 4      PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL LABORATORIO.
- No. 5      DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL LABORATORIO.
- No. 6      ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL LABORATORIO.
- No. 7      PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL CAMPO.
- No. 8      DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL CAMPO.
- No. 9      ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL CAMPO.
- No. 10     NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES POR -- TRATAMIENTO: A LOS DIEZ DIAS DE SEMBRADA LA SEMILLA DE MAIZ.
- No. 11     NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES POR -- TRATAMIENTO; A LOS QUINCE DIAS DE SEMBRADA LA SEMILLA DE MAIZ.
- No. 12     NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES POR -- TRATAMIENTO; A LOS VEINTE DIAS DE SEMBRADA LA SEMILLA DE MAIZ.
- No. 13     NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES POR -- TRATAMIENTO; A LOS VEINTICINCO DIAS DE SEMBRADA LA SEMILLA DE MAIZ.
- No. 14     NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES POR -- TRATAMIENTO; A LOS TREINTA DIAS DE SEMBRADA LA SEMILLA DE MAIZ.

EFFECTOS DE LA APLICACION DE BROMURO DE METILO  
( $\text{BrCH}_3$ ), EN LA GERMINACION Y VIGOR DE SEMILLA  
CERTIFICADA DE MAIZ (*Zea mays*, L.).

I

## R E S U M E N

El presente trabajo sobre "EFECTOS DE LA APLICACION DE BROMURO DE METILO ( $\text{BrCH}_3$ ) EN LA GERMINACION Y VIGOR DE SEMILLA CERTIFICADA-DE MAIZ (*Zea mays*, L.) se realizó en tres etapas:

- I.1 Aplicación de Bromuro de Metilo en cámara hermética, perteneciente a INDECA, localizada en los silos de la misma institución, en la zona 12 de la ciudad de Guatemala.
- I.2 La determinación de la germinación de la semilla en el laboratorio del Departamento de Control y Certificación de Semillas, DIGESA.
- I.3 Siembra directa en el campo, en la estación experimental del ICTA "CUYUTA", situada en el municipio de Masagua del departamento de Escuintla.

Se utilizó semilla híbrida de maíz procedente de la República de El Salvador, se emplearon tres dosis las cuales fueron: una, dos y tres libras de Bromuro de Metilo por mil pies cúbicos con una exposición de 24 horas; realizándose el análisis de varianza a los datos de germinación obtenida, para evaluar su efecto. Estos análisis revelaron que no hubo diferencia estadística significativa en ninguna de las aplicaciones.

En base a los resultados obtenidos se recomienda: Que puede utilizarse el Bromuro de Metilo en la dosis sugeridas por OIRSA- PNUD/FAO/RLA/0.50 en dictámen No. PL 13/9 Guatemala. Fechado el 12 de marzo de 1980, que obra en los archivos del Departamento de Sanidad Vegetal y Cuarentena del Ministerio de Agricultura de Guatemala. Para el Control de Uredosporas de la Roya del Cafeto — que se adhieran a las semillas, sin dañar la germinación y vigor de las plantas de maíz.

## II

## I N T R O D U C C I O N

El maíz constituye el principal cultivo para la dieta alimenticia de la mayor parte de la población guatemalteca, no obstante esta importancia, la producción nacional no satisface la demanda, debido a un sin número de factores entre los cuales se puede mencionar: deficiente control de plagas y enfermedades en pre-cosecha y post-cosecha; uso de semilla mejorada, área de cultivo en zonas marginales y en resumen falta de tecnología apropiada.

El contenido del presente estudio se vincula con el factor uso de semilla mejorada, la cual es importante en un 50% por carecer -- Guatemala de suficiente producción para auto abastecerse. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones tendientes a prevenir el ingreso de plagas y/o enfermedades exóticas que vengan a ocasionar mayores daños en el cultivo, ya como hospederas directas, o como portadores para otros cultivos.

Conscientes de la importancia que tienen los medios preventivos en la reducción de los daños causados por plagas y enfermedades en la agricultura, se establecen entre otras aplicaciones de pesticidas de amplio espectro que sean inocuos para los vegetales y sus sub-productos.

Con el apareamiento de la Roya del Cafeto Hemileia vastatrix Berk & Br. en 1976 en la república de Nicaragua y en 1979 en la república de El Salvador, las autoridades guatemaltecas contando con la asesoría de Organismos internacionales regionales como OIRSA y el proyecto FAO/PNUD "Reforzamiento Cuarentenario" prohibieron la importación de semilla de maíz, por el efecto de que el fumigante Bromuro de Metilo empleado como tratamiento profiláctico en la "Cuarentena Parcial" tuviese sobre la germinación y/o vigor de la semilla de maíz tratada.

Por lo antes expuesto y por la demanda que las semillas prove -- nientes de la república de El Salvador H-3 y H-5 tienen en el mercado local se encomendó al CIRSA y a FAO que determinará, en su carácter -- de Asesores Internacionales, la magnitud del daño que los tratamien-- tos citados pudiesen tener; por otro lado el Ministerio de Agricultu-- ra a través de los departamentos de Sanidad Vegetal y Cuarentena y -- Control y Certificación de Semillas de la Dirección General de Servi-- cios Agrícolas realizó la misma investigación, utilizando materiales, métodos e infraestructura locales para contar con parámetros válidos que garantizarán la funcionalidad del tratamiento, a las dosis reco-- mendadas por los organismos asesores. Los resultados por su importan-- cia son complementados y presentados en este estudio.

## III

## J U S T I F I C A C I O N E S

A partir de enero de 1979, ante la aparición de Roya del cafeto en la república de El Salvador, el Ministro de Agricultura decidió cerrar sus fronteras a las semillas provenientes de este país, hasta verificar el efecto que el fumigante Bromuro de Metilo manifiesta sobre el vigor y germinación de semilla expuesta, toda vez que a partir de esa fecha - cualquier embarque que atraviesa la frontera es fumigada con dicho producto en dosis de 3 libras por 1000 pies cúbicos. Esta situación dio lugar a que se investigara utilizando el método científico la interrogante planteada. Toda vez que se considera de vital importancia el flujo de semilla proveniente del vecino país, en vista que estimaciones de su uso indican que el 40% de la utilizada en Guatemala proviene de El Salvador y su impacto es importante en la agricultura del país.

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA y el proyecto de reforzamiento cuarentenario de FAO/PNUD ratificaron el 100% de eficiencia del fumigante Bromuro de Metilo en la Obstrucción de la germinación de las uredosporas de la Roya del cafeto, a una dosis en tres lbs. de Bromuro de Metilo ( $\text{BrCh}_3$ ) por mil pies cúbicos durante seis horas de exposición a una temperatura promedio de 30 a 40 grados centígrados.

El interés primordial que lleva a la ejecución del presente trabajo es comprobar los efectos que causa el Bromuro de Metilo como tratamiento preventivo, contra la Roya del cafeto en la germinación de la semilla de maíz y su efecto posterior en el vigor de crecimiento de las plantas. Los resultados obtenidos permitirán la apertura o no de la frontera para el ingreso de dicha semilla al país, así como el evitar pérdidas en la producción a los agricultores que la utilicen.

## IV

DEFINICION DEL PROBLEMA

DETERMINAR LOS EFECTOS DE LA APLICACION DE BROMURO DE METILO ( $\text{BrCH}_3$ ) EN LA GERMINACION Y VIGOR DE LA SEMILLA CERTIFICADA DE MAIZ (Zea -- mayz).

PARA ESTE CASO, SE COMPROBO EL EFECTO CAUSADO CON DIFERENTES DOSIS - EN UN PERIODO DE VEINTICUATRO HORAS DE EXPOSICION CON DICHO FUMIGANTE BROMURO DE METILO ( $\text{BrCH}_3$ ).



V

OBJETIVOS

## V.1. GENERALES

- Evitar pérdidas económicas, por germinación y vigor deficiente en las siembras del agricultor.
- Utilización eficiente de tratamientos de semillas en las aduanas, para evitar el ingreso de enfermedades cuarentenadas.
- Obtener información científica del uso de Bromuro de Metilo -- para control de enfermedades exóticas.

## V.2. ESPECIFICOS

- Comprobación del daño causado por aplicaciones de Bromuro de Metilo, en la germinación de semillas de maíz.
- Determinación del vigor de las plantas de maíz, cuando se les aplicó Bromuro de Metilo, en dosis de una, dos y tres libras - en mil pies cúbicos durante 24 horas.

VI

HIPOTESIS

EL USO DE BROMURO DE METILO EN SEMILLA CERTIFICADA DE MAIZ, NO DAÑA  
LA GERMINACION Y EL VIGOR

## VII

REVISION DE LITERATURA

## DEFINICION DE SEMILLA CERTIFICADA

"Es aquella producida a partir de materiales mejorados de origen conocido y suficientemente probados en el campo. La semilla es inspeccionada durante el cultivo, la cosecha, el beneficio y el almacenamiento, dando como resultado una semilla que es garantía de buena calidad" (9).

El Manual de Análisis de Calidad de Semillas (7); define la germinación como: "El brote y desarrollo de las estructuras especiales del embrión con capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables, expresada en porcentaje de semilla pura de la clase considerada, que produce plantitas normales.

El manual anteriormente citado (7) menciona el ORIGEN DE LAS SEMILLAS, diciendo que las cosechas de éstas que se producen en una área dada, tienen características que son el resultado del medio, según lo determina la temperatura, la precipitación pluvial y la altitud. A menudo se cultivan ciertas variedades con exclusión de otras, debido a su adaptabilidad a las condiciones locales; en algunos casos las plantitas de semillero cultivadas que se producen en una región, pueden ser susceptibles a algunas enfermedades que sea n común en otra, y a la inversa, en ciertas áreas puede haber enfermedades que serían perjudiciales si se introdujeran en otras regiones. Debido a todos estos factores, es muy importante conocer el origen de ciertas semillas de siembra.

Se argumenta también que las semillas son huéspedes y portadores de organismos que causan enfermedades y daños. Los microorganismos - que producen enfermedades que se propagan en las semillas pueden clasificarse como sigue:

- |           |              |          |
|-----------|--------------|----------|
| 1. HONGOS | 2. BACTERIAS | 3. VIRUS |
|-----------|--------------|----------|

Los nemátodos o insectos pueden causar también daños y condiciones patogénicas. Los hongos que producen enfermedades en las plantas pueden encontrarse presentes en forma vegetativa como Micelios dentro de las semillas, o pueden hallarse en el exterior de las mismas como Esporas. OIRSA (2) dice que los fumigantes son sustancias químicas que desprenden gases tóxicos. La selección del fumigantes adecuado - depende de varios factores además de su toxicidad para los insectos.

- A) No debe arruinar los productos a los que se aplica ni a los objetos que rodean.
- B) No debe dejar residuos tóxicos para los humanos, ni olor o sabores desagradables cuando se usa en productos alimenticios.
- C) Su costo debe ser menor que el daño que causarían las plagas si no se controla.
- D) Su presión de vapor o velocidad de evaporación, debe ser adecuada así como su habilidad para penetrar los objetos fumigados y finalmente;
- E) No debe ser absorbido por éstos, y tener buena estabilidad química.

La aplicación del fumigante se hace siempre en espacios cerrados (casa, bodegas, graneros, barcos, cámaras, etc.), que deben ser lo su ficientemente herméticos para evitar la pérdida innecesaria de los vapores, por lo cual deben sellarse hasta donde sea posible, todas las aberturas.

Para que una fumigación sea efectiva y económica, debe obtenerse una distribución uniforme de vapores. Algunos de éstos son más livianos que el aire y tienden a concentrarse en las partes superiores. Otros más pesados que el aire, tienden a concentrarse en la parte interior. Este problema puede solucionarse fácilmente provocando el movimiento del aire dentro del espacio, por medio de ventiladores que mezclan bien el fumigante con el aire, evitando estratificaciones.

Sigue diciendo que el Bromuro de Metilo es un gas incoloro y casi sin olor, cuyos vapores son tres veces más pesados que el aire y no es inflamable, pudiendo incluso usarse como extinguidor de incendios.

El Bromuro de Metilo es tóxico para los seres humanos, teniendo a ese respecto presente que la falta de olor no dá aviso de su presencia, por lo que a veces se agrega una cantidad de Cloropicrina, cuya acción irritante en los ojos y mucosas sirve de aviso. El envenenamiento con Bromuro de Metilo, puede presentarse después de varias horas de haber absorbido pero generalmente su efecto es inmediato. Cuando hay peligro de exposición al gas, debe usarse máscaras contra gases.

Es uno de los fumigantes más empleados, pués además de su toxicidad alta para los insectos y patógenos, es químicamente estable, poco soluble en agua, no deja olor, sabor, ni residuos peligrosos en los alimentos. Es además fácil de aplicar ya que se licúa bajo presión, evaporándose rápidamente al disminuirse ésta.

Feistritzer (3) afirma que: cuando fallan todas las precauciones, como último recurso puede recurrirse a la fumigación de la semilla, pero la fumigación de la semilla siempre es perjudicial, ya que un fumigante que es tóxico para los insectos, lo es también para la semilla. Los daños a la semilla no serán grandes si el contenido de humedad de la misma es inferior al 14 por ciento y la temperatura en almacenamiento es menor de 30°C.

La fumigación repetida viene a acumular sus perjuicios en la semilla. Conservar la semilla con un contenido de humedad inferior al 9 -- por ciento a fin de que la mayor parte de las especies de insectos no pueda multiplicarse, es un método mucho más seguro de mantenerla libre de insectos que fumigandola repetidamente con un contenido de humedad superior.

De nada sirve matar los insectos, si se destruye al mismo tiempo-- la germinación.

Citando a Parkin, Feistritz (5) nos dice que: Para todos los -- fumigantes, hay un margen relativamente pequeño de seguridad entre la dosis tóxica para los insectos y la que producirá la pérdida de germinación o vigor en la semilla.

Los fumigantes razonablemente inocuos a temperaturas por debajo de los 30°C y con una humedad de la semilla inferior al 12 por ciento son los siguientes:

DOSIS:	PERIODO DE EXPOSICION
Bromuro de Metilo 16-32 Mg por litro .....	24 horas
Cianuro de Hidrógeno 32-64 Mg por litro .....	" "
Fosforo de Hidrógeno 5-10 tabletas por tonelada	
métrica de semilla (Fostoxín, fosfina) .....	3-7 días

El manual de Fumigación Contra Insectos (9) indica que: El Bromuro de Metilo se emplea como fumigante para las semillas, debido a su facultad de penetrar en grandes montones de sacos y bolsas, en algunas -- circunstancias sin embargo, el tratamiento con este fumigante a veces -- hace que la germinación se retarde o que se dañe la vitalidad de plantas jóvenes.

Investigaciones intensivas efectuadas en los últimos años, han --- puesto de manifiesto que el daño producido a la germinación y el retraso del desarrollo de las plantitas de vivero tienen una relación directa con la temperatura anormalmente alta, la dosis del fumigante, el tipo de exposición y la humedad y contenido de aceite de la semilla.

Puede llegarse a la conclusión de que cuando las semillas estén bastante secas para poderlas almacenar con seguridad y no están sometidas a temperaturas innecesariamente elevadas, las dosis y los períodos de exposición serán adecuados para combatir los insectos y probablemente no se producirá daño alguno a las semillas. Se debe a Blackith y Lubatti (--- 1965) una máxima general útil relativa al Bromuro de Metilo:

"CUANDO LAS SEMILLAS ESTAN LO BASTANTE SECAS PARA ALMACENAR, LO ESTAN -- TAMBIEN PARA FUMIGARLAS".

Debe evitarse en lo posible el repetir la fumigación con Bromuro de Metilo de un lote dado de semilla, se ha demostrado que la fumigación repetida puede ser una variable dependiente por que, con algunas semillas-- después de dos fumigaciones con Bromuro de Metilo, solamente se produjo un daño mayor que en los casos en que se señaló daño después de una fumigación (Strong y Lindgren, 1959).

Si se piensa repetir un tratamiento, se sugiere la realización de -- ensayos de germinación para determinar si se ha infringido daño durante - el primer tratamiento.

Cuando se observe un daño importante, habrá que utilizar otro fumi-- gante u otro método para combatir los insectos, y/o enfermedades.

## VIII

MATERIALES Y METODOS

## VIII.1. UBICACION DEL EXPERIMENTO.

## VIII.1.A. ETAPAS DEL EXPERIMENTO.

- El tratamiento de la semilla se efectuó en cámara especial - perteneciente a INDECA, localizada en los silos de la misma Institución en la zona 12, ciudad de Guatemala.
- Para la determinación de la germinación de la semilla se utilizó el laboratorio del Departamento de Control y certificación de semillas, DIGESA, localizado en 12 av. 19-01, zona 1 ciudad de Guatemala.
- La siembra directa en el campo, se realizó en la estación Experimental CUYUTA, situada en el municipio de Masagua del departamento de Escuintla, Guatemala.  
Habiendo proporcionado el terreno el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

## VIII.B. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL CUYUTA.

- SUELOS: La estación de Cuyuta se encuentra enmarcada dentro de la serie de suelos TIQUISATE; siendo estos bien drenados, profundos, y con textura franca. Estos suelos son propicios para bosques tropicales y deciduos.

## PERFIL DEL SUELO:

- En la mayoría de los lugares la superficie tiene una capa de 2 a 5 centímetros de espesor, de hojas y ramitas parcialmente descompuestas.
- Suelo superficial, a una profundidad de 35 centímetros, es franco; el contenido de materia orgánica es de 5 a 10 por ciento con estructura granular poco desarrollada.



- El suelo, a una profundidad aproximada de 70 centímetros,-- es franco, o franco arenoso,
  - El subsuelo más profundo, a un metro más o menos y es arena franca de color claro.
  - El substrato es arena café amarillenta o café gricacea.
- TOPOGRAFIA: Conformada en su mayoría por relieve casi plano.
- CLIMA: El clima está caracterizado por dos estaciones; severamente seca y muy húmeda. La realización de este -- trabajo coincidió con la estación de sequía, empleándose riego artificial para dar las condiciones adecuadas de humedad a la semilla y a la planta en sí.
- La temperatura promedio para el mes de marzo fue de 32 grados centígrados ( 8).

#### VIII.8. MATERIALES:

Los materiales usados fueron:

- Semilla certificada de maíz "Hibrido H-5" (Salvadoreño).
- Bromuro de Metilo 98% y 2% de cloripicrina.
- Cámara de tratamiento hermética y construída de concreto y-puerta de metal con alimentación de aire por tubería dirigida por ventilador con aspas de 30 cms.
- Aplicadores de Bromuro de Metilo.
- Bolsas de papel para envasar la semilla.
- Laboratorio de semillas de Digesa, utilizándose un germinador marca SEED BURG de 14 bandejas.

- Estacas de madera, pitas y demas aperos de labranza en el campo donde se comprobó la germinación y vigor de las plantas.

### VIII.3. METODOS

#### VIII.3.A. Etapa de Laboratorio

##### VIII.3.A.a. Tratamientos

Se utilizaron tres dosis de Bromuro de Metilo y dos formas de tratamiento de semilla, un testigo sin tratamiento de Bromuro de Metilo, lo que nos proporciona nueve -- tratamientos, dados en el cuadro No. 1.

CUADRO No. 1

#### TRATAMIENTOS USADOS EN EL EXPERIMENTOS

Tratamientos		
No. ORDEN	Lbs. BrCH <sub>3</sub> /1000 pies <sup>3</sup> / 24 horas	FORMA DE TRATAMIENTO
1	1	Bolsas de papel
2	1	Granel
3	0	Testigo
4	2	Bolsas de papel
5	2	Granel
6	0	Testigo
7	3	Bolsas de papel
8	3	Granel
9	0	Testigo

##### VIII.3.A.b. Repeticiones

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, con un total de 36-parcelas experimentales de cien semillas cada una.

##### VIII.3.A.c. Datos Tomados

El porcentaje de germinación es la medida que determina la eficiencia de los tratamientos; puede verse en el cuadro No. 4 los datos ya convertidos para efectuar el análisis estadístico correspondiente.

VIII.3.A.d. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental "IRRESTRICTO AZAR" con 9 tratamientos y 4 repeticiones.

VIII.3.B. Etapa de CampoVIII.3.B.a. Tratamientos

En base a las aplicaciones de Bromuro de Metilo en la cámara de fumigación se procedió a formar 8 tratamientos, - los que se describen en el cuadro No.2

CUADRO No. 2

## TRATAMIENTOS PARA EL ANALISIS DE CAMPO

Tratamientos	Niveles		Tratamiento
	Lbs. BrCH <sub>3</sub> /1000 pies	/24 horas	
1	0		Granel
2	1		Granel
3	2		Granel
4	3		Granel
5	0		Bolsas de - papel
6	1		Bolsas de - papel
7	2		Bolsas de - papel
8	3		Bolsas de - papel

VIII.3.B.b. Repeticiones

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones con un total de 32 -- parcelas experimentales. Cada parcela experimental (repetición) de 3.75 Mts. de ancho y 8 mets. de largo, con una distancia entre surco de 0.75 mts. y 0.25 mts. sobre el -- surco, colocando una semilla por postura.

## VIII.3.B.c Datos tomados

Se tomó el porcentaje de germinación a los 10 días después de la siembra y el vigor de la planta se tomó a los diez, quince, veinte, veinticinco y treinta días después de la siembra, según la escala mostrada en el cuadro No. 3.

CUADRO No. 3  
ESCALA DE VIGOR

I	-----	Altamente vigoroso
II	-----	Vigoroso
III	-----	Medianamente vigoroso
IV	-----	Poco vigoroso
V	-----	Sin vigor

## VIII.3.B.d Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de parcelas divididas, el cual está conformado de la siguiente forma:

- Parcela grande

Tipo envase	1 a granel (G)
	2 Envasado (bolsas de papel) (E)

- Parcela pequeña

Niveles de aplicación:

- 0 lbs. x 1000 p<sup>3</sup> x 24 h. (1)
- 1 lbs. x 1000 p<sup>3</sup> x 24 h. (2)
- 2 lbs. x 1000 p<sup>3</sup> x 24 h. (3)
- 3 lbs. x 1000 p<sup>3</sup> x 24 h. (4)

La distribución puede verse en la gráfica número 1. anexos.

IX " R E S U L T A D O S "

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, de acuerdo al cuadro No. 4 que comprende el porcentaje de germinación obtenido en el laboratorio de semillas, están ya transformados para trabajarlos en una forma más adecuada en el análisis de varianza, sugeridos por el libro de Diseños de Experimentos Agrícolas de Pedro Reyes Castañeda donde podemos darnos cuenta que la germinación fue bastante homogénea y alta, ya que el promedio mayor fue de DOCE PUNTO CINCUENTA (12.50), lo cual nos indica que el promedio menor de germinación fue de OCHENTA Y SIETE PUNTO CINCUENTA (87.50).

Si vemos el cuadro No. 6 que es el análisis de varianza de los datos del cuadro No. 5, nos encontramos con que no se encuentra significancia para ninguna de las fuentes de variación.

Tomando los datos del cuadro No. 8 el cual muestra el porcentaje de germinación que se obtuvo en el campo, están también transformados adecuadamente, pudiéndose trabajar en forma más precisa en el análisis de varianza.

La germinación obtenida fue bastante homogénea y alta ya que el promedio mayor fue ONCE PUNTO VEINTE (11.20) indicándonos esto que el promedio menor de germinación fue de OCHENTA Y OCHO PUNTO OCHENTA (88.80).

Observando los cuadros del número 8 al 12 que son los de apreciación del vigor en el campo, se nota que una gran mayoría en todas las lecturas están contempladas dentro de la escala I o sea vigoroso, las tres siguientes escalas no se apreciaron en las observaciones directas hechas en el campo.

X

"CONCLUSIONES"

En base a los resultados que se muestran en el capítulo anterior se concluye que la aplicación de Bromuro de Metilo ( $\text{Br CH}_3$ ) - en semillas certificadas de maíz tanto a granel como en bolsa a -- las dosis tratadas, no afecta la germinación y vigor de la semilla de maíz en trabajos de laboratorio y campo; observaciones efectuadas hasta los 30 días después de la siembra.

Por lo antes expuesto, se acepta la hipótesis planteada que es: "EL USO DE BROMURO DE METILO ( $\text{Br CH}_3$ ) EN LA SEMILLA CERTIFICADA DE MAIZ NO DAÑA LA GERMINACION Y VIGOR DE LA PLANTA EN LA DOSIS RECOMENDADA POR OIRSA Y PNUD/FAO/RLA/ 0.50 COMO EFECTIVA PARA ANULAR LA GERMINACION DE UREDOSPORAS DE Hemileia Vastatrix Berk & Br.

## II "RECOMENDACIONES"

- A.— Se recomienda el uso de Bromuro de Metilo ( $\text{BrCh}_3$ ) en semilla de maíz a las dosis probadas.
- B.— Se recomienda la utilización de Bromuro de Metilo en tratamientos de semilla de maíz en las Aduanas para evitar el ingreso de enfermedades cuarentenarias, en las dosis de tres libras por mil pies cúbicos durante 24 horas (según OIRSA y PNUD/FA/RLA/0.50 y vigor de las plantas. (4)
- C.— Se recomienda efectuar otras investigaciones sobre el uso de Bromuro de Metilo para el control de otras enfermedades exóticas, ya que hasta el momento únicamente se ha estudiado el control de la Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.)
- D.— Se recomienda efectuar estudios del uso de Bromuro de Metilo en otros granos que sea necesario importar y que son utilizados como semillas.

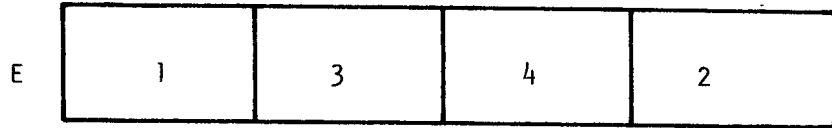
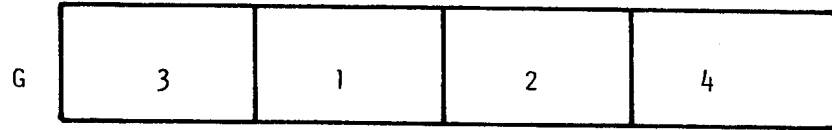
**ANEXO**



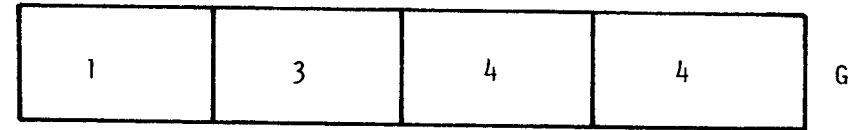
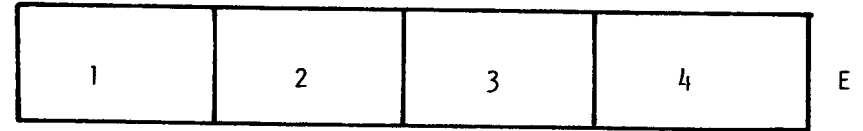
DISTRIBUCION EN EL CAMPO  
DISEÑO ESTADISTICO DE PARCELAS DIVIDIDAS

(22)

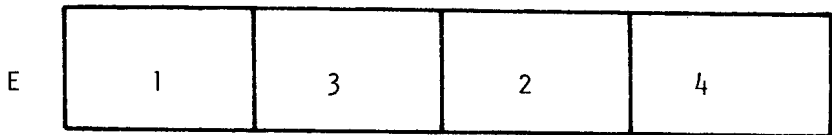
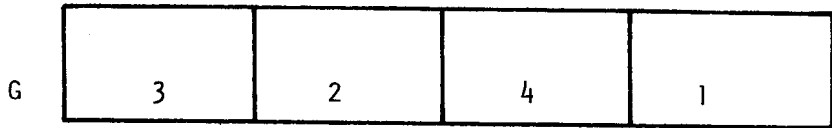
BLOQUE I



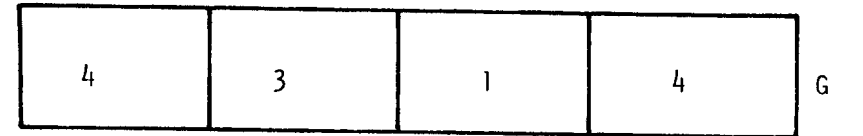
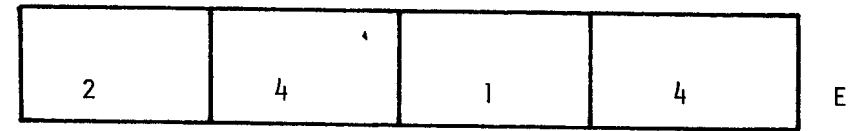
BLOQUE III



BLOQUE II

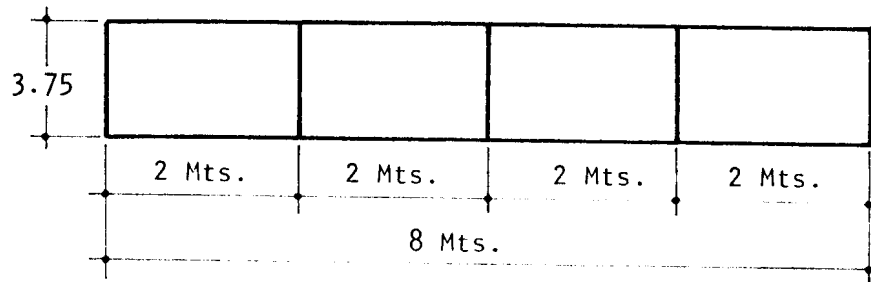


BLOQUE IV



REFERENCIAS

E = Envasado  
G = Granel



1=0 Lbs.  $\text{BrCH}_3/1000\text{p}^3$   
 2=1 " " "  
 3=2 " " "  
 4=3 " " "

CUADRO No. 4

PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL  
LABORATORIO

Tratamientos	B L O Q U E S				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Granel 1	91	91	93	92	367	91.75
Granel 2	90	90	93	89	362	90.50
Granel 3	95	90	96	88	369	92.25
Granel 4	85	96	87	91	359	89.75
Envasado 1	90	86	91	95	362	90.50
Envasado 2	89	90	90	92	361	90.25
Envasado 3	94	90	95	86	365	91.25
Envasado 4	84	93	82	91	350	87.50
Total G	361	367	369	360	1,457	364.25
Total E	357	359	358	364	1,438	359.50
Total G + E	718	726	727	724	2,895	723.75

CUADRO No. 5

DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS  
GERMINADAS EN EL LABORATORIO.

Tratamientos	B L O Q U E S					
	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
Granel 1	9	9	7	8	33	8.25
Granel 2	10	10	7	11	38	9.50
Granel 3	5	10	4	12	31	7.75
Granel 4	15	4	13	9	41	10.25
Envasado 1	10	14	9	5	38	9.50
Envasado 2	11	10	10	8	39	9.75
Envasado 3	6	10	5	14	35	8.75
Envasado 4	16	7	18	9	50	12.50
Total G	39	33	31	40	143	35.75
Total E	43	41	42	36	162	40.50
Total G + E	82	74	73	76	305	76.25

CUADRO No. 6

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL LABORATORIO.

F.V.	G.L.	S C	C M	F Calculada	Significancia
Total	31	367.97	11.87		
Replicas	3	6.10	2.03	0.1297	N.S
Tratamiento	7	33.22	8.46	0.5406	N.S
Bromuro	3	31.35	10.45	0.6677	N.S
Tipo de Envase	1	11.28	11.28	0.7208	N.S
Interacción	3	59.22	19.74	1.2613	N.S
Error	21	328.65	15.65		

CUADRO No. 7

## PORCENTAJE DE PLANTAS GERMINADAS EN EL CAMPO

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Granel 1	90.63	90.63	95.83	93.75	370.83	92.71
Granel 2	86.46	83.33	95.83	89.58	355.20	88.80
Granel 3	89.58	94.79	91.67	88.54	364.58	91.15
Granel 4	93.75	89.58	93.75	89.54	366.62	91.66
Envasado 1	88.54	88.54	92.71	90.63	360.42	90.11
Envasado 2	91.67	92.71	85.42	86.46	356.26	89.10
Envasado 3	90.63	94.79	92.71	85.42	363.54	90.89
Envasado 4	87.50	94.79	88.54	90.63	361.46	90.37
Total G	360.41	358.33	377.08	361.41	1,457.23	364.31
Total E	358.33	370.83	359.38	353.14	1,441.68	360.42
Total G+E	718.74	729.16	736.46	714.55	2,898.91	724.73

CUADRO No. 9

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS  
 CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS  
 GERMINADAS EN EL CAMPO

F.V.	G.L.	S C	C M	F Calcu- lada	Significan- cia
Parcela GE x Parcela dosis	31	324.40	10.46		
Parcela GE	7	104.88	14.98	0.7464	N.S
Bloques	3	37.096	12.37	0.6662	N.S
G E	1	7.56	7.56	0.3767	N.S
Error	3	60.20	20.07		
Dosis	3	30.17	10.06	1.2750	N.S
GE x Dosis	3	47.32	15.77	0.5003	N.S
Error	18	142.03	7.89		

CUADRO No. 8

DATOS CONVERTIDOS DEL PORCENTAJE DE PLANTAS  
GERMINADAS EN EL CAMPO.

Tratamientos	B L O Q U E S					
	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
Granel 1	9.37	9.37	4.17	6.25	29.16	7.29
Granel 2	13.54	16.67	4.17	10.42	44.80	11.20
Granel 3	10.42	5.21	8.33	11.46	35.42	8.86
Granel 4	6.25	10.42	6.25	10.42	33.34	8.34
Envasado 1	11.46	11.46	7.29	9.37	39.58	9.90
Envasado 2	8.33	7.29	14.58	13.54	43.74	10.94
Envasado 3	9.37	5.21	7.29	14.58	36.45	9.11
Envasado 4	12.50	5.21	11.46	9.37	38.54	9.64
Total G	39.58	41.67	22.92	38.55	142.72	35.68
Total E	41.66	29.17	40.62	46.86	158.31	39.58
Total G + E	81.24	70.84	63.54	85.41	301.03	75.26

CUADRO No. 10

NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES  
 POR TRATAMIENTO; A LOS DIEZ DIAS DE SEMBRADA LA  
 SEMILLA DE MAIZ

Tratamientos	NUMERO DE PLANTAS																
	Bloque I				Bloque II				Bloque III				Bloque IV				
	Escala				Escala				Escala				Escala				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Granel 1	77					64				90				57			
Granel 2	84				66				88				85				
Granel 3	87				90				90				84				
Granel 4	84				88				92				87				
Envasado 1	87				84				88				87				
Envasado 2	90				84				89				82				
Envasado 3		77			84				82				81				
Envasado 4		67			89				48				87				



CUADRO No. 11

NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES  
 POR TRATAMIENTO; A LOS QUINCE DIAS DE SEMBRADA LA  
 SEMILLA DE MAIZ.

Tratamientos	NUMERO DE PLANTAS																	
	Bloque I				Bloque II				Bloque III				Bloque IV					
	Escala				Escala				Escala				Escala					
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
Granel 1	85					85				90					90			
Granel 2	87				91					88					85			
Granel 3	88				91					92					86			
Granel 4	84				89					92					86			
Envasado 1	87				86					89					87			
Envasado 2	90				80					89					82			
Envasado 3		83			87					85					83			
Envasado 4		86			91					82					87			

CUADRO No. 12

NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES  
 POR TRATAMIENTO A LOS VEINTE DIAS DE SEMBRADA LA  
 SEMILLA DE MAIZ

Tratamientos	NUMERO DE PLANTAS															
	Bloque I				Bloque II				Bloque III				Bloque IV			
	Escala				Escala				Escala				Escala			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Granel 1	85				85				90				90			
Granel 2	87				91				88				85			
Granel 3	88				91				92				86			
Granel 4	84				89				92				86			
Envasado 1	87				86				89				87			
Envasado 2	90				80				89				82			
Envasado 3		83			87				85				83			
Envasado 4		86			91					82			87			

CUADRO No. 14

NUMERO DE PLANTAS SEGUN ESCALA DE VIGOR Y BLOQUES  
 POR TRATAMIENTO; A LOS TREINTA DIAS DE SEMBRADA LA  
 SEMILLA DE MAIZ

Tratamientos	NUMERO DE PLANTAS															
	Bloque I				Bloque II				Bloque III				Bloque IV			
	Escala				Escala				Escala				Escala			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Granel 1	85				85				90				90			
Granel 2	87				91				88				85			
Granel 3	88				91				92				86			
Granel 4	84				89				92				86			
Envasado 1	87				86				89				87			
Envasado 2	90				80				89				82			
Envasado 3	83				87				85				83			
Envasado 4	86				91				82				87			

BIBLIOGRAFIA

1. CHAMP, B.R. y DYTE, C.E. Informe de la proyección mundial de la FAO sobre susceptibilidad a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Roma, - FAO, 1976., 356 p (Colección FAO. Producción y protección vegetal, No. 5).
2. CURSO regional de cuarentena agropecuaria 13o. San Salvador, El Salvador, OIRSA. Departamento de Sanidad Vegetal, 1978. 494 p.
3. FEISTRITZER, W.P. Comp. Tecnología de la semilla de cereales. Manual de producción, control de calidad y distribución de semillas de cereales. Roma, FAO, - 1977.
4. HERNANDEZ C., O.V. y SCHOTMAN, C.Y. Acción del bromuro de metilo sobre uredosporas de la roya del cafeto - (Hemileia vastatrix Berk y Ber.). San Salvador, El Salvador, OIRSA Departamento de Sanidad Vegetal, -- 1980 (mimeo).
5. LITTLE, T.M. y HILLS, J.F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Editorial Trillas, 1978. pp. 87-94.
6. REYES CASTAÑEDA. P. Diseño de experimentos agrícolas.- México, Editorial Trillas, 1978. pp. 299-309.
7. SEMILLAS; manual para el análisis de su calidad. Traducido por José Meza N. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, (AID), 1965.

8. SIMMONS, C.S., TARANO. J.M. y PINTO J.M. Clasificación de reconocimientos de Suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. pp. - 305-307.
9. VALLE, J.M. DEL. Importancia del uso de semilla certificada. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Departamento de Control y Producción de Semillas, -- 1973, (mimeo).



Vo Bo.  
Olga Ramirez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA  
Ciudad Universitaria, Zona 12.  
Apartado Postal No. 1545  
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

" I M P R I M A S E "

Dr. Antonio A. Sandoval  
D E C A N O

