

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE DAZOMET (BASAMID) Y CLORURO DE BENZONIO (BELORAN 500) EN EL CONTROL IN SITU DEL MOKO DEL BANANO (Pseudomonas solanacearum, raza 2) COMO ALTERNATIVA AL USO DEL BROMURO DE METILO EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL

TESIS

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

POR

HUGO LIONEL SANCHEZ RODAS

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 1,995

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE AGRONOMIA

## RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

## JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Carlos Motta de Paz
VOCAL CUARTO:	Prof. Gabriel Amado Rosales
VOCAL QUINTO:	Br. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

GUATEMALA, ABRIL DE 1995

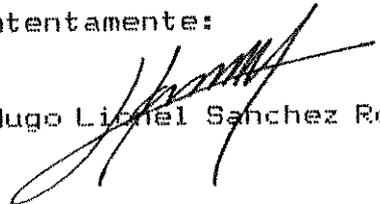
Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis Titulado:

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE DAZOMET (BASAMID)  
Y CLORURO DE BENZONIO (BELORAN 500) EN EL CONTROL  
IN SITU DL MOKO DEL BANANO (Pseudomonas solanacearum,  
raza 2) COMO ALTERNATIVA AL USO DE BROMURO DE METILO  
EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL.

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente:

  
Hugo Lionel Sanchez Rodas.

## ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS TODO PODEROSO

LA VIRGEN MARIA

MIS PADRES:

Abelardo Sánchez Noriega  
Berta Rodas de Sánchez

MIS HERMANOS:

Carlos y Amada; Edgar y Viacely; y  
Miriam y Rigoberto.

MIS SOBRINOS:

Jahir, Alicia, Sergio, Luis Alejandro,  
Abelardo, Edgar, Luis Enrique, Viacely.

MI PRIMA:

Gina Lisette Sánchez G.

MIS PRIMOS:

Ricardo y Leonel Ogáldez.

LA FAMILIA:

Paz Christiani.

MIS AMIGOS:

Otto y Thelma Díaz, y la Familia  
Morales Monzón.

MI AHIJADA:

Thelma Ethel Díaz Sagastume.

MIS AMIGOS Y COMPANEROS:

Maynor Miranda, Rudy del Cid, José  
Carlos Ramírez, Claudia de Ramírez,  
Guillermo Morales, Juan Domingo Beteta,  
Juan José Jiménez, Mario Herrera, Boris  
Osorio, Luis Najarro, Maynor García,  
Nestor Larrazabal, Luis Ortiz, Hugo  
Tello, Erasmo Pinto, Eugenio Orozco.

TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

LA EMPRESA BANDEGUA

## AGRADECIMIENTOS

A mis asesores: Ing. Agr. Edil Rodríguez, Ing. Agr. Luis Ortiz, por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

A los personeros de BANDEGUA por haberme permitido realizar el estudio de tesis en las fincas bananeras, especialmente al Director de Operaciones, Ing. Teddy Jiménez.

Al Departamento de Investigaciones de la empresa BANDEGUA, en especial al Ing. Agr. Marcial Guzmán; también a los señores: Wenceslao Fajardo y Roni Carpio; a los Ingenieros Helmuth Leal, Roberto Maldonado y Arturo Orozco por su colaboración en la elaboración de esta tesis.

Al Licenciado Otto Rogelio Díaz B. y al Profesor Armando Aguilar por toda su valiosa ayuda en todas las etapas de este trabajo.

A la Dirección General de Servicios Pecuarios, en especial al Dr. Luis Sandoval Cámara.

A Gina Sánchez, Maynor Miranda y Rudy del Cid por su colaboración con la elaboración de esta tesis.

A los Ingenieros Lauriano Figueroa y Amílcar Gutiérrez por su ayuda en la realización de esta investigación.

Al personal del Departamento de Ivestigaciones de BANDEGUA.

## C O N T E N I D O

Pag.

CONTENIDO GENERAL.....	vii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
3. JUSTIFICACION.....	4
4. MARCO TEORICO.....	5
4.1 Marco Conceptual.....	5
4.1.1 El cultivo del banano en Guatemala.....	5
4.1.2 El mercado de exportación de banano.....	6
4.1.3 Historia de la enfermedad del moko.....	6
4.1.4 Agente causal.....	7
4.1.5 Rango de hospedante.....	7
4.1.6 Sintomatología.....	7
4.1.7 Diseminación.....	10
4.1.8 Antecedentes de Investigación en el Control de Moko.....	11
4.1.9 Control.....	11
a. Inspección.....	11
b. Prevención.....	13
c. Erradicación de casos.....	16
4.1.10 Efecto del bromuro de metilo en el ambiente.....	17
4.1.11 Principios activos y específicos de los productos empleados en el ensayo.....	19
a. Dazomet.....	19
b. Cloruro de Benzonio.....	20
c. Bromuro de Metilo.....	21
5. MARCO REFERENCIAL.....	23
5.1 Evaluación de desinfectantes para la enfermedad del moko ( <i>Pseudomonas spp</i> ) en el banano.....	23
5.2 Ubicación del área de estudios.....	23
5.3 Clima.....	24
5.4 Suelo.....	24
a. Geología.....	24
b. Tipo de suelo.....	24
c. Capacidad agrícola del suelo.....	24
5.5 Hidrología.....	25
5.6 Zona ecológica.....	25
6. OBJETIVOS.....	26
6.1 Objetivo general.....	26
6.2 Objetivos específicos.....	26
7. HIPOTESIS.....	27

8.	METODOLOGIA.....	28
	8.1 Tratamientos.....	28
	8.2 Diseño Experimental.....	28
	8.3 Modelo Estadístico.....	29
	8.4 Unidad Experimental.....	29
	8.5 Establecimiento de Areas de Tratamiento.....	30
	8.6 Manejo del Experimento.....	31
	8.6.1 Preparación de los tratamientos.....	31
	8.6.2 Aplicación de los tratamientos.....	32
	8.7 Variable de Respuesta y Evaluación.....	35
	8.8 Duración del Experimento.....	35
9.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	36
	9.1 Presentación y Discusión de Resultados.....	36
	9.1.1 Eficacia de los Productos Evaluados.....	36
	9.1.2 Costo de Aplicación de los Tratamientos Evaluados.....	37
	9.1.3 Discusión de Resultados Combinados.....	38
10.	CONCLUSIONES.....	40
11.	RECOMENDACIONES.....	41
12.	BIBLIOGRAFIA.....	42
13.	APENDICE.....	45

## I N D I C E D E C U A D R O S

## EN EL TEXTO

Cuadro No.	Nombre	Pag.
1.	Factores y Niveles Empleados Como Tratamientos.....	28
2.	Orden de Aplicación de Tratamientos.....	30
3.	Resultados de Eficacia de los Tratamientos en el control de Moko del Banano en las Fincas de BANDEGUA, Izabal.....	36
4.	Resultados de Costo de Aplicación de los Tratamientos Evaluados en el control de Moko del Banano en las fincas de BANDEGUA, Izabal.....	37
5.	Resultados de eficacia, costos y aplicación en los tratamientos en el control de moko del banano en las fincas de BANDEGUA, Izabal.....	38

## INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

6A.	Resultados, tratamiento: Dazomet 50 gr/m <sup>2</sup> .....	46
7A.	Resultados, tratamiento: Dazomet 75 gr/m <sup>2</sup> .....	47
8A.	Resultados, tratamiento: Cloruro de Benzonio 5%.....	48
9A.	Resultados, tratamiento: Cloruro de Benzonio 10%.....	49
10A.	Resultados, Tratamiento: Bromuro de Metilo 152 gr/m <sup>2</sup> .....	50
11A.	Costo de Aplicación Dazomet 50 gr/m <sup>2</sup> .....	51
12A.	Costo de Aplicación Dazomet 75 gr/m <sup>2</sup> .....	52
13A.	Costo de Aplicación Cloruro de Benzonio 5%.....	53
14A.	Costo de Aplicación Cloruro de Benzonio 10%.....	54
15A.	Costo de Aplicación Bromuro de Metilo.....	55

## I N D I C E D E F I G U R A S

No.	Nombre	Pag.
1.	Diagrama de Area de Tratamiento.....	34
2.	Ubicación de Distritos de Motagua y Bobos.....	56

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE DAZOMET (BASAMID) Y CLORURO DE BENZONIO (BELORAN 500) EN EL CONTROL IN SITU DEL MOKO DEL BANANO (Pseudomonas solanacearum, raza 2) COMO ALTERNATIVA AL USO DE BROMURO DE METILO EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL

EVALUATION OF DIFFERENT DOSES OF DAZOMET (BASAMID) AND BENZOXONIUM CHLORIDE (BELORAN 500) IN THE IN SITU CONTROL OF MOKO DISEASE (Pseudomonas solanacearum, race 2) AS AN ALTERNATIVE TO THE USE OF METHYL BROMIDE IN THE BANANA GROWING ZONE OF IZABAL

#### R E S U M E N

Este trabajo se llevó a cabo en la zona bananera de Izabal, Guatemala, en coordinación con el Departamento de Investigaciones de la empresa BANDEGUA (Desarrollo Bananero de Guatemala, S.A.).

La investigación permitió evaluar la eficiencia del Dazomet y Cloruro de Benzonio en el control del Moko del banano (Pseudomonas solanacearum, raza 2) como alternativa al uso del Bromuro de Metilo, producto que causa daño al medio ambiente y destruye la capa de ozono, lo que permite la penetración directa de la radiación ultravioleta procedente del sol y como resultado altera ecosistemas, afecta el rendimiento de cosechas y aumenta la frecuencia de cáncer.

La O.M.S. y la F.A.O. han dictado niveles de tolerancia de Bromuro de Metilo para la fruta y la verdura. Los mercados extranjeros se encaminan a suspender la compra de banano proveniente de áreas donde se aplica este producto. Esta política podría afectar negativamente la economía de nuestro país si continuamos con el uso de Bromuro de Metilo.

La metodología empleada en la investigación consistió en aplicar tres plaguicidas (Dazomet, Cloruro de Benzonio y como testigo Bromuro de Metilo) en áreas establecidas donde se encontraron plantas enfermas. Se estableció un radio de 6m a partir de la planta enferma, esta es un área de 113m<sup>2</sup> y dentro de esta área se estableció la unidad experimental en donde se aplicaron los tratamientos.

Las evaluaciones se basaron en: Dazomet en dosis de 50 y 75 gramos por metro cuadrado y Cloruro de Benzonio en dosis de 5 y 10 por ciento. El testigo, que es el Bromuro de Metilo, se aplicó en dosis de 152 gramos por metro cuadrado.

Tres meses después de aplicados los tratamientos se procedió a la resiembra. Dos meses después de esta se evaluó la presencia o ausencia de la enfermedad para verificar la efectividad de los distintos tratamientos.

Este trabajo permitió establecer que los productos evaluados tuvieron el mismo efecto de control sobre Pseudomonas solanacearum, raza 2 que el Bromuro de Metilo. Además se determinó que el Dazomet tiene un menor costo de aplicación.

## 1. INTRODUCCION

Mucho se habla de los cultivos de exportación y de su importancia para la economía de nuestro país; queda olvidado el aspecto ambiental y el daño o beneficio que el uso de algunos de los productos necesarios para el buen crecimiento de los cultivos tiene en el medio ambiente.

Sabemos que el banano representa uno de los renglones más fuertes en la economía del país, mas no se ha indagado mucho acerca de los productos que se usan en la actualidad para impulsar el desarrollo del banano.

Uno de los principales problemas que afronta la producción bananera es la enfermedad llamada Moko, causada por la bacteria Pseudomonas solanacearum, raza 2; enfermedad que afecta todo tipo de banano. Para erradicar esta enfermedad es necesario el uso de productos como el Bromuro de Metilo, plaguicida altamente tóxico que provoca daños extensos al medio ambiente.

Con el propósito de preservar la salud de los habitantes del mundo, instituciones como la Organización Mundial para la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) han establecido mecanismos de control para erradicar del mercado productos vegetales que hayan sido tratados durante su proceso productivo con plaguicidas que provoquen daños a los consumidores y además al medio ambiente.

Investigaciones recientes han comprobado que residuos del Bromuro de Metilo aparecen en cuerpos de agua cercanos al área de su uso. Además, ha sido indicado que el Bromuro de Metilo destruye la capa de ozono. En seres humanos, se ha señalado un alza en el riesgo de cáncer debido a los efectos residuales tóxicos de este producto.

En estudios realizados en 1971, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y la Organización Mundial para la Salud (OMS) dictaron niveles de tolerancia de Bromuro de Metilo para la fruta y la verdura, siendo este 20ppm/peso fresco. (1)

La Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) en los Estados Unidos ha prohibido la producción de Bromuro de Metilo a partir del año 1,995 y su uso a partir del año 2,000.

Ante tales restricciones, es importante buscar mecanismos que tiendan a sustituir este plaguicida por otros que controlen la enfermedad mencionada pero que no provoquen daños a los consumidores y a la capa de ozono como lo hace el Bromuro de Metilo.

Entre los productos sustitutos que se pueden utilizar en el control de Pseudomonas solanacearum, raza 2, se encuentran el Dazomet y Cloruro de Benzonio. Se desconocen las dosis adecuadas de estos productos para el efectivo control de la enfermedad en el cultivo del banano. Por ello, el objetivo de este trabajo pretende encontrar los niveles adecuados de aplicación, así como los costos de los mismos.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La enfermedad del moko del banano está ampliamente diseminada en las regiones bananeras y constituye una amenaza para el cultivo. El organismo causante de la enfermedad denominada moko o marchitez bacteriana del banano es la bacteria Pseudomonas solanacearum, raza 2. Esta enfermedad afecta toda clase de banano y plátano. Dada su característica de microorganismo, ésta se disemina con mucha facilidad, ayudada por insectos, residuos de cosecha, herramientas, el viento y a través de las plantas infectadas en contacto con otras plantas.

El control de la bacteria implica una pérdida económica para los productores debido a que por cada planta infectada se establece una "zona buffer" (o área aislante) en la cual se eliminan además de las plantas infectadas las plantas no infectadas.

En la actualidad se utiliza el bromuro de metilo para el control de esta enfermedad, el cual es un plaguicida que además de elevar considerablemente los costos, causa daños al medio ambiente y a la salud de los humanos.

### 3. JUSTIFICACION

En el control del moko del banano Pseudomonas solanacearum, raza 2, se ha utilizado el bromuro de metilo, plaguicida que ocasiona daños a la atmósfera destruyendo la capa de ozono y a los humanos exponiéndolos a diferentes tipos de cáncer debido a sus efectos residuales altamente tóxicos.

Por lo anterior los mercados extranjeros se encaminan a suspender la compra de banano proveniente de áreas donde se aplica este producto, lo que influiría negativamente en la economía del país tanto en el aspecto de generación de empleos como en el ingreso de divisas.

Ante estos hechos se hace necesario estudiar alternativas al uso de bromuro de metilo en el control del moko del banano. En el mercado se encuentran los productos Dazomet (Basamid) que además de controlar bacterias, también erradica hongos, malezas e insectos del suelo; y cloruro de benzonio (Beloran 500), que erradica bacterias y hongos. También es importante estudiar los costos económicos en el control fitosanitario aplicando Dazomet y Cloruro de Benzonio, para compararlos con los costos al aplicar bromuro de metilo.

#### 4. MARCO TEORICO

##### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 4.1.1 El Cultivo del Banano en Guatemala.

El banano, junto con el café y caña de azúcar, constituyen los principales cultivos de exportación del país. En el momento que la empresa, Desarrollo Bananero de Guatemala, BANDEGUA, se hiciera cargo de la producción, el banano representaba el 6.2% de las exportaciones totales del país, contra un 12% de los años 50. (2)

Durante el transcurso de los años 1966-67, hubo un resurgimiento de esa industria influido por las ganancias y los precios obtenidos en el mercado mundial de exportación. Esta circunstancia permitió al gobierno considerar las posibilidades reales del cultivo a través de estudios técnicos dando origen al Programa de Fomento del Banano en 1968. (2)

En 1989, la exportación de banano generó el 13.6% de las divisas totales que ingresaron al país, lo cual representa el 9.1% del Producto Interno Bruto. Esto equivale a 79 millones de dólares. Se espera un crecimiento mayor por apertura de nuevos mercados. (12)

La actividad bananera en Guatemala genera en forma directa de 8,100 a 10,000 empleos según datos reportados por la Unión de Países Exportadores de Banano para 1988. (10)

Actualmente, el cultivo y exportación de banano con alta tecnología está en manos de dos empresas: BANDEGUA y COBIGUA, ambas localizadas en el Departamento de Izabal. BANDEGUA tiene localizadas sus plantaciones en los distritos de Bobos (1,200 ha) y Motagua (3,600 ha); mientras que COBIGUA tiene sus operaciones en los distritos de Los Andes, Entre Ríos (2,400 ha) y Morales (225 ha).

La variedad de Banano para exportación cultivada por BANDEGUA es Gran Naine (99% del área) ya que tiene la característica de tener un porte más pequeño que se ve menos afectado por los vientos. La empresa

COBIGUA cultiva principalmente la variedad Valery (60% del área) y también el Gran Naine (40% del área). (21)

Según BANDEGUA, la enfermedad moko del banano genera una pérdida anual de 4 hectáreas lo que equivale a \$60,000.00.

#### 4.1.2 El Mercado de Exportación de Banano.

El mercado libre está comprendido por Estados Unidos y Canadá y los mercados preferenciales por los países de Europa Occidental. Los principales proveedores de estos mercados son los países de la Unión de países Exportadores de Banano, que está constituida por Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador y República Dominicana. (12)

El mercado norteamericano es uno de los mercados más importantes para el banano a nivel mundial. En 1988, este mercado importó 173.6 millones de cajas, lo que corresponde a un 36.5% del total de la producción mundial. (3)

La Comunidad Económica Europea es, como bloque económico, el mercado más grande del mundo para el comercio del banano por su alto consumo por habitante.

El país más importante en la Comunidad Económica Europea es Alemania y el segundo en el mundo después de los Estados Unidos. (3)

#### 4.1.3 Historia de la Enfermedad del Moko (Pseudomonas solanacearum, raza 2)

La enfermedad fue reconocida por primera vez en 1840, en la antigua Guayana Británica, y apareció en forma de epifitía en Trinidad-Tobago alrededor de 1895. En 1940, fue reportada en Venezuela y Centro América. La primera observación hecha en Colombia data de 1961 con una posible introducción desde Venezuela. (22)

#### 4.1.4 Agente Causal

El organismo causante de la enfermedad denominada moko o marchitez bacteriana del banano, es la bacteria Pseudomonas solanacearum, raza 2. A este microorganismo se le conoce por varias características culturales en medios artificiales usados para su estudio. Así, en medio sólido de Papa-dextrosa-Agar, a los dos o cuatro días de la siembra y a temperaturas de 24 a 28°C, da origen a colonias irregularmente redondeadas, de color blanco opaco, con tendencia a escurrirse a un lado y superficie brillante, tornándose de un color marrón con la edad. Cuando se cultiva en bloque cilíndrico de papa esteril en tubos de ensayo, rápidamente ennegrese el medio. Esta bacteria tiene la forma de bastón aeróbico, gram negativo, midiendo generalmente 1.5 x 0.5 micras, posee un flagelo terminal que le proporciona movilidad el cual se colorea fácilmente. (22)

#### 4.1.5 Rango de Hospedante

En un estudio realizado en la zona del noratlántico de Guatemala por Vásquez, cita como hospedantes de Pseudomonas solanacearum, raza 2 a las siguientes malezas: Lyciantes stephanocalix (Solanaceae), Acalypha arvensis (Euphorbiaceae), Borreria ocimoides (Rubiaceae) y Acalyph sp. (Euphorbiaceae), Asclepias curasavica, Cecropia peltata, Piper peltatum, Ricinus comunis, Solanum hirtum, Solanum umbelatum, Solanum verbascifolium y Xanthosoma roseumson. (29)

#### 4.1.6 Sintomatología:

El marchitamiento es un síntoma inconstante y son muchas las plantas que solo muestran decoloraciones internas; los haces vasculares en el cormo, la vaina, el peciolo, el tallo y el racimo son de un color amarillento característico con manchas pardas y las superficies cortadas exudan una materia bacteriana grisácea y pegajosa. Los racimos de

plantas infectadas exhiben prematura madurez de dedos aislados diseminados, aparentemente al azar, entre los frutos verdes. Esta madurez prematura es seguida por ennegrecimiento y pudrición seca.

Las plantas infectadas cuando jóvenes suelen mostrar hojas amarillentas y necrosadas; todo ello seguido por marchitez más o menos letal. Esta es la fase que causa la confusión con el Mal de Panamá. Hay agentes patógenos que producen distorsión de las hojas y de las vainas, así como ennegrecimiento, pero no marchitez, junto con los síntomas vasculares usuales.

Las plantas pueden morir más tarde o sobrevivir para producir unos racimos con infección típica. En caso de que haya fructificación, se desarrollan manos singulares cuyos frutos tienen manchas negras.

En caso de infección aparecen sobre las hojas pequeñas rayas de color pardo después que se haya desarrollado la inflorescencia. Ya desarrollado el fruto, la parte apical de la hoja se torna amarilla y acaba por morir. También los frutos se tornan amarillos y su pulpa se descompone y forma una masa mucilaginosa de color rojo. (22)

Cook (8) dice que el síntoma típico consiste en partes amarillentas notorias en las tres primeras hojas tiernas, seguido por un colapso en el peciolo. Los síntomas internos son ilimitados en la decoloración del tejido vascular, el cual se torna amarillo en las etapas tempranas de la infección y luego café oscuro o negro.

González (13) indica que la hoja candela siempre se manifiesta marchita y detenida en su desarrollo, algunas veces necrosada en la base, una o más de las tres o cuatro hojas restantes se tornan de un color verde pálido amarillento especialmente desde la base hacia los bordes.

Según Ruíz (21), el apareamiento de los síntomas externos del moko del banano varía por el material genético. Para el caso de la variedad

Gran Naine, los síntomas externos aparecen entre los 7 y 8 días después de ser infectada la planta.

Los síntomas externos que muestra la variedad Gran Naine son: marchitamiento y clorosis de las hojas más jóvenes hasta la muerte total de la planta, así también el característico oscurecimiento de haces vasculares del pseudotallo y rizoma.

En variedades como Abacá, Balayán, Dedos Fusionados, Guineo Polines los síntomas externos se presentan a los 60 días.

Según Stover y Simmonds (26), los síntomas externos incluyen amarillamiento y la caída de una de las hojas más jóvenes. Estos síntomas progresan hacia las hojas más viejas. Los hijos jóvenes, especialmente los hijos de agua, se tornan negros o amarillos y muestran deficiencia en el crecimiento y presentan un enrollamiento de las hojas. Internamente existe una decoloración vascular concentrada cerca del centro del pseudo-tallo. En el rizoma vascular la decoloración se extiende frecuentemente hacia los brotes. La presencia de dedos amarillos en un tallo verde casi siempre indican enfermedad.

D.C. Harris (18) nos dice que bajo condiciones menos favorables el marchitamiento puede ser lento o estar ausente y la deficiencia en el crecimiento, amarillamiento y secamiento de las hojas son síntomas más obvios.

En algunos hospederos (por ejemplo, gengibre y maní) los últimos síntomas pueden verse casi exclusivamente. Las raíces adventicias y la epinastia ocurre en algunos hospederos cuando el desarrollo de la enfermedad es lento. En la pimienta, el efecto principal es una defoliación gradual. En el banano existe una decoloración progresiva y un colapso de las hojas más jóvenes; los retoños tienen una deficiencia en el crecimiento y se tornan negros; y el desarrollo de la fruta se detiene y puede ocurrir que la fruta se pudra. En los hospederos más

resistentes una enfermedad crónica puede establecerse en la cual no existan síntomas en la parte visible de la planta u ocurre solamente un marchitamiento parcial irreversible. Las raíces invadidas pueden podrirse. Una decoloración vascular aparece frecuentemente en las raíces y tallos de plantas afectadas y cuando estas son seccionadas transversalmente exudan bacterias de las puntas cortadas de tejido vascular. Según Harris, los síntomas pueden aparecer cuatro días después de la infección; este tiempo puede variar dependiendo del hospedero y las condiciones.

Perez (20) indica que la bacteria Pseudomonas solanacearum ataca los haces vasculares de las plantas de banano produciendo un taponamiento que impide el paso libre del agua y los nutrientes. Además de esto la bacteria produce toxinas que al final causan los síntomas de marchitez característicos de la enfermedad.

#### 4.1.7 Diseminación

La bacteria Pseudomonas solanacearum, raza 2 agente causal de la enfermedad del moko, es un habitante de los suelos y se cree que forma parte de la microflora de ciertos suelos vírgenes tropicales e inundables. Penetra en la planta por las raíces continuando la infección vascular al rizoma, luego al pseudotallo, de donde pasa a otros órganos de la planta. Sin embargo, hay pruebas concluyentes de que la penetración de este microorganismo se realiza principalmente, por los órganos aéreos de la planta, tales como lesiones del pseudotallo, eje floral, flores y frutos. Por lo antes anotado tiene gran importancia en la diseminación de la enfermedad a nuevas áreas, no solamente el uso de semilla infectada, sino también todos los elementos que permiten el transporte de suelo infestado, residuos de cosecha, herramientas, insectos. (22)

#### 4.1.8 Antecedentes de investigación en el control de moko del banano.

Sequeira (23), en un estudio efectuado en Costa Rica sobre la incidencia del moko del banano en el tratamiento de suelos infectados previo a la plantación, concluyó que la aplicación de bactericidas químicos como el formaldehído, D-D (1,3-dicloropropeno; 1,2-dicloropropano), tiocinato de amonio, hidroxymercuriclorofenol, bicloruro de mercurio, fenol, permanganato de potasio, sulfato ferroso, formaldehído, cloruro de calcio, cloruro de potasio y altas concentraciones de fertilizantes como urea y calcio fueron inefectivas en eliminar el organismo causante del moko del banano Pseudomonas solanacearum, raza 2.

En tanto que una combinación de disqueado cinco veces durante la estación seca y dejar en barbecho el suelo por nueve meses previo a la siembra fue altamente exitoso debido a que el microorganismo es altamente susceptible a la desecación.

#### 4.1.9 Control (4)

##### a. Inspección:

La detección temprana de casos es la medida fundamental del control. Toda persona laborante, comparte la obligación de reportar de inmediato toda anomalía observada en una o varias plantas. Quienes se desempeñan en la labor de deshoje de protección, corteros, protección de fruta debe hacerles ver como parte inherente a su trabajo el reportar toda mata enferma o anormal encontrada en su recorrido. El personal no directamente involucrado en la labor de inspección, al encontrar una planta con anomalía visible debe de salir al cable y colocar una marca (muñeco, bandera, etc.) en la torre más cerca al caso; anotar número de sección, cable y reportar lo antes posible a su supervisor.

En la oficina central debe llevarse un libro de casos en el que deberá anotarse:

- Número de casos y ubicación
- Persona y ocupación de quién lo reportó
- Fecha de encontrado
- Fecha de verificado y resultado
- Fecha de tratado (tipo de tratamiento)
- Tipo de infección (fruta, follaje, hijos)
- Observaciones ( verificación de laboratorio, caso avanzado, expuesto, etc.)

#### Inspectores:

El número de inspectores depende de la extensión de la finca, incidencia de casos en inspecciones especiales de necesidad. Bajo cada situación de incidencia normal, un inspector puede recorrer el mismo sitio cada 15 días; bajo incidencia alta deberá recorrer semanalmente el mismo sitio. En incidencia normal puede asignársele 25 acres diarios y bajo condiciones de alta incidencia no más de 15 acres.

#### Procedimientos:

- 1- Cada inspector una vez capacitado es responsable por todo caso avanzado no reportado y encontrado dentro de su área asignada.
- 2- A cada inspector debe asignársele un área permanente y de dimensiones fijas.
- 3- Deben de señalarse las áreas de alta incidencia e incidencia normal para programar de acuerdo a cada situación.
- 4- El inspector debe conocer los síntomas externos de Moko pero no esta obligado ni deberá verificar casos, deberá reportar toda planta con anomalía.

- 5- El sistema de recorrido debe permitir apreciar a no más de 6 metros de distancia cada planta y puede ser en un zig zag transversal al cable.
- 6- Al encontrar una planta con anomalía visible debe salir al cable, colocar una marca y anotar su localización.
- 7- Cuando se encontrase un caso expuesto ( fruta, mata cortada, etc.) procurará dar aviso de inmediato.
- 8- Todos los días entregará un reporte a la oficina central con los casos encontrados, localización, área recorrida, fecha y observaciones para ser registrados en un libro especial.

b. Prevención: (4)

Las medidas de prevención se fundamentan en los siguientes aspectos:

- desinfección de herramientas
- declaración de áreas bajo cuarentena
- uso de insecticidas y herbicidas
- zonas "BUFFER" en derredor de casos
- recubrimiento de casos expuestos
- eliminación de hospedantes y material de inóculo.

Desinfección de herramientas.

Existen en este campo varios tipos de desinfectantes, algunos aunque muy buenos se desnaturalizan en contacto con materia orgánica, otros son ofensivos e irritantes. Los más usados, Beloran y Formalina. La Formalina tiene la ventaja de poder determinar su concentración en el campo, no así el Beloran. Para trabajos de desinfección puede usarse una parte de Formalina comercial por tres de agua, mientras que para erradicación una parte de Formalina comercial por dos de agua. A cada

herramienta debe corresponder un recipiente adecuado para ser desinfectada (cubeta, pala, cacharros cilindricos para machetes, cacharros para cuchillos).

Las herramientas deben sumergirse por completo en su parte funcional en la Formalina por no menos de diez segundos. Para el caso del "calabazo" y en área de cuarentena debe usarse cubetas o mejor no podar con herramientas y usar poda química. En áreas normales puede usarse la esponja impregnada, pero cualquiera que sea la decisión tomada, lo importante y necesario es:

- desinfección de mata a mata
- verificar la concentración del desinfectante.

Declaración del área bajo cuarentena.

Toda área de 20 acres promedio con más de dos casos en quince días debe ser declarado bajo cuarentena. Las medidas a seguir son:

-determinar de inmediato toda práctica agrícola que requiera uso de herramientas.

-Realizar una inspección minuciosa del área y ciclos de inspección semanal.

-Rotular y cercar el área.

-La labor de cosecha debe ser encaminada a un sólo cortero contratado.

-La labor de poda debe hacerse mediante 2-4-D y en caso contrario asignarle el área a un sólo podador.

-La labor de deshoje por protección Sigatoka, mejor si es realizado por un inspector.

-La labor de protección de fruta debe ser realizada por el menor número de personal, sin usar agujas para el amarre de la pita y la fruta debe desbellotarse y protegerse en grado B.

-En la medida de lo posible toda actividad agrícola debe suspenderse en estas áreas.

-Ninguna persona no autorizada debe de penetrar en estas áreas.

-El área de cuarentena se discontinuará como tal 60 días posteriores a la declaración siempre que en ese lapso no se haya descubierto ningún nuevo caso.

#### Uso de insecticidas y herbicidas.

En las áreas bajo cuarentena se hace necesario destruir malezas y rebrotes de plantas en sitio de erradicación. En la medida de lo posible debe evitarse el uso de herramientas en estas operaciones. Las malezas deben ser destruidas con el herbicida apropiado al igual que los rebrotes en los sitios de erradicación. Para el trabajo de poda debe implementarse la poda química al menos en áreas de plantación establecida (segundo año o más).

#### Zona "Buffer" en derredor de casos.

Se considera que seis metros es el mínimo radio adecuado para determinar el círculo de erradicación, tomando como centro la mata enferma. Esto ha sido probado definitivamente en diferentes tipos de suelos. Reincidencia de casos se obtendrán en círculos de erradicación menores. El círculo de erradicación debe ser aislado físicamente y ningún rebrote de maleza de la planta de banano debe existir, por lo que con la frecuencia necesaria se harán los repasos con herbicidas e insecticidas.

#### Recubrimiento de casos expuestos.

Al encontrar o producirse casos expuestos de moko tales como fruta enferma, cortes de plantas enfermas, etc. Debe de inmediato y mientras

se efectúa la erradicación cubrirse el racimo o las partes expuestas de la planta con láminas de plástico.

Eliminación de hospederas y fuente de inóculo y bellotas.

Hospederas tales como banano fuera de área de cultivo, moroca y otras plantas hospederas como oreja de elefante, platanillo no deben de existir dentro o en las vecindades de la plantación.

#### c. Erradicación de casos. (4)

Existen tres formas de erradicación de casos de las cuales se hace una descripción concreta:

- Erradicación con bananicida.
- Erradicación con insecticida mas herbicida.
- Erradicación con bromuro de metilo.

La erradicación de cualquiera de los casos consiste en la eliminación de la mata enferma y toda mata vecina en un radio de dieciocho piés. Cada nuevo caso dentro del radio de dieciocho piés dará origen a la erradicación de nuevas matas en un nuevo radio de seis metros.

La eliminación temporal de todo crecimiento vegetativo en el círculo de erradicación tiene por objeto hacer que la bacteria en el suelo y fuera de tejido vegetal sea eliminado como contaminante del suelo y esto lograrse en dos formas:

- Esterilizando el suelo (bromuro de metilo)
- Manteniendo en barbecho de modo que la competencia microbiológica en el suelo lo haga desaparecer

En el primer caso queda bromo como contaminante no tolerable en el suelo, y en el segundo se estiman necesarios seis meses de barbecho para la raza "SFR" de bacterias y 18 meses para la raza B.

Es importante tener presente que en cualquiera de los métodos de erradicación de la planta enferma, objeto o material en contacto de la mata de la planta enferma y de las matas vecinas en el radio de dieciocho plés debe de quedar aislados dentro del mismo radio de erradicación, las herramientas usadas en este círculo deben ser cuidadosamente desinfectadas y el personal erradicador debe colocarse bolsas plásticas en los zapatos y desechar estas en el círculo de erradicación al salir del mismo, debiendo además, lavarse con jabón después de la operación.

Debe evitarse el ingreso de personas al círculo de erradicación y prevenirse la llegada de insectos al material erradicado mediante cubiertas o rociando el material erradicado con insecticida.

Cuando no se esterilice el suelo (bromuro de metilo) se sigue eliminando rebrotes y malezas de los círculos de erradicación mediante herbicidas sistémicos y de contacto con la frecuencia necesaria (mínimo cada tres semanas). (4)

#### 4.1.10 Efectos del bromuro de metilo en el ambiente.

El ozono, la molécula triatómica de oxígeno, no constituye siquiera una parte por millón de los gases de la atmósfera, pero reviste especial importancia porque absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta procedente del Sol, evitando que alcance la superficie de la tierra. Tal radiación posee energía suficiente para romper moléculas de interés biológico, incluido el propio ADN. Aumenta la frecuencia de cáncer de piel, cataratas e inmunodeficiencias y podría estropear cosechas y alterar ecosistemas acuáticos.

Los halocarburos, como el nombre sugiere, están constituidos por cloro, fluor y carbono. Introducidos hace unos 60 años, han servido como refrigerantes en neveras e instalaciones de aire acondicionado,

propulsores para pulverizadores de aerosoles, agentes de producción de espumas y limpieza de componentes electrónicos, etc. Estos compuestos, de amplia aplicación, se consideraron, tiempo atrás, ideales entre los productos químicos industriales gracias a su estabilidad y no reactividad; tampoco resultaban, pues, tóxicos. Ironía de las cosas, el carácter inerte de estos compuestos es lo que los convierte en peligro potencial para el ozono de la atmósfera.

En los Estados Unidos prohibieron en 1978 el uso de halocarburos en pulverizadores de aerosol, tales como ciertos desodorantes y tónicos capilares. Pero los esfuerzos para controlar otras aplicaciones tuvieron poco éxito, en parte a causa del mejor conocimiento de la complejidad de la química de la estratosfera.

La teoría de los halocarburos aplicada al agujero de ozono debe explicar cómo se inutilizan, durante la primavera antártida las interferencias "normales" del ciclo catalítico del cloro; y debe explicar cómo se produce ese fenómeno exclusivamente polar. En la primavera polar, el Sol está todavía muy bajo en el horizonte; mengua en consecuencia, la rotura de las moléculas de ozono provocada por la radiación y cae, por tanto el número de átomos de oxígeno libre disponible para el ciclo catalítico del cloro.

La presencia de una cantidad razonable de bromo (Br) en la estratosfera polar podría ayudar a compensar esa merma de átomos de oxígeno libres. Lanzando a la atmósfera a través de bromuro de metilo, un compuesto natural, de fumigantes y de ciertos extintores de incendios, puede combinarse con el ozono para formar el radical monóxido de bromo (BrO) y una molécula de oxígeno. El monóxido de bromo, a su vez puede reaccionar con el monóxido de cloro, formar otra molécula de oxígeno y soltar los átomos libres de cloro y bromo. (El resultado neto es la transformación de ozono en oxígeno.) Ese ciclo catalítico cloro-

bromo puede actuar eficazmente aún cuando escaseen en el medio los átomos de oxígeno libre. El bromo por sí sólo destruye también el ozono: Inicia una cadena de reacciones semejante a la generada por el cloro y no requiere átomos de oxígeno libre. (25)

#### 4.1.11 Principios Activos y específicos de los productos empleados en el ensayo.

##### A) Dazomet:

Es una formulación microgranulada de un fumigante de suelos; se usa en tratamientos de fumigación de suelos antes de la siembra o plantaciones en invernaderos, semilleros, almácigos, jardines y cultivos.

Se trata de un compuesto sin halógenos cuyos productos de descomposición final son: bicarbonato, azufre y nitrógeno que son nutrientes de las plantas. No contiene bromuro por ello no perjudica a la capa de ozono.

La mineralización es completa en el transcurso de poco tiempo y las sustancias de degradación pertenecen al ciclo natural.

Los suelos fumigados con Dazomet puede aprovecharse rápidamente en cultivos de alto valor. La aplicación es fácil y no causa problemas al operario.

Modo de Acción: Cuando se mezcla con el suelo húmedo desprende el gas metilisotiocianato biológicamente activo. Este gas se difunde a través de los espacios libres del suelo matando a los organismos vivos con los que entra en contacto.

Un suelo con una temperatura entre 10 y 25 grados centígrados ofrece las mejores condiciones para tener el efecto máximo.

Nombre comercial: Basamid.

Composición química: 3,5 dimetil (2 H)-tetrahidro-1,3,5-tiadiacina-2-tiona.

Concentración de

Ingrediente Activo: 98% de dazomet; 2% materia inerte.

Espectro de acción: fungicida, herbicida, nematocida y bactericida (controla la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, causante de agallas del cuello de la raíz de árboles frutales, vid, remolacha)

Formulaciones: en polvo y granulado.

Toxicidad: Tóxico para peces; no tóxico para abejas.  
Clase III  
Oral LD50 519 mg/kg.

Solubilidad: soluble en agua; raramente soluble en compuestos orgánicos.

Precauciones: Debe evitarse el contacto prolongado con la piel, ojos o mucosas. (5, 9, 11, 27)

#### B) Cloruro de Benzonio.

Es un compuesto de amonio cuaternario que contiene 46% de cloruro de benzonio por litro.

Se cree que el mecanismo de acción es por absorción de la membrana celular lo cual provoca una alteración de la permeabilidad, filtración del contenido citoplásmico y la muerte de la célula.

El Cloruro de Benzonio no forma parte de una reacción química y por lo tanto la desinfección se hace efectiva por periodos largos.

Investigaciones toxicológicas extensas han demostrado que el Cloruro de Benzonio no es dañino para animales y el hombre.

Nombre comercial: Beloran 500

Composición química: Benzil-dodecil-bis (2-hidroxietyl) Cloruro de Benzonio.

Concentración de

Ingrediente Activo: 460 gr de cloruro de benzonio/lt.

Espectro de acción: actúa contra bacterias gram positivas y gram negativas así como contra hongos y microplasma.

Formulaciones: líquido.

Toxicidad: Oral LD50 2650 mg/kg.

Solubilidad: soluble en agua y no es soluble con detergentes aniónicos, ejemplo: jabones

Precauciones: Evite el contacto con la piel, membranas mucosas, ojos y ropa. Debe mantenerse lejos de comidas y bebidas. (7, 28)

### C) Bromuro de Metilo.

Es un fumigante gaseoso que se aplica a los suelos y a los cultivos. Como fumigante de suelos se aplica a los cultivos de: espárrago, brócoli, coliflor, berengena, lechuga, melón, chile pimiento, piña, fresas, tabaco, tomate y papas.

En suelos saturados de agua existe poca posibilidad para la penetración del gas, no debe aplicarse cerca de plantas deseables ya que el gas es extremadamente fitotóxico. Puede ocurrir acumulación de Bromuro en el suelo; si se aplica una sobre dosis puede ocasionar daños.

No debe utilizarse el Bromuro de Metilo si las temperaturas de los suelos están por debajo de los 5°C.

Es un gas de acción rápida que no tiene color ni olor y no es inflamable. No se utiliza ni se vende en los Estados Unidos.

El Bromuro de Metilo es un veneno y puede causar fatiga respiratoria y paro cardiaco y efectos al sistema nervioso central, puede causar efectos neurotóxicos de los cuales la recuperación puede ser lenta. El Bromuro de Metilo ha demostrado genotoxicidad en varias de las investigaciones. En niveles altos de inhalación en los estudios clinicos realizados con ratas, se puede observar efectos en los hijos de estas.

Nombre comercial: Bromuro de Metilo.

Composición química: Bromometano.

Concentración de  
Ingrediente Activo: 98% de bromometano,  
2% cloropicrina

Espectro de acción: desinfección de suelo contra nemátodos,  
insectos, hongos, bacterias y malezas.

Formulaciones: gas

Toxicidad: Altamente tóxico.  
Clase II  
Oral LD50 214 mg/kg

Solubilidad: Soluble en agua a 20 C.

Precauciones: Debe evitarse el contacto con la piel, ojos y  
mucosas. (11,27)

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 Evaluación de Desinfectantes para la enfermedad del moko (*Pseudomonas* spp.) en el banano.

Boche (6), en un estudio efectuado a nivel de laboratorio evaluó cuatro productos a diferentes concentraciones a fin de determinar su efectividad como desinfectantes de herramientas en el control de *Pseudomonas solanacearum*, raza 2. Los productos evaluados fueron el formaldehído (formalina), Cloruro de Benzonio (Beloran), Amonio Cuaternario (Diversan) y un producto yodado (Venodine). Concluyó que el formaldehído a una concentración de 9% es el desinfectante que inhibe en un 100% el desarrollo de bacterias en caja de petrí.

### 5.2 Ubicación y descripción del área.

El presente trabajo se desarrolló en los Distritos de Motagua y Bobos pertenecientes a la Compañía BANDEGUA, ubicados en el Departamento de Izabal con el fin de aplicar ahí los productos Dazomet, Cloruro de Benzonio y Bromuro de Metilo para el control de la enfermedad del moko del banano *Pseudomonas solanacearum*, raza 2. (Ver figura 2A en el apéndice)

#### Descripción del Area.

El Distrito de Motagua se ubica geográficamente en las coordenadas 15°18' latitud norte y 88°57' de longitud oeste; Bobos, en 15°23' latitud norte y 88°49' longitud oeste, ambos se encuentran a una altura de 56.50 msnm. (14)

La extensión del Distrito de Motagua es de 3,600 ha en el municipio de Los Amates y la extensión de Bobos es de 1,214 ha en el municipio de Morales.

### 5.3 Clima:

Clima cálido sin estación fría bien definida; caracter del clima, húmedo; vegetación natural característica, selva; la precipitación media anual es de 1,736 mm. (15)

### 5.4 Suelos:

#### a. Geología:

La composición geológica de los suelos de los Distritos de Motagua y de Bobos se define como Tsp Terciario superior oligoceno-plioceno. (14)

#### b. Tipo de suelo:

Los suelos son suelos Inca (In) cuyas características se presentan de esta forma:

Suelos Aluviales: de relieve casi plano, y con un drenaje interno malo.

El suelo superficial es de color café grisáceo, la textura y consistencia franco arcillosa micacea y friable, con un espesor aproximado de 25-30 cm.

El subsuelo es de color moteado de café grisáceo, gris y café óxido, consistencia friable, textura franco arcillosa o franco arcillo arenosa, espesor aproximado de 40-50 cm. (24)

#### c. Capacidad agrícola de los suelos:

Según el Mapa de Uso Potencial de la Tierra, estos suelos son de clase agrícola III y sus características son: tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para riego con cultivos muy rentables, con topografía plana a ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo. Incluyen suelos poco profundos en microrrelieves o pendientes moderadas, con

textura con problema, drenaje deficiente, con limitaciones para la mecanización. (15)

#### 5.5 Hidrología:

El recurso hídricos con que cuenta el Distrito de Motagua es el Río Motagua. Bobos cuenta con el Río Bobos. (14)

#### 5.6 Zona Ecológica:

Zona de vida: bosque, muy húmedo, subtropical cálido. Condiciones Climáticas: son variables por influencia de los vientos. La temperatura promedio sobrepasa los 30°C. La precipitación media anual es de 3,284mm. El régimen de lluvias es de mayor duración por lo que influye grandemente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación. La topografía va de plana a accidentada. (17, 19)

## 6. OBJETIVOS:

### 6.1 Objetivo General:

Buscar alternativas al bromuro de metilo para el control de Pseudomonas solanacearum, raza 2, causante del moko en banano (musa sapientum).

### 6.2 Objetivos Específicos:

6.2.1 Evaluar diferentes dosis de Dazomet granulado y Cloruro de Benzonio para control del moko del banano Pseudomonas solanacearum, raza 2.

6.2.2 Determinar los costos de aplicación de los tratamientos evaluados.

## 8. HIPOTESIS

La aplicación de Dazomet granulado y Cloruro de Benzonio en diferentes dosis no ejercen la misma eficacia que el bromuro de metilo en el control del moko del banano (Pseudomonas solanacearum, raza 2).

## 8. METODOLOGIA

### 8.1 Tratamientos:

Se utilizaron tres productos comerciales (Dazomet, Cloruro de Benzonio y Bromuro de Metilo).

Dazomet y Cloruro de Benzonio fueron aplicados con dos dosis cada uno, el Bromuro de metilo se utilizó como tratamiento testigo en una dosis. En total se aplicaron cinco tratamientos.

Cuadro No. 1

#### FACTORES Y NIVELES EMPLEADOS COMO TRATAMIENTOS

Factores	P R O D U C T O S			
	Dazomet		Cloruro Benzonio	
Niveles	1	2	1	2
Dosis Aplicadas de Ingrediente Activo	49 gr/m <sup>2</sup>	73.3 gr/m <sup>2</sup>	5%	10%
Código	D50	D75	Be5	Be10

El Bromuro de Metilo se utilizó en dosis de 149 gr/m<sup>2</sup> como tratamiento testigo y su código es Br1.

### 8.2 Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño completamente al azar. El experimento incluyó cinco tratamientos y doce repeticiones de los mismos. El testigo fue el Bromuro de Metilo.

### 8.3 Modelo Estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ijk}$$

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo producto.

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésima dosis.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo producto y la j-ésima dosis.

$E_{ijk}$  = Efecto del error asociado a la ijk-ésima unidad experimental.

### 8.4 Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en un área de 5m x 5m que incluye en su centro a la planta enferma. Para efecto de identificación se le denominó área de tratamiento. A esta área se le aplicó un tratamiento determinado al azar. El área de tratamiento se encontró incluida dentro de una área circular con un radio de 6 m cuyo centro era la planta enferma. Después de aplicados los tratamientos se dejó el área circular (área total) de 113 m<sup>2</sup> en descanso por espacio de tres meses durante los cuales se realizaron inspecciones para verificar la existencia de rebrotes del cultivo o presencia de malezas.

En el caso del Cloruro de Benzonio se hizo necesaria la aplicación de herbicida a los 30 y 45 días después de aplicado el tratamiento debido a que las áreas tratadas con este producto presentaron rebrotes y presencia de malezas.

En el caso de Dazomet y Bromuro de Metilo no se hizo necesaria la aplicación de herbicidas debido a que su espectro de acción permite controlar rebrotes y malezas.

Tres meses después de aplicados los tratamientos se procedió a la resiembra y dos meses después de esto se evaluó la reincidencia. A continuación se detalla el orden en que estos tratamientos fueron aplicados.

Cuadro 2. ORDEN DE APLICACION DE TRATAMIENTOS

No. de Orden	Tratamiento	No. de Orden	Tratamiento
1	Be10	31	Be5
2	D75	32	D75
3	Be5	33	Be10
4	Br1	34	D50
5	Be10	35	Be10
6	D75	36	Br1
7	Br1	37	Be10
8	D75	38	D50
9	Be5	39	D50
10	D75	40	Be10
11	D75	41	Br1
12	Be10	42	Be5
13	Br1	43	Be10
14	Br1	44	D50
15	Be5	45	D75
16	D50	46	Br1
17	D75	47	D75
18	Be10	48	Be10
19	D50	49	D50
20	Be5	50	Br1
21	Be5	51	Be5
22	Br1	52	D50
23	Br1	53	D75
24	D50	54	Be10
25	D50	55	Be5
26	D75	56	Be10
27	Be5	57	D75
28	D50	58	D50
29	Br1	59	Br1
30	Be5	60	Be5

D50: Dazomet 50 gr/m<sup>2</sup>

D75: Dazomet 75 gr/m<sup>2</sup>

Be5: Cloruro de Benzonio 5%

Be10: Cloruro de Benzonio 10%

Br1: Bromuro de Metilo 152 gr/m<sup>2</sup>

#### 8.5 Establecimiento de las Areas de Tratamiento:

Desde el momento que los inspectores reportaron la aparición de casos de la enfermedad de Moko del banano (Pseudomonas solanacearum, raza 2) en las plantaciones pertenecientes a la empresa BANDEGUA, se procedió a aplicar los productos a evaluar, Dazomet y Cloruro de Benzonio y como testigo el Bromuro de Metilo, con el propósito de erradicar dicha enfermedad. Se trabajó de esta manera con 60 unidades experimentales, de acuerdo a la numeración correlativa que aparece en el Cuadro No. 2.

## 8.6 Manejo del Experimento

### 8.6.1 Preparación de los Tratamientos.

#### Dazomet:

##### a) Tratamiento D50

Dosis: 49 gr/m<sup>2</sup> de ingrediente activo; se pesaron 1,225 gr de ingrediente activo para ser aplicados en un área de 25m<sup>2</sup>.

##### b) Tratamiento D75

Dosis: 73.5 gr/m<sup>2</sup> de ingrediente activo; se pesaron 1,37.5 gr de ingrediente activo para ser aplicados en un área de 25m<sup>2</sup>.

Estas dosis se eligieron de acuerdo a las recomendaciones de la empresa fabricante para erradicación de bacterias. (5)

#### Cloruro de Benzonio:

##### a) Tratamiento Be5

Dosis: 5% de ingrediente activo. Se emplearon 0.87 litros de producto comercial al 46% en 7.13 litros de agua para obtener un volumen final de 8 litros de solución a la concentración deseada. Esta dosis se aplicó en un área de 25m<sup>2</sup>.

##### b) Tratamiento Be10

Dosis: 10% de ingrediente activo. Se emplearon 1.74 litros de producto comercial al 46% en 6.26 litros de agua para obtener un volumen final de 8 litros de solución a la concentración deseada. Esta dosis se aplicó en un área de 25m<sup>2</sup>.

La dosis se aumentó en 10 y 20% de lo que recomienda la casa fabricante para la desinfección de corrales o alojamiento para animales, así como aparatos y equipos. Este aumento en la dosis se hizo para poder aplicar el producto directamente al suelo y así ser eficaz en la erradicación de las bacterias Pseudomonas solanacearum, raza 2.

### Bromuro de Metilo:

#### a) Tratamiento Br1

Dosis: 149 gr/m<sup>2</sup> de ingrediente activo. Se aplicaron 3,725 gr de ingrediente activo en 25m<sup>2</sup>. Este producto se presenta en cilindros de gas de 45.4 kg y es calibrado a la dosis deseada.

La dosis de aplicación es de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para la desinfección de suelos. (11, 27)

#### 8.6.2 Aplicación de los Tratamientos.

En la aplicación de Dazomet y Cloruro de Benzonio, se siguieron los pasos que a continuación se detallan.

a) Para erradicar el moko del banano, Pseudomonas solanacearum, raza 2, se delimitó un radio de 6m a partir de la planta enferma. Este es un área de 113 m<sup>2</sup> y para efecto de referencia se denominó área total.

b) Se trazó un área de 5m x 5m que tuvo como centro la planta enferma. A esta se le denominó área de tratamiento, la cual quedó incluida dentro del área total.

c) Se eliminaron las plantas que estaban dentro del área total, es decir dentro del radio de 6 m, pero aún no se eliminaron las plantas que estaban dentro del área de tratamiento de 5m x 5m. La eliminación de las plantas consistió en cortar los tallos a ras y la extracción de los cormos del suelo para verificar la presencia o ausencia de la enfermedad. Si alguna planta dentro del radio de 6m presenta síntomas de la enfermedad, esta se convierte en un nuevo caso. (ver figura 1)

d) Una vez eliminadas las plantas en el área total, se picó el suelo a una profundidad de 10 cm en el área de tratamiento.

e) Se aplicó la mitad de la dosis en el área de tratamiento. El producto Dazomet se aplicó esparciéndose sobre la superficie del suelo a mano, utilizando guantes y botas de caucho. Después de aplicar la dosis, se regó suficiente agua con regadera para humedecer el suelo.

El Cloruro de Benzonio, en ambas soluciones (5 y 10%), se aplicó con bomba aspersora regándose en forma uniforme sobre la superficie del suelo en un área de 25 m<sup>2</sup>.

f) Se eliminaron las plantas que estaban en el área de tratamiento y se extrajeron los cormos del suelo.

g) Se picaron con machete los tallos y cormos de las plantas eliminadas en el área de tratamiento; además, los cormos extraídos en el área total se llevaron al área de tratamiento donde también fueron picados.

h) En el caso de Dazomet, se aplicó la mitad restante de la dosis y nuevamente se regó suficiente agua. Inmediatamente, el área de tratamiento fue cubierta con tela plástica.

En cuanto al uso de Cloruro de Benzonio, también se aplicó la mitad restante de la dosis. Inmediatamente después se cubrió el área tratada con una tela plástica.

Con ambos productos, Dazomet y Cloruro de Benzonio, se dejó el área de tratamiento cubierta con tela plástica por un tiempo de 24 a 48 horas.

i) En todos los casos, se aplicó con bomba aspersora un herbicida y un insecticida alrededor del área de tratamiento para destruir posibles hospederos.

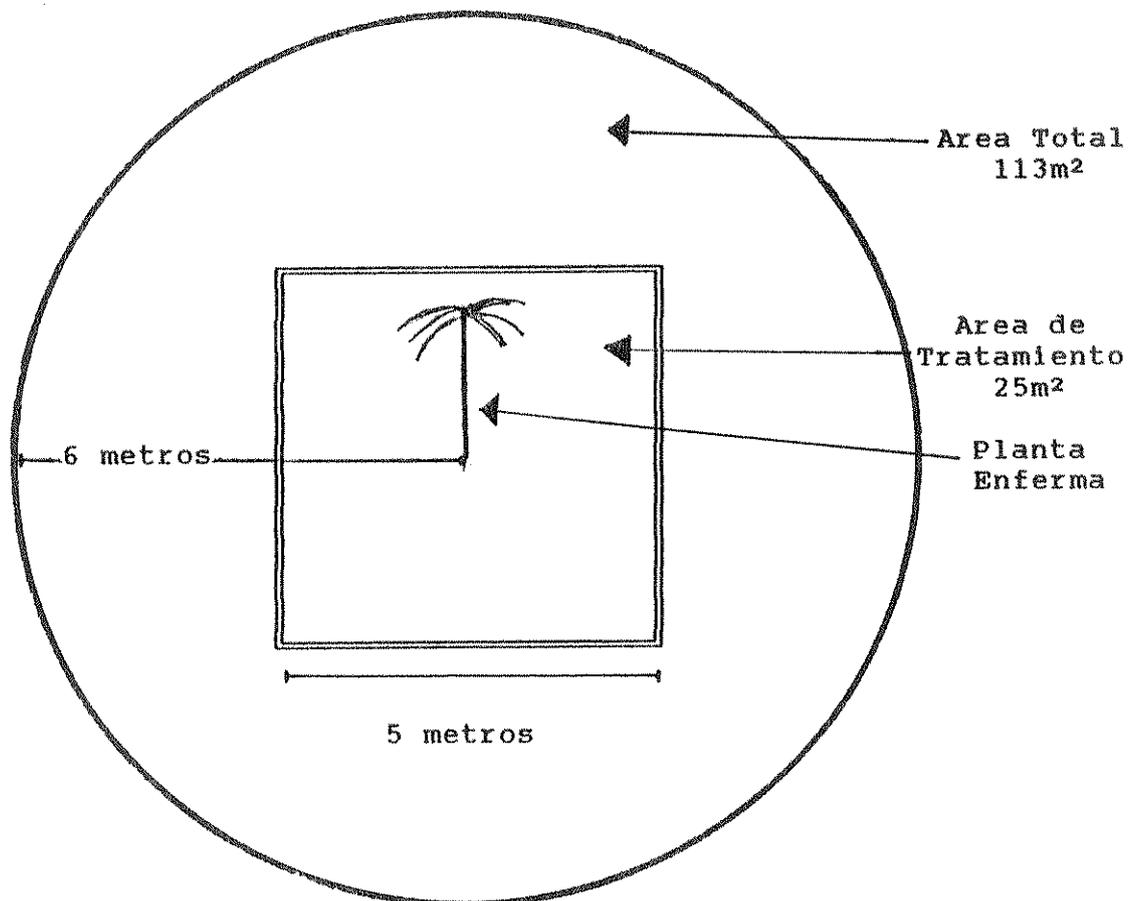
j) Se esterilizaron con formalina los materiales y equipo utilizados en todo procedimiento.

k) Debido a que el Cloruro de Benzonio solamente controla bacterias gram positivas y gram negativas, se hizo necesaria la aplicación de un herbicida 30 y 45 días después de aplicado el tratamiento para controlar malezas y rebrotes.

l) Tres meses después de aplicados los tratamientos, se inicia la resiembra con plantas libres de enfermedades y plagas. Estas plantas son cultivadas en el vivero de la Empresa BANDEGUA.

Para aplicar el Bromuro de Metilo, ya debe estar cubierta el área de tratamiento de  $25\text{m}^2$  con tela plástica. Se inserta la manguera del cilindro que contiene el gas debajo de dicha tela y se aplica la dosis requerida. Se dejó el área cubierta por un tiempo de 24 a 48 horas.

Figura 1: Diagrama del área de tratamiento.



### 8.7 Variable de Respuesta y Evaluación:

La variable de respuesta fué la incidencia de Pseudomonas solanacearum, raza 2 en el banano dos meses después de la resiembra, es decir, cinco meses después de aplicados los tratamientos en el área de 5m x 5m.

Se tomaron cinco plantas resemebradas por área de tratamiento para verificar la reincidencia o ausencia de la bacteria. Se hizo una observación de las hojas para detectar los síntomas de la enfermedad. Seguidamente se procedió a partir los pseudo tallos para comprobar la existencia interna de síntomas de la enfermedad. Estos consisten en una decoloración vascular concentrada cerca del centro del pseudo tallo, que es la formación de un anillo bacteriano.

### 8.8 Duración del Experimento:

Este experimento tuvo una duración de seis meses: un mes para la aplicación de los tratamientos; la resiembra se llevo a cabo tres meses después de aplicados los tratamientos, y se evaluó la presencia o ausencia de la bacteria dos meses después de la resiembra, es decir, cinco meses después de aplicados los tratamientos.

## 9. RESULTADOS Y DISCUSION

### 9.1 Presentación y Discusión de Resultados.

#### 9.1.1 Eficacia de control del moko por productos evaluados.

En el cuadro no. 3 se presenta un resumen de los resultados de la aplicación de los productos en el control de moko. Como puede observarse en dicho cuadro, el control para todos los tratamientos fue de una eficacia de 100%, es decir, después de cinco meses no apareció en ningún caso alguna planta enferma. En los cuadros 6A al 10A del apéndice se indica con detalle la ubicación de los tratamientos, las matas enfermas, las matas destruidas, fechas de tratamiento y resiembra, el número de plantas resembradas y por último la fecha de evaluación de la variable de respuesta.

Cuadro No. 3:

RESULTADOS DE EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CONTROL  
DE MOKO DEL BANANO EN FINCAS DE  
BANDEGUA, IZABAL

Tratamiento	No. de Plantas Enfermas a los 5 meses	Eficacia en el Control de Moko a los 5 meses
Dazomet 50 gr/m <sup>2</sup>	0	100%
Cloruro de Benzonio 5%	0	100%
Dazomet 75 gr/m <sup>2</sup>	0	100%
Cloruro de Benzonio 10%	0	100%
Bromuro de Metilo 152 gr/m <sup>2</sup>	0	100%

### 9.1.2 Costos de Aplicación de los Tratamientos Evaluados.

En el cuadro 4 se presenta un resumen de los costos de aplicación de los tratamientos evaluados. En el anexo, en los cuadros 11A al 16A se presenta con detalle las diferentes actividades y los costos de cada una de ellas en las aplicaciones de los productos evaluados.

Cuadro No. 4

RESULTADOS DE COSTO DE APLICACION  
DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL CONTROL DE MOKO  
EN LAS FINCAS DE BANDEGUA, IZABAL

Tratamiento	Costo de aplicación en 25m <sup>2</sup>
Dazomet 50 gr/m <sup>2</sup>	Q. 107.09
Cloruro de Benzonio 5%	Q. 108.37
Dazomet 75 gr/m <sup>2</sup>	Q. 132.79
Cloruro de Benzonio 10%	Q. 141.81
Bromuro de Metilo 152 gr/m <sup>2</sup>	Q. 152.27

Los costos de aplicación se dividen básicamente en costos de mano de obra y costos de insumos. En cuanto a costos de mano de obra el más barato de aplicarse es el bromuro de metilo ya que a diferencia de los otros productos no se hace necesario picar el suelo para su aplicación, tampoco se hace necesaria la aplicación de herbicida a los 30 y 45 días, lo que sí ocurre con el cloruro de benzonio. En relación al costo de los insumos, este es el rubro que eleva el costo total de aplicación de los productos; siendo el plaguicida más caro el bromuro de metilo y los más baratos el Dazomet 50gr/m<sup>2</sup> y Cloruro de Benzonio al 5%.

### 9.1.3 Discusión de Resultados Combinados.

En el cuadro 5 se aprecia el resultado de eficacia de control, costos Y daños ambientales que ocasionan los productos evaluados.

Cuadro No. 5

RESULTADOS DE EFICACIA, COSTOS Y APLICACION DE LOS  
TRATAMIENTOS EN EL CONTROL  
DE MOKO DEL BANANO EN FINCAS DE BANDEGUA, IZABAL

Tratamiento	Eficacia en el Control de Moko a los 5 meses	Costo de aplicación en 25m <sup>2</sup>	Observaciones
Dazomet 50 gr/m <sup>2</sup>	100%	Q. 107.09	-No causa daño a la capa de ozono. -Menor costo.
Cloruro de Benzonio 5%	100%	Q. 108.37	-No causa daño a la capa de ozono.
Dazomet 75 gr/m <sup>2</sup>	100%	Q. 132.79	-No causa daño a la capa de ozono.
Cloruro de Benzonio 10%	100%	Q. 141.81	-No causa daño a la capa de ozono.
Bromuro de Metilo 152 gr/m <sup>2</sup>	100%	Q. 152.27	-Provoca daños a la capa de ozono. -Nocivo para la salud -Tratamiento de mayor costo. -manejo delicado

Todos los tratamientos tuvieron el mismo efecto de control sobre Pseudomonas solanacearum, raza 2, la diferencia de los tratamientos recae en el costo de los mismo. Dichos costos pueden enfocarse desde dos puntos de vista:

1. El costo ecológico ambiental y,
2. El costo económico.

Desde el punto de vista ecológico, el tratamiento menos conveniente es el Bromuro de Metilo debido a que causa daño al medio ambiente y destruye la capa de ozono, lo que permite la penetración directa de la radiación ultravioleta procedente del sol, y como resultado altera

los ecosistemas. Afecta el rendimiento de las cosechas. Además aumenta la frecuencia de cáncer de la piel, las cataratas e inmunodeficiencias en seres humanos. (25)

Dazomet y Cloruro de Benzonio no causan daños a la capa de ozono, ya que estos no contienen Bromuro; además no tienen efectos residuales altamente tóxicos.

El tratamiento de menor costo de aplicación para el control del moko del banano es el Dazomet en una dosis de 50 gr/m<sup>2</sup> con un valor de Q.107.09. El tratamiento de mayor costo de aplicación es el Bromuro de Metilo en una dosis de 152 gr/m<sup>2</sup> con un valor de Q.152.27. El costo es 42% más elevado que el Dazomet 50 gr/m<sup>2</sup>.

## 10. CONCLUSIONES

1. Dazomet 50gr/m<sup>2</sup> y 75 gr/m<sup>2</sup> y Cloruro de Benzonio al 5 y 10% resultan igualmente eficaces en el control de Pseudomonas solanacearum, raza 2.
2. Se puede afirmar que cinco meses después de aplicados los tratamientos, no hubo reincidencia en ninguno de los tratamientos aplicados.
3. El tratamiento de menos costo es el Dazomet (Basamid) 50 gr/m<sup>2</sup> ya que resulta un 42% más barato que el tratamiento testigo.
4. El tratamiento de mayor costo es el Bromuro de Metilo.
5. El tratamiento menos conveniente es el de Bromuro de Metilo.

## 11. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación de Dazomet 50gr/m<sup>2</sup> y Cloruro de Benzonio al 5% para el control de Pseudomonas solanacearum, raza 2 en un área de tratamiento de 25m<sup>2</sup> ya que a los cinco meses de su aplicación mostraron un control sobre la enfermedad en el 100% de los casos. Además son los tratamientos de menor costo, daño al ambiente y riesgo de manejo.
2. Se recomienda no utilizar el bromuro de metilo para el control de Pseudomonas solanacearum, raza 2, debido a que causa daños en el ambiente y contamina mantos acuíferos. Además el costo de aplicación de este producto es el más elevado.
3. Se recomienda el uso alternativo de Dazomet y Cloruro de Benzonio para evitar resistencia a los productos.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## 12. BIBLIOGRAFIA

1. ALPI, A.; TOGNONI, F. 1987. Cultivo en invernadero. Trad. por José de la Iglesia Gonzalez. España, Ediciones Mundi-Prensa. p. 102-105; 196-197.
2. ARTEAGA TOLEDO, O. 1969. Análisis descriptivo de la comercialización del banano para exportación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
3. ASOCIACION DE BANANEROS DE URABA (Col.). 1989. Mercado mundial del banano. Augura (Col.) 15(1):15-88.
4. BANANERA DE GUATEMALA. DEPARTAMENTO EXPERIMENTAL. 1984. Manual técnico sobre procedimientos para control de moko. Izabal, Guatemala. 9 p.
5. BASF (ALEMANIA). 1993. Basamid granulado, guía de comercialización. Alemania. 9 p.
6. BOCHE ARCHILA, A.A. 1985. Evaluación de desinfectantes para la enfermedad de moko (Pseudomonas, sp.) en banano (Musa, sp.) Tesis Tec. Fitotec. Riegos. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 20 p.
7. CIBA-GEIGY (SUIZA). 1992. Beloran 500: technical summary for registration. Suiza. 12 p.
8. COOK, A.A. 1961. Diseases of tropical and subtropical fruits and nuts. New York, McMillan Publishing. 317 p.
9. CHEMICAL AND PHARMACEUTICAL PRESS (EE.UU.). 1994. Crop protection chemicals reference. New York. John Witey. p. 214-216.
10. CHIBARRO, A. 1986. La actividad bananera y los mercados no tradicionales; experiencia latinoamericana en la expansión de la exportación bananera. Panamá, Unión de Países Exportadores de Banano. 391 p.
11. FARM CHEMICALS HANDBOOK (EE.UU.). 1994. Pesticide dictionary, fertilizer dictionary, regulatory file; environmental and safety section. Buyer's Guide. Willoughby, Ohio, The Sine Index Company. p. 109, 234.

12. GAROZ VALENZUELA, C.F. 1992. Las exportaciones del banano guatemalteco en el mercado mundial: tendencias (1962-1988) y perspectivas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 84 p.
13. GONZALEZ PICADO, J. 1978. La enfermedad del moko en la zona atlántica de Costa Rica. Costa Rica, s.n. 12 p.
14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala. tomo 1. p. 490.
15. \_\_\_\_\_. 1980. Mapa: capacidad productiva de la tierra. Guatemala. Esc. 1:50,000.
16. \_\_\_\_\_. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1970. Mapa ecológico de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000.
17. \_\_\_\_\_. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
18. HARRIS, D.C. 1977. *Pseudomonas solanacearum*; diseases, pests and weeds in tropical crops. Berlin-Hamburg, s.n. p. 58-61.
19. OBIOLS DEL CID, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala; según el sistema Thorntwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:1,000,000. Color.
20. PEREZ, L.E. 1980. Aspectos generales sobre cultivo de banano. *Agronomía (Gua.)* 3(24):5-10.
21. RUIZ MORALES, J.C. 1990. Determinación de la susceptibilidad a "moko del banano" causado por *Pseudomonas solanacearum*, raza 2 en las musáceas existentes en la zona bananera de Izabal, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 23 p.
22. SALINAS BARRETO, L. 1967. La enfermedad del moko del plátano en el Perú. Perú, Instituto de Reforma y Promoción Agraria del Perú. Boletín Técnico no. 70. 22 p.
23. SEQUEIRA, L. 1958. Bacterial wilt of bananas: dissemination of the pathogen and control of the disease. *Phytopathology (EE.UU.)* 48(2):64-69.

24. SIMMONS, CH. S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Suisona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p
25. STOLARSKI, R.S. 1988. El agujero de ozono de la Antártida. Investigación y Ciencia (España) no. 138:12-18.
26. STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. 1987. Bananas, moko. 3 ed. EE.UU., Longman Scientific and Technical. p. 305-308.
27. THOMSON, W.T. 1991-92. Chemicals book III-miscellaneous agricultural chemical: fumigants, growth regulators, seed safeners, repellents, fish toxicants, bird toxicants, pheromones, rodenticides and others. EE.UU., s.n. p. 3-5; 17-18.
28. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, (OFFICE OF PESTICIDE PROGRAMS CHEMICAL AND BIOLOGICAL INVESTIGATIONS BRANCH). 1982. Manual of chemical methods for pesticides and devices. EE.UU. p. 1-2.
29. VASQUEZ JORDAN, H.A. 1987. Determinación de las principales malezas asociadas al cultivo del banano y su condición hospedante a Pseudomonas solanacearum, raza 2 en la región noratlántica de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 26 p.

Vo.Bo. Rolando Barrios



## 13. A P E N D I C E

## APENDICE 1

Cuadro No. 6A

RESULTADOS EN EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE NOKO DEL BANANO  
 EN LA EMPRESA BANDEGUA  
 Con DAZOMET 50 gr/m<sup>2</sup>

UBICACION TRATAMIENTO		REPETICIONES DE TRATAMIENTOS	MATAS C/NOKO	MATAS DESTRUIDAS	FECHA DE TRATAMIENTO	FECHA DE RESEMBRA	NO. PLANTAS RESEMBRADAS	REINCIDENCIA A DOS MESES	
DISTRITO	SECCION							SI	NO
Notagua	1-1	1	1	8	2-6-94	2-9-94	9		X
Notagua	7-2	2	1	12	4-6-94	5-9-94	11		X
Notagua	7-2	3	1	7	8-6-94	8-9-94	8		X
Notagua	38-1	4	2	7	8-6-94	8-9-94	13		X
Notagua	D4-1	5	1	17	9-6-94	9-9-94	15		X
Notagua	25-2	6	1	8	14-6-94	14-9-94	7		X
Bobos	A7-2	7	1	13	15-6-94	15-9-94	12		X
Bobos	B9-1	8	1	12	16-6-94	16-9-94	12		X
Bobos	B1-2	9	1	13	17-6-94	17-9-94	14		X
Bobos	B2-2	10	1	12	20-6-94	20-9-94	12		X
Bobos	F6-1	11	1	16	21-6-94	21-9-94	15		X
Bobos	F7-1	12	1	13	24-6-94	24-9-94	12		X

## APENDICE 2

Cuadro No. 7A

RESULTADOS EN EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE MOKO DEL BANANO  
 EN LA EMPRESA BANDEGUA  
 Con DAZOMBY 75 gr/m<sup>2</sup>

UBICACION TRATAMIENTO		REPETICIONES DE TRATAMIENTOS	MATAS C/MOKO	MATAS DESTRUIDAS.	FECHA DE TRATAMIENTO	FECHA DE RESEMBRAS.	NO. PLANTAS RESEMBRADAS	REINCIDENCIA A DOS MESES	
DISTRITO	SECCION							SI	NO
Notagua	B4-1	1	4	23	25-5-94	25-8-94	19		X
Notagua	C19-1	2	2	11	27-5-94	27-8-94	10		X
Notagua	K7-1	3	1	14	30-5-94	30-8-94	18		X
Notagua	6-3	4	1	11	31-5-94	31-8-94	9		X
Notagua	A-41	5	2	20	31-5-94	31-8-94	20		X
Notagua	D-41	6	1	12	2-6-94	2-9-94	10		X
Notagua	D-52	7	1	13	8-6-94	8-9-94	14		X
Bobos	E9-1	8	1	10	13-6-94	13-9-94	10		X
Bobos	F15-1	9	1	12	17-6-94	17-9-94	9		X
Bobos	G-15	10	1	11	20-6-94	20-9-94	8		X
Bobos	27-2	11	1	14	22-6-94	22-9-94	12		X
Bobos	A10-1	12	1	14	23-5-94	23-8-94	12		X

## APENDICE 3

Cuadro No. 8A

RESULTADOS EN EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE MOKO DEL BANANO  
EN LA EMPRESA BANDEGUA  
Con CLORURO DE BENZONIO 5%

UBICACION TRATAMIENTO		REPETICIONES DE TRATAMIENTOS	MATAS C/MOKO	MATAS DESTRUIDAS.	FECHA DE TRATAMIENTO	FECHA DE RESEMBRAS.	NO. PLANTAS RESEMBRADAS	REINCIDENCIA A DOS MESES	
DISTRITO	SECCION							SI	NO
Notagua	6-3	1	1	11	26-5-94	26-8-94	13		X
Notagua	C3-2	2	1	13	30-5-94	30-8-94	14		X
Notagua	A4-1	3	1	16	2-6-94	2-9-94	12		X
Notagua	6-1	4	1	14	6-6-94	6-9-94	12		X
Notagua	B4-1	5	1	16	6-6-94	6-9-94	15		X
Notagua	6-3	6	1	10	9-6-94	9-9-94	9		X
Notagua	6-3	7	1	9	10-6-94	10-9-94	8		X
Bobos	B2-2	8	1	13	10-6-94	10-9-94	10		X
Bobos	B2-2	9	1	12	16-6-94	16-9-94	11		X
Bobos	A9-1	10	1	11	20-6-94	20-9-94	9		X
Bobos	A9-1	11	1	10	21-6-94	21-9-94	12		X
Bobos	A9-1	12	1	13	25-6-94	25-9-94	10		X

## APENDICE 4

Cuadro No. 9A

**RESULTADOS EN EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE NOKO DEL BANANO  
EN LA EMPRESA BANDEGUA  
Con CLORURO DE BENZONIO 10%**

UBICACION TRATAMIENTO		REPETICIONES DE TRATAMIENTOS	MATAS C/NOKO	MATAS DESTRUIDAS.	FECHA DE TRATAMIENTO	FECHA DE RESEMBRAS.	NO. PLANTAS RESEMBRADAS	REINCIDENCIA A DOS MESES	
DISTRITO	SECCION							SI	NO
Notagua	A8-1	1	1	9	25-5-94	25-8-94	10		X
Notagua	6-3	2	1	8	27-6-94	27-8-94	6		X
Notagua	6-3	3	1	7	31-6-94	31-8-94	8		X
Notagua	C5-2	4	1	16	3-6-94	3-9-94	15		X
Notagua	A6-2	5	1	13	13-6-94	13-9-94	10		X
Notagua	D4-1	6	1	17	14-6-94	14-9-94	15		X
Notagua	1-1	7	1	8	15-6-94	15-9-94	8		X
Bobos	B13-2	8	1	9	16-6-94	16-9-94	8		X
Bobos	B13-2	9	1	8	17-6-94	17-9-94	8		X
Bobos	F20-1	10	1	12	22-6-94	22-9-94	12		X
Bobos	F20-1	11	1	10	23-6-94	23-9-94	10		X
Bobos	B14-2	12	1	14	23-6-94	23-9-94	12		X

## APENDICE 5

Cuadro No. 10A

RESULTADOS EN EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE MOCO DEL BANANO  
EN LA EMPRESA BANDRUGA  
Con BROMURO DE METILO 152 gr/m<sup>2</sup>

UBICACION TRATAMIENTO		REPETICIONES DE TRATAMIENTOS	NATAS C/MOCO	NATAS DESTRUIDAS.	FECHA DE TRATAMIENTO	FECHA DE RESEMBRA.	NO. PLANTAS RESEMBRADAS	REINCIDENCIA A DOS MESES	
DISTRITO	SECCION							SI	NO
Notagua	11-2	1	1	10	26-5-94	26-8-94	10		X
Notagua	25-2	2	1	12	28-5-94	28-8-94	10		X
Notagua	R-21	3	1	8	1-6-94	1-9-94	10		X
Notagua	A-6-2	4	1	12	1-6-94	1-9-94	12		X
Notagua	D-5-2	5	1	8	7-6-94	7-9-94	8		X
Notagua	D-4-1	6	1	12	7-6-94	7-9-94	10		X
Notagua	I-1	7	1	13	10-6-94	10-9-94	10		X
Notagua	E-4	8	1	9	14-6-94	14-9-94	10		X
Bobos	R-9-1	9	1	8	16-6-94	16-9-94	10		X
Bobos	G-14-1	10	1	7	18-6-94	18-9-94	8		X
Bobos	A-7-2	11	1	12	21-6-94	21-9-94	12		X
Bobos	7-1	12	2	9	25-6-94	25-9-94	12		X

## APENDICE 6

Cuadro No. 11A

**COSTO DE APLICACION**  
**Por Area de Tratamiento de 25m<sup>2</sup>**  
**Dazomet 50 gr/m<sup>2</sup>**

Actividad	Jornales	Valor Jornal (Q)	Costo (Q)
Eliminación de Plantas	0.75	20	15.00
Picar suelo	0.375	20	7.50
Aplicar Producto	0.375	20	7.50
Cubrir y Aplicar Insecticida y Herbicida	0.187	20	3.74
Aplicar Herbicida a 30 y 45 días	-----	-----	-----
<b>S U B T O T A L</b>			<b>33.74</b>
Insumos	Cantidad	Costo (Q)	
Dazomet	50 gr/m <sup>2</sup>	51.40	
Nylon	25 m <sup>2</sup>	10.00	
Herbicida	125 cc	3.38	
Insecticida	50 cc	3.47	
Desinfectante de Herramienta	75 cc	5.10	

**S U B T O T A L      Q. 73.35**

**T O T A L      Q. 107.09**

Q. 1.00 = U.S.\$ 0.17

## APENDICE 7

Cuadro No. 12A

**COSTO DE APLICACION**  
 Por Area de Tratamiento de 25m<sup>2</sup>  
 Dazomet 75 gr/m<sup>2</sup>

Actividad	Jornales	Valor Jornal (Q)	Costo (Q)
Eliminación de Plantas	0.75	20	15.00
Picar suelo	0.375	20	7.50
Aplicar Producto	0.375	20	7.50
Cubrir y Aplicar Insecticida y Herbicida	0.187	20	3.74
Aplicar Herbicida a 30 y 45 días	-----	-----	-----
<b>S U B T O T A L</b>			<b>33.74</b>
Insumos	Cantidad	Costo (Q)	
Dazomet	75 gr/m <sup>2</sup>	77.10	
Nylon	25 m <sup>2</sup>	10.00	
Herbicida	125 cc	3.38	
Insecticida	50 cc	3.47	
Desinfectante de Herramienta	75 cc	5.10	

**S U B T O T A L      Q. 99.05**

**T O T A L      Q. 132.79**

## APENDICE 8

Cuadro No. 13A

**COSTO DE APLICACION**  
**Por Area de Tratamiento de 25m<sup>2</sup>**  
**Cloruro de Benzonio AL 5%**

Actividad	Jornales	Valor Jornal (Q)	Costo (Q)
Eliminación de Plantas	0.75	20	15.00
Picar suelo	0.375	20	7.50
Aplicar Producto	0.375	20	7.50
Cubrir y Aplicar Insecticida y Herbicida	0.187	20	3.74
Aplicar Herbicida a 30 y 45 días	0.625	20	12.50
<b>S U B T O T A L</b>			<b>46.24</b>
Insumos	Cantidad	Costo (Q)	
Cloruro Benzonio	880 ml	33.44	
Nylon	25 m2	10.00	
Herbicida	375 cc	10.12	
Insecticida	50 cc	3.47	
Desinfectante de Herramienta	75 cc	5.10	

**S U B T O T A L      Q.   62.13**

**T O T A L      Q.   108.37**

## APENDICE 9

Cuadro No. 14A

**COSTO DE APLICACION**  
**Por Area de Tratamiento de 25m<sup>2</sup>**  
**Cloruro de Benzonio AL 10%**

Actividad	Jornales	Valor Jornal (Q)	Costo (Q)
Eliminación de Plantas	0.75	20	15.00
Picar suelo	0.375	20	7.50
Aplicar Producto	0.375	20	7.50
Cubrir y Aplicar Insecticida y Herbicida	0.187	20	3.74
Aplicar Herbicida a 30 y 45 días	0.625	20	12.50
<b>S U B T O T A L</b>			<b>46.24</b>
Insumos	Cantidad	Costo (Q)	
Cloruro Benzonio	1,760 ml	66.88	
Nylon	25 m2	10.00	
Herbicida	375 cc	10.12	
Insecticida	50 cc	3.47	
Desinfectante de Herramienta	75 cc	5.10	

**S U B T O T A L      Q. 95.57**

**T O T A L      Q. 141.81**

## APENDICE 10

## Cuadro No. 15A

**COSTO DE APLICACION**  
**Por Area de Tratamiento de 25m<sup>2</sup>**  
**Bromuro de Metilo 152 gr/m<sup>2</sup>**

Actividad	Jornales	Valor Jornal (Q)	Costo (Q)
Eliminación de Plantas	0.75	20	15.00
Picar suelo	-----	-----	-----
Aplicar Producto	0.375	20	7.50
Cubrir y Aplicar Insecticida y Herbicida	0.187	20	3.74
Aplicar Herbicida a 30 y 45 días	-----	-----	-----
<b>S U B T O T A L</b>			<b>26.24</b>
Insumos	Cantidad	Costo (Q)	
Bromuro de Metilo	152 gr/m <sup>2</sup>	104.08	
Nylon	25 m <sup>2</sup>	10.00	
Herbicida	125 cc	3.38	
Insecticida	50 cc	3.47	
Desinfectante de Herramienta	75 cc	5.10	
<b>S U B T O T A L</b>		<b>Q.</b>	<b>126.03</b>
<b>T O T A L</b>		<b>Q.</b>	<b>152.27</b>

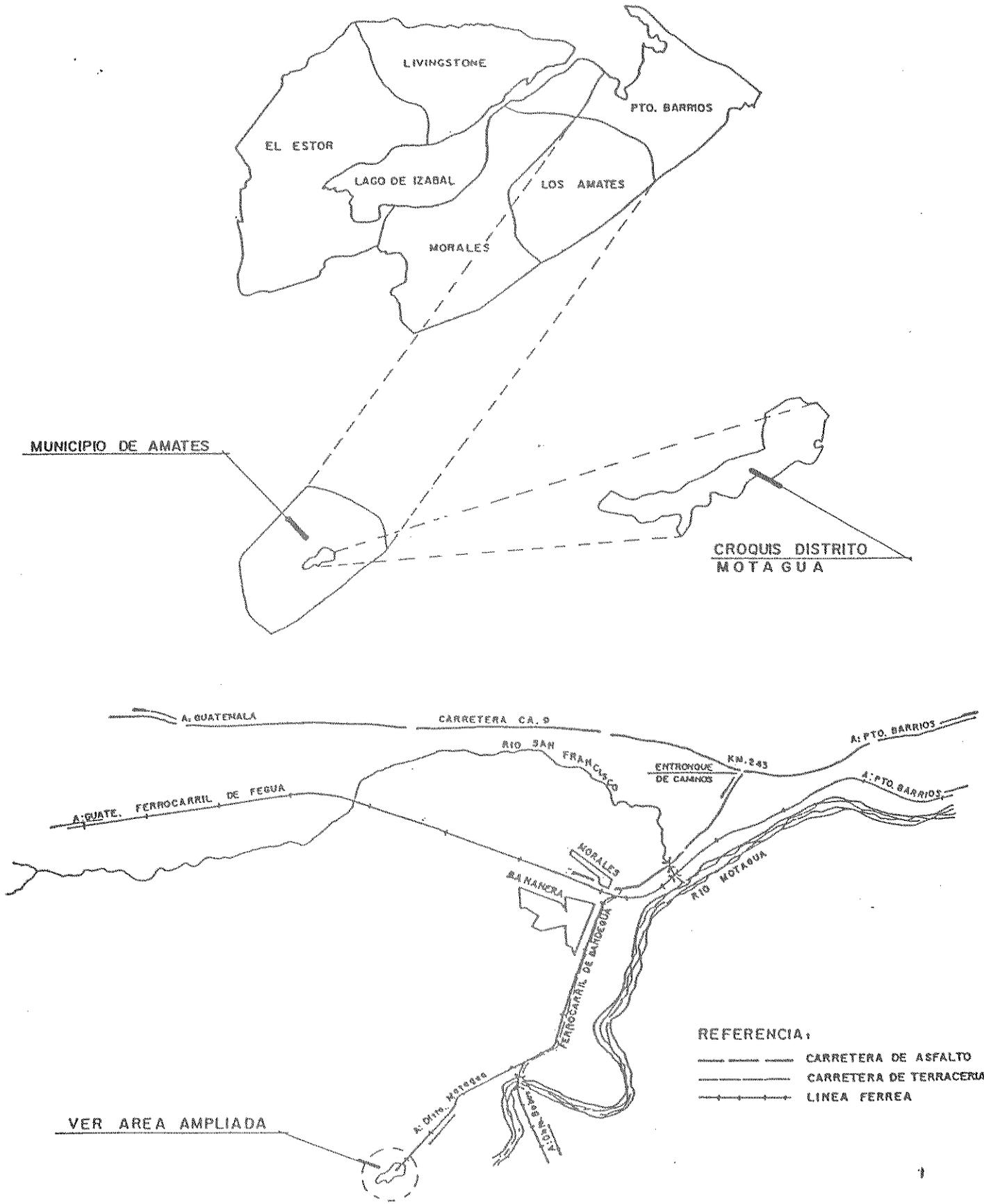


FIGURA No. 2 A	UBICACION DE DISTRITOS DE MOTA GUA Y BOBOS	SIN ESCALA
	LOS AMATES, MORALES, IZABAL	DIBUJO: J. SOTO
		FECHA: ABRIL, 1994



LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE DAZOMET (BASAMID)  
 Y CLORURO DE BENZONIO (BELORAN 500) EN EL CONTROL  
IN SITU DEL MOKO DEL BANANO (Pseudomonas solanacearum,  
 raza 2) COMO ALTERNATIVA AL USO DEL BROMURO DE METILO  
 EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HUGO LIONEL SANCHEZ RODAS

CARNET No: 78-02882

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Eugenio Orozco  
 Ing. Agr. Gustavo Alvarez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cum-  
 plido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la  
 Universidad de San Carlos de Guatemala.

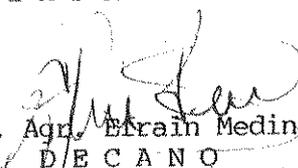
  
 Ing. Agr. Edil Rodríguez  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Luis Ortíz  
 ASESOR



  
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DIRECTOR DEL IIA.

IMPRIMASE

  
 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO

