

**Efecto de la concentración de esporas y
luz solar en la severidad de
Phyllosticta zingiberi
y manejo de patógenos del suelo en jengibre**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Fidel Méndez Dubón

ZAMORANO, HONDURAS
Agosto, 1998

**El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fidel Méndez Dubón', is written over a horizontal line.

Fidel Méndez Dubón

**ZAMORANO, HONDURAS
Agosto, 1998**

DEDICATORIA

A DIOS por estar conmigo cuando lo he necesitado y darme las fuerzas para finalizar estos estudios.

A mis padres Jorge Alberto y Gloria Miriam por apoyarme, darme su amor y confianza en todo momento. A mis hermanos Jorge y Melani. Siempre de una u otra manera hemos estado unidos. Sin ustedes no lo hubiera logrado.

A mi abuelita, tíos y primos, en especial a mi tío Chepito que siempre ha estado pendiente de nosotros.

A mis hermanas O. Flint, R. Vega, C. Torres, C. Arias, H. Salazar, E. Hernandez, J. González, J. Zelaya, L. Sandoval, a Luis Toro y a todos mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Michael Zeiss por su valiosa guía, por el tiempo que dedicó a este estudio y por ser ejemplo para mi vida profesional.

A la Dra. María Mercedes Doyle y Don Mario Bustamante por el apoyo que me brindaron, sus valiosos consejos y la amistad que me brindaron.

A Nolvía Ramos por todas sus enseñanzas y alegrías compartidas, pero sobre todo por brindarme su cariño y tratarme como a un hijo.

A Anabell Payés por su amistad y por haberme apoyado en los momentos difíciles.

A Antonio Jaco, Carolina Nolasco, Judith Ordoñez, Nuris y Luis Cañas por sus sabios consejos y su amistad. A Carolina Galo porque siempre estuvo dispuesta a ayudarme y por soportarme.

A Lourdes, Nora y Wendy por el cariño y toda la ayuda que me brindaron. A Doña María por tenerme en sus oraciones y por cuidar de mis cosas. A Francisco, Jorge, Chimino, Yamileth, Marta y Rosa, gracias por su ayuda desinteresada, en especial por brindarme su amistad.

A Hemerson Salazar, Diego Roman y José González por los momentos que compartimos durante la realización de este trabajo, y a Mónica Duarte, Francisca Palacios, Olenka García, Kenia David, Lex Sandoval, Wilfredo Marques, Carlos Palala, Enrique Duarte, Sara Duran, Ingrid Fromm, Guillermo Toruño, Santiago Morillo y Luis Jara por su amistad durante este último año. A Griselda Orellana y Doña Blanquita.

A Jim y Fey Baiker, Keith Chanon, Melissa y Trevor por su amistad.

A Don Fernando Abrego e hijos y a la Cooperativa 3 de Octubre, al Departamento de Horticultura, en especial al Ing. Barahona.

A la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, al Dr. Mauricio Rivera y en especial a Vilma Ortiz, por todos sus consejos y recomendaciones para la realización de este trabajo.

A Don Francisco Chorriego, por haberme brindado su confianza y apoyo.

A Zoila Rodríguez.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Fundación H. De Sola y a Doña Anita de Gerrits por financiar mis estudios del Programa Agrónomo y parte de los estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo.

Al Proyecto IPM-CRSP por financiar parte de mis estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo.

A mi tío Cristo José Dubón y a mis padres, gracias por costear parte de mis estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo y por todo el sacrificio que hicieron por mí, durante mi vida en Zamorano.

RESUMEN

Méndez, Fidel 1998. Efecto de la concentración de esporas y luz solar en la severidad de *Phyllosticta zingiberi* y manejo de patógenos del suelo en jengibre. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 32 p.

El objetivo de la investigación fue evaluar alternativas de control a las enfermedades del jengibre (*Zingiber officinale*), que reduzcan los costos de producción y la utilización de fungicidas sintéticos. Se montaron dos ensayos destinados al control de las pudriciones causadas por *Fusarium* spp., *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. El primer ensayo, en Zamorano, tuvo un diseño completamente al azar con 4 réplicas y 9 tratamientos que consistieron de la combinación factorial de la incorporación de enmiendas orgánicas (estiércol, compost y el testigo) y el factor naturaleza del fungicida (el fungicida biológico *Mycobac* (*Trichoderma lingnorum*), el fungicida sintético Aliette (fosetil Al) y el testigo). El segundo ensayo en la Cooperativa 3 de Octubre, tuvo un diseño de bloques completos al azar y 6 tratamientos eliminándose los tratamientos que contemplaban la incorporación de compost. Los ensayos contaron con la limitante de no poder inocular los patógenos al suelo. El rendimiento alcanzado a los 5 meses después de sembrado, no presentó diferencias significativas debido a los tratamientos. No se logró el objetivo del ensayo ya que no se presentaron problemas de pudriciones del rizoma. La imposibilidad de conseguir los patógenos del suelo para realizar el ensayo a nivel de invernadero inoculando el suelo, da indicios de que no existieron las condiciones adecuadas para el desarrollo de las enfermedades. Ante esta situación, se montó un ensayo para estudiar la enfermedad foliar causada por el hongo *Phyllosticta zingiberi*, presente en todas las zonas productoras de jengibre en Honduras. El objetivo fue dar las bases para la inoculación del hongo para futuras investigaciones sobre tácticas de manejo de esta enfermedad. El ensayo se realizó en Zamorano, utilizando un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 3 bloques. Los tratamientos consistieron de la combinación factorial entre tres concentraciones de esporas (0; $3,0 \times 10^5$ y $1,9 \times 10^6$ esporas viables/ml) de *P. zingiberi* y la exposición de las plantas inoculadas a dos niveles de luminosidad (7 % sol y 100 % sol). Se hicieron monitoreos de severidad en base al porcentaje de área foliar dañada a los 6, 9 y 12 días después de la inoculación. Se encontró que la severidad fue significativamente mayor en los tratamientos bajo 100 % sol y significativamente mayor a concentración alta de esporas. Se debe investigar sistemas de siembra intercaladas que proporcionen el porcentaje de sombra adecuado para el cultivo y para el control de la enfermedad.

Palabras claves: antagonismo, concentración de esporas, enmiendas orgánicas, luminosidad, patógenos del suelo, *P. zingiberi*.

NOTA DE PRENSA

¿EXISTEN ALTERNATIVAS AL USO DE FUNGICIDAS SINTETICOS EN LA PRODUCCION DE JENGIBRE?

Existirán condiciones bajo las cuales no serán justificables las aplicaciones de fungicidas e incluso el empleo de tácticas alternativas para el control de las pudriciones del rizoma por hongos del suelo en la producción de jengibre.

Las pudriciones del rizoma causadas por hongos del suelo fue el problema más importante mencionado por los productores. Los crecientes costos de producción y la tendencia del mercado a preferir productos libres de plaguicidas nos obliga a evaluar otras alternativas.

Se montaron dos ensayos, uno en Zamorano y otro en la Cooperativa 3 de Octubre, situada a 6 km al sur de Zamorano, con el fin de evaluar la alternativa de incorporar estiércol y compost al suelo y la aplicación de un fungicida biológico a base del hongo *Trichoderma lingnorum*.

En ambos lugares se contó con la limitante de no poder inocular el suelo, por lo que no se presentaron problemas de pudriciones, a pesar de que en los terrenos de la cooperativa se habían presentado grandes problemas en años anteriores. En contraste, se presentó la enfermedad foliar causada por el hongo *Phyllosticta zingiberi*, el cual se presenta en todas las zonas productoras de jengibre en Honduras.

En jengibre las especificaciones de calidad basadas en tamaño y peso del jengibre son cada vez más rigurosas, por lo que muchos productores no logran exportar grandes cantidades de su producción. Aparentemente *P. zingiberi* afecta el rendimiento, ya que reduce la capacidad fotosintética de la planta.

Se realizó un ensayo en Zamorano, donde se encontró que la severidad fue mayor en los tratamientos bajo 100 % sol y significativamente mayor a una concentración alta de esporas.

Personal de FHIA ha observado mayor severidad de la enfermedad en sistemas de siembra bajo sol. El objetivo del ensayo fue desarrollar las bases para futuras investigaciones, por lo que se inocularon dos concentraciones de esporas y para evaluar el efecto de la luminosidad en la severidad, se utilizaron dos niveles de luminosidad, 7 % y 100 % sol.

Es necesario evaluar distintos niveles de sombra y sistemas de cultivos intercalados que permitan reducir la severidad de la enfermedad y reducir el empleo de fungicidas.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Nota de prensa	viii
Contenido	ix
Índice de cuadros	xi
Índice de figuras	xii
Índice de anexos	xiii
1 INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2 EFICACIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y EL USO DE FUNGICIDAS PARA LA SUPRESIÓN DE ENFERMEDADES POR HONGOS DEL SUELO EN JENGIBRE	3
2.1 INTRODUCCIÓN	3
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.2.1 Ensayo en Cooperativa 3 de Octubre	5
2.2.1.1 Ubicación	5
2.2.1.2 Diseño experimental	5
2.2.1.3 Tratamientos	5
2.2.2 Ensayo en Zamorano	6
2.2.2.1 Ubicación	6
2.2.2.2 Diseño experimental	6
2.2.2.3 Tratamientos	6
2.2.3 Muestreos	8
2.2.4 Cosecha	8
2.2.5 Análisis de datos	8
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
2.3.1 Pudriciones	9
2.3.2 Número de plantas germinadas en ensayo Zamorano	9
2.3.3 Efecto en rendimiento	9
2.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	11

3	EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE ESPORAS Y LUZ SOLAR EN LA SEVERIDAD DE <i>Phyllosticta zingiberi</i> EN JENGIBRE	12
3.1	INTRODUCCIÓN	12
3.2	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.2.1	Ubicación	14
3.2.2	Diseño experimental	14
3.2.3	Producción de plantas	14
3.2.4	Tratamientos	15
3.2.5	Fase de laboratorio	15
3.2.5.1	Procedencia y multiplicación del hongo	15
3.2.5.2	Preparación de dos concentraciones de esporas	16
3.2.5.3	Prueba de viabilidad de esporas	16
3.2.6	Fase de campo	17
3.2.6.1	Inoculación	17
3.2.6.2	Monitoreo	17
3.2.7	Análisis Estadístico	18
3.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.3.1	Fase de laboratorio	19
3.3.1.1	Viabilidad de esporas	19
3.3.2	Fase de campo	19
3.3.2.1	Efecto de tiempo	19
3.3.2.2	Efecto de luminosidad	20
3.3.2.3	Efecto de concentración de esporas	21
3.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
4	BIBLIOGRAFÍA	24
5	ANEXOS	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Diseño factorial de los tratamientos en Cooperativa 3 de Octubre	5
2.	Diseño factorial de para tratamientos en Zamorano	7
3.	Resumen del ANDEVA para número de plantas germinadas	9
4.	Resumen de ANDEVA para rendimiento en ensayo Zamorano	10
5.	Resumen de ANDEVA para rendimiento en ensayo Cooperativa 3 de Octubre	10
6.	Diseño factorial de los tratamientos	15
7.	Categoría de daño según porcentaje de área foliar dañada	18
8.	Probabilidades para interacciones de muestreo por tratamiento	19
9.	Severidad promedio de la enfermedad por factor luminosidad	20

INDICE DE FIGURAS

Figura.

1. Severidad promedio de *Phyllosticta zingiberi* por día de muestreo 20
2. Severidad promedio de *P. zingiberi* según la concentración de esporas..... 22

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Modelo del programa SAS para rendimiento a los 5 meses después de sembrado el cultivo en Cooperativa 3 de Octubre.....	28
2. Modelo del programa SAS para rendimiento a los 5 meses después de sembrado el cultivo en Zamorano.....	29
3. Datos de rendimientos en lb/ha a los 5 meses después de sembrado el cultivo.....	30
4. Modelo del Programa SAS para datos de severidad de <i>Phyllosticta zingiberi</i>	31
5. Severidad promedio de <i>Phyllosticta zingiberi</i> por tratamiento.....	32

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

En Honduras la producción de jengibre para la exportación ha sido fomentada mediante asesoramiento técnico y organizando el proceso de exportación por organizaciones como la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola y hasta hace un par de años por la Federación de Agroexportadores de Honduras. Desde 1996 muchos productores han dejado de cultivar jengibre, debido a los malos precios obtenidos en el mercado (Paz 1997, comunicación personal)¹ y por el bajo porcentaje de producción que logran exportar, por problemas fitosanitarios o porque los rizomas no alcanzan los estándares de mercado (Productores de Departamento de Copan 1997, comunicación personal)².

En jengibre los estándares de tamaño, grosor de la mano, diámetro y longitud de los dedos son un factor determinante para su exportación. Comercialmente se habla de cuatro tamaños, pequeño mediano, grande y extragrande (Ramírez, 1996).

Los problemas fitosanitario más importantes en 1995 fueron las pudriciones del rizoma, causadas aparentemente por los hongos *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., (Paz¹ y Elvir³ 1997, comunicación personal). En 1996 las pudriciones fueron causadas por la bacteria *Erwinia* spp. y en 1997 el agente causal más importante fue *Pseudomonas* spp. (Rivera 1997, comunicación personal)⁴.

Para las pudriciones del rizoma, FHIA recomienda a los productores el uso de semilla libre de patógenos, tratamiento a la semilla con fungicidas y bactericidas, aplicaciones de fungicidas al pie de la planta (Ramírez, 1996).

En la presente investigación, se realizaron dos ensayos destinados a evaluar el control de las pudriciones con incorporación de estiércol y compost para el control de las pudriciones y comparar el efecto del fungicida biológico Mycobac con los fungicidas utilizados comúnmente por productores de jengibre.

Otro problema fitosanitario de gran importancia en el cultivo del jengibre es la enfermedad foliar causada por el hongo *Phyllosticta zingiberi*, que causa una reducción de la capacidad fotosintética de la planta afectando aparentemente los rendimientos (Ortiz 1997, comunicación personal)⁵.

¹ Dr. Pablo Paz. Departamento de Agronomía, Zamorano.

² Productores de Copan, asesorados por FHIA.

³ Alex Elvir. Productor independiente cercano a Zamorano.

⁴ Dr. Mauricio Rivera. Departamento de Protección Vegetal, FHIA.

⁵ Ing. Vilma Ortiz. Departamento de Protección Vegetal, FHIA.

Además de estudiar los problemas por patógenos de suelo, también se realizó un ensayo con el objetivo de validar una metodología adecuada para la inoculación del hongo *Phyllosticta zingiberi* con diferentes concentraciones del hongo para futuras investigaciones y determinar el efecto de la luz solar en la severidad de la enfermedad.

La importancia de evaluar controles alternativos que reduzcan o eliminen el uso de fungicidas sintéticos se basa en los altos costos de producción, al uso de plaguicidas se basa en los altos costos de producción, en los altibajos de los precios de exportación y en las regulaciones y prohibiciones al uso de plaguicidas sintéticos que los países compradores imponen.

2. EFICACIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y EL USO DE FUNGICIDAS PARA LA SUPRESIÓN DE ENFERMEDADES POR HONGOS DEL SUELO EN JENGIBRE

2.1 INTRODUCCIÓN

En el suelo existen poblaciones de microorganismos que compiten con el desarrollo de otros. Castaño-Zapata (1994) expresa que “la habilidad de un hongo para existir en un hábitat en particular como el suelo o sobre algún órgano de la planta, es determinada parcialmente por sus relaciones ecológicas con otros microorganismos. Estas relaciones con frecuencia son antagónicas de patógenos de plantas, cercanos a superficie de semillas y plántulas, entre los hongos mas conocidos están *Trichoderma*, *Gliocadium* y *Penicillium*”.

La habilidad de la planta para tolerar el ataque de los hongos del suelo, depende de la salud y vigor de la raíz en la zona del ataque y en parte del vigor del hongo causante de la enfermedad, y esto dependerá de las condiciones en la rizósfera (Wild, 1988).

El uso de agroquímicos y las alteraciones ambientales ocasionadas por el hombre, han originado cambios bruscos en la flora del suelo, en cuanto a proporción y funciones de las poblaciones, fomentando así una diseminación y acumulación de patógenos y sus respectivos metabolitos (Kolsmans y Vasquez, 1996).

Los mecanismos por los cuales las enmiendas orgánicas en el suelo inhiben a los patógenos del suelo, Abawi y Thurston (1994) explican que las actividades microbiales pueden causar una lisis de los tubos germinativos antes de ser capaces de infestar al hospedero o de producir esporas u otras estructuras. Otro mecanismo es la competencia extrema por nitrógeno, hierro y otros elementos. Los microorganismos también inhiben patógenos por la producción de compuestos tóxicos volátiles azufrados, amoníaco y etileno, que previenen la germinación de esporas. Otro mecanismo es la modificaciones del ambiente del suelo como temperatura y humedad. Al respecto Kolsmans y Vasquez (1996), explican que las enmiendas orgánicas pueden impedir, parcial o totalmente, la infestación de las plantas, ya sea inactivando las toxinas de algunos patógenos, inmunizando a la planta al absorber ciertas sustancias húmicas, en especial determinados compuestos fenólicos, creando condiciones de pH desfavorables para tales patógenos.

Cook y Baker (1983; citados por Abawi y Thurston, 1994) atribuyen el principal efecto de la materia orgánicas sobre los patógenos a las modificaciones en las actividades microbianas del suelo, especialmente por el estímulo de microorganismos antagónicos.

Gilpatrick (1969; citado por Bollen y Volker, 1995) menciona que *Phytophthora cinnamoni* muere después de una exposición a altas concentraciones de amonio, por lo que residuos de cultivos ricos en nitrógeno incorporados al suelo, probablemente contribuyen a la reducción de este patógeno.

Hoitink y Fahy (1986; citado por Abawi y Thurston, 1994) reportan que las pudriciones radicales en cultivos ornamentales producidas por especies de *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Thielaviopsis* se redujeron mediante el uso de compost preparado de cortezas de árbol y usado como mantillo o sustrato de siembra.

Ferrara, *et al.* (1996) evaluaron 4 tipos de compost, observando un control sobre *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* f spp. *basilicum*.

Ryckerboer y Coosemans (1995) reportan que el compost GFT (resultado de compostar la fracción orgánica de jardines) y extractos del mismo GFT tienen propiedades de suprimir *Penicillium digitatum*, este efecto lo atribuyen a la gran actividad de bacterias y del hongo *Trichoderma* spp. Wild (1988) reporta que *Trichoderma viride* excreta dos antibióticos, gliotoxin y viridin, que inhiben muchos saprófitos del suelo y patógenos de plantas en medios de cultivo.

El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades supresoras de patógenos de las fuentes de materia orgánica, como una alternativa para los productores que cuentan con los recursos y materiales para poner en práctica esta alternativa. Además se evaluó la efectividad de un fungicida biológico a base de *Trichoderma lingnorum*, como una alternativa para eliminar o reducir la aplicación de fungicidas sintéticos tradicionalmente usados por los productores.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos con el fin de aumentar las probabilidades de que se presentaran pudriciones del rizoma. Uno se hizo en los terrenos de la Cooperativa 3 de Octubre ya que fueron los únicos productores cerca de Zamorano dispuestos a sembrar jengibre. El otro ensayo se realizó en Zamorano.

2.2.1 Ensayo en Cooperativa 3 de Octubre

2.2.1.1 Ubicación. Los terrenos de la Cooperativa 3 de Octubre están ubicados en Villa San Francisco, a 6 Km al sur de Zamorano.

2.2.1.2 Diseño experimental. Se utilizó un diseño factorial distribuido en bloques completamente al azar (BCA), el área de cada parcela fue de 25 m². Se tuvieron 6 tratamientos y se utilizaron 3 bloques. Los bloques se asignaron según la pendiente del terreno.

2.2.1.3 Tratamientos. En este ensayo se tuvieron seis tratamientos productos del arreglo factorial 2x3, donde un factor fue la enmienda al suelo y el otro factor la naturaleza del fungicida. Dentro del factor enmienda se evaluó la incorporación de estiércol y la no incorporación de estiércol. Dentro del factor naturaleza del fungicida se evaluaron: el fungicida biológico Mycobac a base de *Trichoderma lingnorum*, fungicidas sintéticos para tratamiento a la semilla y aplicaciones foliares según la preferencia de los productores de la cooperativa y un testigo absoluto sin enmienda ni aplicación de fungicida.

Cuadro 1. Diseño factorial de los tratamientos en Cooperativa 3 de Octubre.

FACTOR 1: ENMIENDA	FACTOR 2: FUNGICIDA		
	Fungicidas sintéticos	Mycobac	Nada
Estiércol	T 1	T 2	T 3
Nada	T 4	T 5	T 6

Se preparó el suelo una semana antes de la siembra, con un pase de arado y uno de rastra, posteriormente se hicieron los surcos con un distanciamiento de 1,40 m entre surcos. Luego se marcaron las parcelas de acuerdo al tratamiento asignado al azar.

Un día antes de la siembra (8 de agosto), se procedió a aplicar el tratamiento con estiércol, incorporando a razón de 5 t de materia seca/ha antes de la siembra, esparciendo el material sobre el surco donde sería colocada la semilla e incorporándolo con azadón en los primeros 10 a 15 cm del suelo, con el fin de aumentar el contenido de materia orgánica en la zona cercana a la semilla. El estiércol procedía de la sección de Ganado de Carne del Departamento de Zootecnia (Zamorano), el cual se había recolectado de lo producido en 1996. El estiércol contaba con una humedad de 34 %.

La semilla utilizada fue producida por la cooperativa durante la siembra del ciclo 1996-97. Se seleccionó semilla con un peso promedio de 4 a 6 onzas. Para los tratamientos con fungicidas sintéticos se dio un tratamiento a la semilla con Vitavax® 75WP (carboxin) en una solución al 0,6 % durante un minuto.

Se procedió a la siembra el día 9 de agosto de 1997, antes de la siembra se aplicó 1,0 lb de cal por parcela, esparciéndola sobre los surcos donde se colocaría la semilla. Se sembraron dos hileras por cama a una profundidad aproximadamente de 15 cm.

La aplicación del fungicida biológico Mycobac® se realizó después de colocar la semilla y antes de taparla. La dosis fue la recomendada en la etiqueta del producto, 10 g/ha mezclado con "Bioport®" que es un aceite portador cuya recomendación es de 25 ml por 5 g de producto "Mycobac®" (Laverlam, 1997) en un volumen de 600 litros de agua por hectárea y aplicado en horas de poca intensidad solar para protección de las esporas. La segunda aplicación de Mycobac se realizó a los 45 días después de la siembra (22 de septiembre) a la misma dosis que la primera aplicación.

La única aplicación del fungicida sintético Aliette® 80WP (fosetil Al) se realizó a los 60 días después de realizada (6 de octubre) la siembra y a la dosis de 2,5 Kg i.a./ha.

2.2.2 Ensayo en Zamorano

2.2.2.1 Ubicación. El Ensayo se realizó en el Lote 37 Zona III, del Departamento de Horticultura. Este es cultivado con hortalizas casi durante todo el año, y el ciclo anterior al jengibre se había sembrado camote. Se utilizó este terreno ya que era el único disponible.

2.2.2.2 Diseño experimental. Se utilizó un diseño factorial distribuido completamente al azar. Cada parcela consistió de 25 m² (5x5). Se utilizaron 4 réplicas por tratamiento y se tuvieron 9 tratamientos.

2.2.2.3 Tratamientos. En este ensayo se tuvieron 9 tratamientos, productos de un arreglo factorial 3x3, donde un factor fue la enmienda al suelo y el otro factor la

naturaleza del fungicida, igual que el ensayo en la Cooperativa 3 de Octubre. La variante está en que se aumentaron tres tratamientos debido a la incorporación de compost con sus interacciones con fungicidas.

Cuadro 2. Diseño factorial para tratamientos en Zamorano

FACTOR 1: ENMIENDA	FACTOR 2: FUNGICIDA		
	Fungicida sintético	Mycobac	Nada
Estiércol	T 1	T 2	T 3
Compost	T 4	T 5	T 6
Nada	T 7	T 8	T 9

Se preparó el terreno con un pase de arado, uno de rastra y la surcada. Los surcos se hicieron a un metro de distancia.

El estiércol y compost se incorporaron el día 13 de agosto siguiendo el procedimiento y la dosis utilizada para incorporar el estiércol en la Cooperativa 3 de Octubre. El compost utilizado fue el producido por la sección de Propagación de Plantas del Departamento de Horticultura de Zamorano, el cual es elaborado de hojas secas, olote de maíz y vegetación en general.

En el tratamiento con fungicidas sintéticos, se sembró semilla tratada con Benlate 50WP (benomyl) al 1%. El tratamiento consistió en sumergir la semilla durante un minuto en la suspensión del fungicida el mismo día de la siembra.

La siembra se realizó el 15 de agosto, sembrándose en la parte superior de los surcos, colocando una semilla por postura a un distanciamiento entre postura de 33 cm y con una profundidad de 10 a 15 cm. Se utilizó semilla de 2 a 3 onzas y con 2 a 4 yemas por semilla. Después de la siembra y antes de que brotaran las plantas los riegos fueron por aspersión 2 veces por semana, posterior al brotamiento los riegos se efectuaron por gravedad, en promedio 2 veces por semana. La fertilización se dividió en 4 aplicaciones, la primera a los 20 días después de la siembra y las siguientes cada mes después de la primera aplicación.

La aplicación del Aliette 80WP en los tratamientos con fungicidas sintéticos y la aplicación del Mycobac en los tratamientos con fungicida biológico, se realizaron siguiendo el procedimiento y a las mismas dosis que el en ensayo en la Cooperativa 3 de octubre. La aplicación de Mycobac se realizó a la siembra (15 de agosto) y el 30 de septiembre. La aplicación de Aliette se realizó el 16 de octubre.

Los deshierbes y aporques se realizaron con azadón pequeño, teniendo cuidado de no profundizar mucho cerca de la base de la planta. Se realizaron deshierbes según la disponibilidad de mano de obra, en promedio dos veces por mes. Y se realizaron tres aporques, el primero al mes y medio de la siembra, y los siguientes a un intervalo de un mes.

2.2.3 Muestreos

En el ensayo de Zamorano, se realizó un muestreo a las 3 semanas después de la siembra, y se cuantificó las plantas germinadas de cada tratamiento

Para cuantificar el número de plantas afectadas por patógenos, en ambos ensayos se realizó el primer muestreo a los 15 días de germinadas las plantas (4 semanas después de la siembra), y los siguientes 6 muestreos a un intervalo de 15 días. Se hicieron muestreos en toda la parcela de 25 m².

2.2.4 Cosecha

En ambos ensayos se cosechó a los 5 meses de sembrado el cultivo. Es decir, se adelantó la cosecha 4 meses antes de llegar a la madurez fisiológica del cultivo (Anexos 1 y 2).

Para obtener el rendimiento alcanzado hasta los 5 meses de sembrado el cultivo en la Cooperativa se procedió a cosechar dos metros lineales de los dos surcos centrales de cada parcela. En el ensayo en Zamorano se cosechó 1 metro lineal en los tres surcos centrales de cada parcela. La diferencia fue debido al sistema de siembra utilizado.

El motivo de adelantar la cosecha en la Cooperativa 3 de Octubre fue porque no se contó con recursos económicos para realizar a tiempo las prácticas de fertilización y deshierbe. También porque no se realizaron canales de desagüe a tiempo y se originaron encharcamientos prolongados en el 50 % de los tratamientos de un bloque.

En Zamorano, afectaron factores como un suelo inadecuado para el buen desarrollo del cultivo, no se contó con el suministro de riego adecuado y se sufrió el ataque de un cortador (no identificado) que dañó la base del tallo provocando la muerte de las plantas. Esta plaga se trató de controlar con Furadan® 10 GR (carbofuran) aplicando 1 g al pie de cada planta. La aplicación del furadan se hizo el 15 de diciembre.

2.2.5 Análisis de datos

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1989). En el caso del ensayo en Zamorano, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) bifactorial para un diseño completamente al azar (DCA). Para el ensayo de la Cooperativa 3 de Octubre se realizó un ANDEVA para bloques completos al azar (BCA).

2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1 Pudriciones

En todos los tratamientos, incluyendo el testigo absoluto no se encontraron plantas que presentaran síntomas característicos de una pudrición. En contraste si se presentó la enfermedad foliar causada por *Phyllosticta zingiberi*, cuyo daño es la disminución del área foliar.

Por lo tanto se puede decir que al utilizar semilla libre de patógenos, no existir los patógenos en el suelo ó no existir las condiciones adecuadas para el desarrollo de los mismos, no se presentarían problemas de pudrición en el rizoma.

Un aspecto que merece tomarse en cuenta es que el terreno que se utilizó en Zamorano, se le incorpora anualmente estiércol, por lo que podrían ser suelos supresivos de algunos patógenos del suelo.

En los terrenos de la cooperativa, la cal aplicada sobre los surcos antes de ser colocada la semilla, pudo ser el factor determinante que no permitió que se presentarían las condiciones para el ataque de patógenos.

2.3.2 Número de plantas germinadas en ensayo Zamorano

El efecto de los tratamientos, tanto la interacción de los factores así como el efecto de cada factor por separado, no resultó ser significativo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen del ANDEVA para número de plantas germinadas.

Fuente	Gl	Valor F	Probabilidad
Enmienda	2	0,33	0,7240
Producto	2	1,85	0,1759
Enmienda * producto	4	0,68	0,6138
Error	27		

2.3.3 Efecto en rendimiento

Los datos de rendimiento en ambos ensayos no representan el rendimiento esperado comercialmente por los productores de jengibre (Anexo 3), debido a que el cultivo fue cosechado 4 meses antes de llegar a su madurez fisiológica y a las condiciones en que se desarrolló el cultivo.

En ambos ensayos, no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento debido a los tratamientos, así como tampoco debido a cada factor dentro de tratamiento (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Resumen de ANDEVA para rendimiento en ensayo Zamorano.

Fuente	GL	Valor F	Probabilidad
Enmienda	2	1,06	0,3612
Producto	2	0,25	0,7827
Enmienda * producto	4	1,93	0,1343
Error	27		

Cuadro 5. Resumen de ANDEVA para rendimiento en ensayo Cooperativa 3 de Octubre.

Fuente	GL	Valor F	Probabilidad
Bloque	1	1,45	0,2537
Enmienda	1	0,53	0,4819
Producto	2	0,37	0,6987
Enmienda * producto	2	0,01	0,9938
Error	11		

El efecto del estiércol y el compost no pudo ser expresado bajo las condiciones del ensayo, ya que las enmiendas estaban destinadas a promover la biodiversidad de organismos en el suelo, y no a llenar los requerimientos nutricionales del cultivo.

2.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La primera táctica para el control de enfermedades del suelo en jengibre, debe de ser la siembra de semilla libre de patógenos.
2. Las aplicaciones de fungicidas, los tratamientos a la semilla y la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo no serán siempre justificables para el control de patógenos del suelo.
3. Montar un ensayo donde se pueda asegurar que existen las cepas patogénicas o trabajar a nivel de maceteros con suelo infestado de un complejo de patógenos, y evaluar el efecto de incorporar enmiendas orgánicas de recursos con que cuentan los productores, en la incidencia de pudriciones por patógenos de suelo.
4. Investigar a nivel de maceteros, el efecto de los fertilizantes y de los plaguicidas ocupados en la adaptabilidad y persistencia de fungicidas biológicos a base de hongos.
5. Investigar la factibilidad de utilizar el rechazo del jengibre como materia prima para composteras, y así utilizar los recursos que el mismo cultivo da y que es subutilizado y mal manejado ocasionando muchas veces fuente de inóculo de patógenos para las plantaciones de jengibre.
6. No sembrar jengibre en Zona III del Departamento de Horticultura de Zamorano, ya que el suelo no es adecuado para este cultivo.

3. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ESPORAS Y LUZ SOLAR EN LA SEVERIDAD DE *Phyllosticta zingiberi* EN JENGIBRE

3.1 INTRODUCCIÓN

El hongo *Phyllosticta zingiberi* Ramak ha sido reportado como el agente causal de la enfermedad foliar más prevaleciente en el cultivo de jengibre. Fue reportada por primera vez por Stevens y Atienza en 1931 (Mailum y Divinagracia, 1966).

Este hongo pertenece a la clase de los Deuteromicetes, orden Sphaeropsidales. Sus esporas asexuales se producen en picnidios, los cuales sobre las manchas forman puntos negros (Agrios, 1995).

La enfermedad se manifiesta en forma de diminutas manchas descoloridas en la lámina foliar, adquiriendo posteriormente una forma elongada u ovalada con centros delgados y márgenes de color café amarillentos. El hongo es capaz de infestar hojas jóvenes y maduras del jengibre (Sohi *et al.*, 1973). Aparece en el jengibre a los 30 a 40 días después de la germinación (Verma y Vyas, 1981)

La forma de diseminación es por el viento, salpique de la lluvia y posiblemente por el hombre durante prácticas culturales. El hongo puede ser controlado por saneamiento evitando plantaciones densas y cerradas, y por aspersiones de fungicidas (Mailun y Divinagracia, 1966).

En una reunión de campo con productores del departamento de Copán (Honduras), manifestaron que de su producción mas del 55 % alcanza el tamaño mediano. Esto representa un problema muy grave cuando hay saturación de mercado, en estos casos solo se logra exportar el jengibre grande y extragrande.

Los bajos volúmenes de jengibre que logran exportar y los bajos precios que se obtienen, afectan la economía del productor y desanimándolos a continuar sembrando jengibre (Paz 1997, comunicación personal)¹.

En Honduras la enfermedad se encuentra presente en todas las zonas productoras de jengibre. Para controlarla se hacen aplicaciones calendarizada de fungicidas utilizando benomyl, mancozeb o clorotalonil. Lo que representa un alto costo para los productores.

¹ Pablo Paz, Departamento de Agronomía, Zamorano.

Existe la necesidad de encontrar alternativas que reduzcan el uso de fungicidas, los cuales ocasionan grandes egresos al productor y que por mal manejo el control es mínimo y pueden generar resistencia del patógeno y contaminan el ambiente.

Según Ortiz (1997, comunicación personal)², en Honduras se ha notado mayor incidencia de la enfermedad en plantaciones de jengibre al sol y bajo sistema de riego por aspersión. A nivel de laboratorio y bajo condiciones de medios artificiales de crecimiento, se ha visto un efecto de la luz sobre el crecimiento y esporulación de los hongos (Romero, 1993).

Bustamante (1997, comunicación personal)³ observó en dos áreas de producción de jengibre de la costa norte de Honduras, dos sistemas de producción de jengibre, uno asociado con maíz y el otro asociado con café, en donde el daño de *P. zingiberi* fue mayor en áreas cercanas que estaban como monocultivo. En el área de monocultivo los productores habían realizado tres aplicaciones de fungicidas, mientras que en el sistema de policultivo no habían realizado ninguna aplicación.

Aquí radica la importancia de este estudio, como parte de un programa de ensayos a realizarse para analizar el efecto de sombra, niveles de fertilización y tipos de riego para contrarrestar el desarrollo y los efectos de la enfermedad.

El objetivo del ensayo es determinar una concentración adecuada de esporas y evaluar el efecto de la luminosidad sobre el desarrollo de la enfermedad.

² Vilma Ortiz, Departamento de Protección Vegetal, FHIA.

³ Mario Bustamante Departamento de Protección Vegetal, Zamorano.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Ubicación

La fase de laboratorio se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal (DPV) de Zamorano, la fase de campo en la plantación de mangos cercana a las viviendas de Zamorano situado a 30 Km al este de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm, a 17° 00" latitud norte y 87° 02" latitud oeste.

3.2.2 Diseño experimental

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) con un arreglo factorial de 3 x 2, siendo estos factores fijos: la concentración de esporas y el otro la exposición de las plantas al sol o a la sombra. Se utilizaron tres bloques y seis tratamientos.

El tamaño de la unidad experimental fue de cinco plantas, a una distancia de 20 cm entre plantas agrupadas en dos hileras, y el distanciamiento entre cada unidad experimental fue de 1,5 m.

3.2.3 Producción de plantas

El sustrato usado para la siembra fue proporcionado por la Sección de Semillero del Departamento de Horticultura de Zamorano. Se esterilizó el medio con vapor de agua por 1,5 horas, luego se dejó airear por 48 horas y se procedió a llenar las bolsas plásticas de 40 x 25 cm a una altura de 30cm.

La semilla se obtuvo de un productor del Departamento de Cortez de la zona norte de Honduras previa selección sanitaria. Se seccionó la semilla de modo que tuvieran un peso entre 4 a 6 oz. y no menos de cinco yemas. Posteriormente la semilla fue tratada sumergiéndola en una solución al 3 partes por mil de Ridomil MZ[®] 72WP (metalaxil + mancozeb) durante un minuto. Luego se procedió a realizar la siembra colocando una semilla por bolsa a una profundidad de 5 a 8 cm.

Para los riegos se utilizó agua potable. Se dieron dos riegos por día desde la siembra hasta la emergencia de la planta y uno diario después de emergidas.

Se presentaron dos plagas, la primera fueron los zompopos (*Atta* spp.). Se separaron las plantas dañadas y se regó aceite quemado sobre el suelo alrededor del grupo de plantas libres de daño. La otra plaga fue larvas de *Spodoptera frugiperda* Smith en el primer y segundo estadios larvales. Las plantas dañadas no se pudieron eliminar ya que se

detectaron al momento de realizar la inoculación. Las larvas se controlaron manualmente al momento de la inoculación y 56 horas después de la inoculación se procedió a aplicar Lannate® 90 WP (methomyl) 0,2 Kg i.a./ha.

3.2.4 Tratamientos

En los tratamientos el primer factor lo constituyó las concentraciones de esporas, siendo estas de $2,3 \times 10^6$ esporas/ml y de $4,0 \times 10^5$ esporas/ml, y el testigo donde solo se utilizó agua destilada. El segundo factor lo constituyó la exposición de las plantas al sol o a la sombra. Resultaron así los siguientes seis tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diseño factorial de los tratamientos.

FACTOR 1: LUMINOSIDAD	FACTOR 2: CONCENTRACION DE ESPORAS VIABLES		
	1,9 X 10 ⁶ /ml	3,4 X 10 ⁵ /ml	Testigo
Sol	T1	T2	T3
Sombra	T4	T5	T6

Para los tratamientos que contemplan sombra, las plantas se colocaron bajo la plantación de mangos cercana a las residencias dentro del campus de Zamorano. El nivel de sombra en este lugar fue 93 %.

3.2.5 Fase de laboratorio

3.2.5.1 Procedencia y multiplicación del hongo. Las colonias de cultivo puro del hongo fueron proporcionadas por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), originalmente aislado de hojas de jengibre.

Para la multiplicación del hongo, se trabajó dentro de un cuarto aséptico en el laboratorio de diagnóstico del DPV, utilizando la cámara de flujo laminar con todos los materiales previamente esterilizados (a excepción de los platos con el cultivo puro del hongo) en un autoclave a 121°C y 15 lb por pulgada² durante 25 minutos.

La multiplicación del hongo se hizo utilizando medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) acidificado con ácido láctico al 4%, y Harina de maíz agar (HMA) (Castaño,1986). Se sembraron cuatro picnidios en platos petri de 60 cm², los que se mantuvieron en incubación a 28 °C por 22 días.

A los 17 días ya había formación de picnidios, pero se dejaron 5 días más en incubación antes de hacer la solución matriz, para permitir un mayor desarrollo.

3.2.5.2 Preparación de dos concentraciones de esporas. Para la suspensión matriz de esporas, se tomaron los platos petri con colonias puras de *P. zingiberi* y de éstos los que tenían mayor número de picnidios. Una vez seleccionados los platos se prosiguió a licuar por 8 minutos las colonias de hongos en 550 ml de agua destilada estéril.

Después se realizó el conteo de esporas. Se agitó la solución matriz utilizando un agitador eléctrico de imán. Luego con ayuda de una pipeta se llenaron las dos cámaras de volumen conocido de un hemacitómetro. Se siguió la ruta de conteo para esporas pequeñas, según el manual de Prácticas de Laboratorio de Fitopatología de Zamorano (Castaño, 1986) y se observó bajo un microscopio de luz utilizando una magnificación de 800X.

Se efectuaron varias lecturas hasta llegar a tener cinco lecturas que estuvieran dentro de un rango $\pm 10\%$ de variación, las que estaban fuera de este rango no se tomaron en cuenta al momento de sacar el promedio. Después para determinar la concentración de esporas/ml de la suspensión original, se multiplicó el número observado y promediado por una serie de factores hasta la determinación de las esporas/ml en la suspensión.

Una vez apartado los 500 ml de la suspensión matriz para ser utilizados en los tratamientos de concentración alta, se procedió a diluir los 50 ml de la suspensión restante en 450 ml de agua destilada estéril y de esta manera se llegó a la suspensión de concentración baja de esporas.

3.2.5.3 Prueba de viabilidad de esporas. Primero, se procedió a preparar los microcultivos. Para ello utilizando un gotero se colocó sobre un porta objeto una capa delgada de agar – agar acidificado con ácido láctico al 4% para evitar la contaminación por bacterias. Luego, dentro de un plato petri se colocó papel filtro estéril del mismo diámetro del plato, sobre el papel filtro se colocaron paralelamente dos palillos de dientes y sobre éstos se colocó el porta objeto con la capa de medio de cultivo. Se selló el plato petri con una banda de parafilm. Todo esto se realizó dentro de la cámara de flujo laminar desinfectada con alcohol al 70%. Luego se colocaron en incubación a 28°C por 12 horas.

Una vez transcurridas las 12 horas, se procedió a agitar las suspensiones de esporas de *P. zingiberi* y se esparció con un rastrillo de vidrio 3 gotas de la suspensión sobre los porta objeto. Luego se taparon los platos petri y se sellaron. Se hicieron 6 microcultivos para cada concentración de esporas. Se identificó cada uno de los platos y finalmente se incubaron a 28°C.

A las 16 horas de haber sembrado las suspensiones de esporas se intentó hacer el conteo, pero no se pudo realizar debido al alto grado de germinación del hongo. Se procedió a sembrar nuevamente y reducir el tiempo de siembra a la toma de la primer lectura.

Se tomaron tres lecturas: a las 4, 8 y 12 horas después de realizada la siembra de las suspensiones de esporas. Se tomaron dos platos por cada concentración para cada lectura. Utilizando un microscopio de luz con una magnificación de 800X se hicieron tres enfoques distribuidos al azar dentro de cada porta objetos y se contaron las esporas germinadas y las no germinadas. Lugo se promediaron las lecturas para cada hora de lectura. Después de cada lectura se descartaba el microcultivo.

3.2.6 Fase de Campo

3.2.6.1 Inoculación. Para ello se utilizó un bote asperjador manual de plástico de un litro de capacidad, calibrado para asperjar 1 ml por cada pulsación. Después se midió en 5 plantas cuantas pulsaciones a una distancia de 15 a 20 cm del follaje eran necesarias para mojar completamente las hojas, determinando que 15 ml de agua/planta era el adecuado.

Después se asignaron las plantas a cada tratamiento al azar. Se eliminó con tijeras las puntas de las hojas en los casos que presentaban una quemazón por daño fisiológico, para no confundirlas luego con síntomas de *P. zingiberi*.

Una vez se habían preparado las suspensiones de esporas se procedió a hacer la inoculación para cada suspensión. Se usaron plantas de 7 a 8 semanas de brotadas, a las que se asperjaron 15 ml de suspensión de esporas por planta a una distancia de 15 a 20 cm del follaje. Luego se procedió a poner sobre el follaje una bolsa de plástico transparente de 40 x 60 cm, con el fin de crear una cámara húmeda para el desarrollo del hongo

Las plantas se pusieron bajo sombra y se dejaron protegidas con las bolsas por 56 horas, después se procedió a quitar las bolsas y a trasladarlas a su respectivo lugar según su tratamiento.

3.2.6.2 Monitoreo. Los muestreos se hicieron cada 3 días, iniciando el primero a los 6 días después de inoculadas las plantas o al cuarto día después de eliminada las bolsas y ser expuestas al sol o sombra.

Se muestrearon todos los maceteros y en cada macetero se escogió una planta al azar. De esta planta se muestrearon dos estratos, las tres primeras hojas o más nuevas (excepto la hoja vertical que aún no ha abierto) y las tres hojas en la parte más baja de la planta.

A cada hoja le fue asignando una categoría de daño, en base a una escala de área foliar dañada (Cuadro 7). La categoría se asignó de forma visual.

Cuadro 7. Categoría de daño según porcentaje de área foliar dañada.

CATEGORÍA	ÁREA FOLIAR DAÑADA
0	0 %
1	1 a 20 %
2	21 a 40 %
3	41 a 60 %
4	61 a 80 %
5	81 a 100%

3.2.7 Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se hicieron utilizando el paquete estadístico Sistema de Análisis Estadístico (SAS Institute Inc., 1989).

La significación de los resultados fue medida por medio del análisis de varianza (ANDEVA) con un diseño de BCA con arreglo factorial, para medidas repetidas en tiempo (Anexo 4).

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Fase de laboratorio

3.3.1.1 Viabilidad de esporas. El % de esporas viables se midió a los 5 días después de preparada la suspensión en los microcultivos de agar acidificado. Se pudo observar que a las 4 horas de sembradas los % de germinación eran de 22 y 32 % para la concentración alta y baja respectivamente, y a las 12 horas de haber sembrado las suspensiones los porcentajes fueron de 81% para la concentración mas alta de esporas y de 87% para la concentración más baja.

A nivel de laboratorio las esporas presentaron una buena viabilidad, en cuanto a poder de germinación, que puede ser un indicio de poder de infección a nivel de campo.

3.3.2 Fase de campo

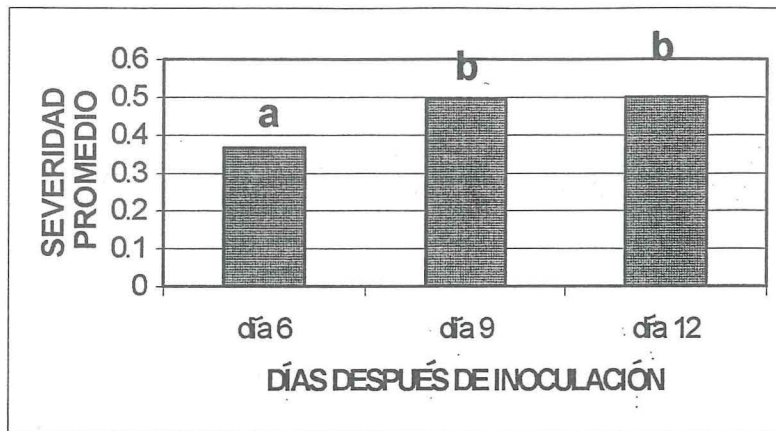
3.3.2.1 Efecto del tiempo. En el análisis de varianza para severidad no se encontró interacción significativa de ninguno de los factores de tratamiento por muestreo (Cuadro 8), por lo que se aceptaron las conclusiones del análisis de medidas repetidas en tiempo.

Cuadro 8. Probabilidades para interacciones de muestreo por tratamiento.

FUENTE	PROBABILIDAD
Concentración * muestreo	0,7573
Luminosidad * muestreo	0,1765
Luminosidad * concentración * muestreo	0,1323

El efecto de los tratamientos no dependía del tiempo en que se muestreo, es decir el efecto que tuvo cada uno de las combinaciones de esporas con el nivel de luminosidad en la severidad de la enfermedad se mantuvo con la misma tendencia a lo largo de los tres muestreos, lo mismo para los demás tratamientos (Figura 1).

Según la prueba de separación de medias Student Newman Keules (SNK), el promedio de la severidad del primer muestreo fue significativamente diferente al promedio de los dos muestreos posteriores, pero estos dos últimos no fueron significativamente diferentes entre sí (Figura 1).



*letras distintas son estadísticamente diferentes a un alfa= 0,05

Figura 1. Severidad promedio de *Phyllosticta zingiberi* por día de muestreo

Se notó un incremento muy significativo en severidad al inicio de la enfermedad. Este comportamiento pudo haberse notado debido a la cámara húmeda que se mantuvo durante las siguientes 56 horas después de inoculado. En el segundo y tercer muestreo la severidad incrementa pero a un ritmo menor. Se decidió ya no hacer mas muestreos debido a que ya se podía notar la tendencia, y el promedio de la severidad del segundo muestreo ya no fue significativamente diferente al promedio en el tercer muestreo.

Cada uno de los factores del tratamiento fue significativo independientemente, es decir para la concentración de esporas por sí sola y para la luminosidad por sí sola, pero la interacción entre los dos factores no resulto ser significativa ($F=5,212$; $gl=2$; gl de error = 3.8; $P=0,0801$), por lo que se presentan los resultados de cada factor independiente.

3.3.2.2 Efecto de la luminosidad. La severidad de la enfermedad (Anexo 5), medida en área foliar dañada, fue significativamente mayor en los tratamientos bajo sol ($F= 22,446$; $gl=1$; gl de error = 2,1; $P=0,0386$). La prueba SNK nos da diferencia significativa entre las medias, siendo mayor la severidad de los tratamientos que se expusieron al sol contra la severidad de los tratamientos expuestos a la sombra (Cuadro 9).

Cuadro 9. Severidad promedio de la enfermedad por factor luminosidad.

LUMINOSIDAD	SEVERIDAD PROMEDIO
Sombra	0,27 * a
Sol	0,64 b

* letras distintas son estadísticamente diferentes a un alfa =0,05

Este resultado pudo deberse a que bajo sol, el hongo encontró un ambiente mas favorable para reproducirse. Y probablemente la humedad y temperatura pudo haber inducido una mayor esporulación.

Visualmente se notó una mayor cantidad de picnidios (puntos negros) sobre las áreas dañadas en los tratamientos de sol que en los tratamientos de sombra.

Al respecto Arny y Nelson (1971) encontraron a nivel de laboratorio en otra especie del género *Phyllosticta*, que el hongo desarrolla más rápido y abundante picnidios cuando las colonias son incubadas bajo iluminación continua. Esto nos da indicios que a nivel de campo, la luminosidad es importante en la formación de estructuras de infección.

Los estomas normalmente se abren a la luz y se cierran a la oscuridad (Bidwell, 1990), por lo tanto, los estomas del jengibre pudieron haber presentado una mayor abertura al estar expuestos a la luz solar, facilitando así la penetración del hongo.

Sumado a este efecto, la temperatura que alcanzaron las hojas bajo sol pudieron ser mayores a las de sombra y además de tener el mismo efecto que la luz en los estomas, pudo haber dado mejores condiciones que favorecieron la infección del hongo.

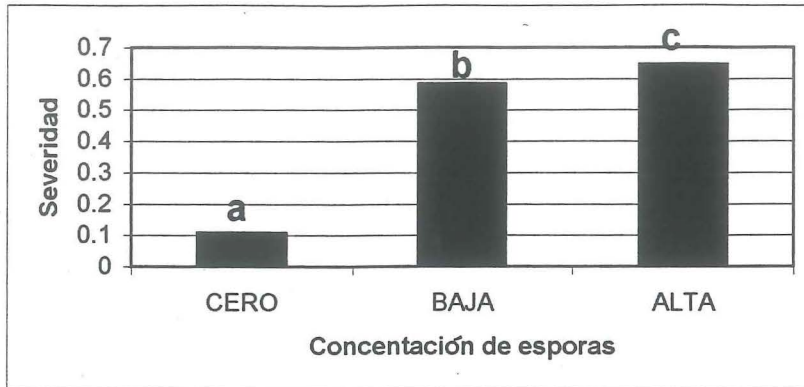
Otra de las razones por lo que hubo un daño más severo en sol que en sombra, se debe a que en los tratamientos bajo sombra, el follaje de los arboles de mango reducían la fuerza de las gotas de lluvia, que al caer sobre las hojas de jengibre, no producían estrés.

El hecho que bajo sol la severidad fue mayor, es entendible ya que se sabe que hay un mayor estrés bajo sol, los requerimientos de agua son mayores y la planta se vuelve más susceptible al ataque, ya que también es susceptible al daño por sol.

3.3.2.3 Efecto de la concentración de esporas. Hubo diferencias significativas ($F=47,886$; $gl=2$; gl de error $=3,0$ $P=0,0051$) entre los tratamientos por la concentración de esporas que se utilizó. La severidad fue mayor al utilizar la concentración más altas de esporas (Figura 2).

Aunque la prueba SNK resultó ser significativa ($\alpha=0,05$), el promedio de la severidad con la concentración alta de esporas fue mayor solo un 14% que la severidad a la concentración baja de esporas, a pesar de que la concentración alta es cinco veces la concentración baja.

El hecho que se haya presentado daño aun al utilizar solo agua destilada, se pudo deber al movimiento de esporas que se dio por efecto del viento, debido a la cercanía de los tratamientos.



* letras distintas son estadísticamente diferentes con $\alpha = 0,05$

Figura 2. Severidad promedio de *P. zingiberi* según la concentración de esporas.

En cuanto al ataque del *S. frugiperda*, se pudo observar que en los tratamientos donde solo se había asperjado agua estéril sin esporas de *P. zingiberi*, se formó un anillo de color grisáceo de un centímetro de grosor en el borde de la parte dañada por la larva. No así en los tratamientos donde se había asperjado la concentración alta y baja de esporas, en las cuales alrededor del daño de la larva se formó un anillo irregular de color amarillo de varios centímetros de diámetro y sobre el se formaron picnidios, notorios a simple vista.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Existió un efecto de luminosidad, siendo mayor la severidad en los tratamientos bajo sol que bajo sombra.
2. El método de inoculación utilizado fue capaz de inducir la enfermedad.
3. La diferencia en la severidad promedio entre las dos concentraciones de esporas, no depende de la luminosidad.
4. Investigar a nivel de campo con inoculación natural, si los sistemas de producción de jengibre bajo sombra presentarán un nivel de severidad menor que los sistemas bajo sol.
5. Probar sistemas de siembras intercaladas, con el fin de proporcionarle sombra al cultivo, así como para aprovechar las ventajas en prevención de plagas y adecuado uso del suelo.
6. Medir a nivel de campo la disminución en el rendimiento y calidad del jengibre debido *P. zingiberi* la enfermedad y establecer un nivel a partir del cual es justificable hacer aplicaciones de fungicidas.
7. Investigar la relación entre esta enfermedad con la incidencia de enfermedades por patógenos del suelo.

4. BIBLIOGRAFÍA

- ABAWI, G.S.; THURSTON, H.D. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales: una revisión. In Tapado: Los sistemas de siembra con cobertura. Ed. por H.C. Thurston, M. Smith, G. Abawi, S. Kearl. Costa Rica, CATIE / CIIFAD. p. 97 - 108.
- AGRIOS, A.N. 1995. Fitopatología. Trad. Por Manuel Guzmán Ortiz. 2 ed. México D.F., México, Noriega Editores. 838 p.
- ARNY, D.C.; NELSON, R.R. 1971. *Phyllosticta maydis* species nova, the incitant of yellow leaf blight of maize. Phytopathology. 61:1170 - 1172.
- BIDWELL, R.G.S. 1990. Fisiología vegetal; la hoja y la atmósfera. Trad. por Guadalupe Cano, Manuel Garcidueñas. México, D.F. AGT Editor, S.A. p. 349 - 374.
- CASTAÑO, J. 1986. Practicas de laboratorio de fitopatología. Departamento de Protección Vegetal. Zamorano, Honduras. Publicación MIPH-EAP No. 95. 46 p.
- CASTAÑO-ZAPATA, J. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2da. Ed. Zamorano Academic Press. El Zamorano, Honduras. 518 p.
- COOK, R.J.; BAKER, K.F. 1983. The nature and practice of giological control of plant pathogens. American Phytopathological Society, St Paul, MN. EE.UU.
- Citado por: Abawi, G.S.; Thurston, H.D. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo, y las enfermedades radicales: una revisión. In Tapado: Los sistemas de siembra con cobertura. Ed. por H.C. Thurston, M. Smith, G. Abawi, S. Kearl. Costa Rica, CATIE / CIIFAD. p. 97 - 108.
- FERRARA, A.M.; AVATANEO, M.; NAPPI, P. 1996. First experiments of compost suppressiveness to some phytopathogens. In Science of Composting. Ed. por M. Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes, T. Papi. Blackie Academic & Professional. New York, EE.UU. p. 233 - 245.

GILPATRICK, J.D. 1969. Role of ammonia in the control of avocado root rot with alfalfa meal soil amendment. *Phytopathology*. 59: 973 - 978.

Citado por: Bollen, G.J.; Volker, D. 1995. Phytohygienic aspects of composting. In *Science of Composting*. Ed. por M. Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes, T. Papi. Blackie Academic & Professional. New York, EE.UU. p. 233 - 245.

HOITINK, H.A.J.; FAHY, P.C. 1986. Basis for biological control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual Review of Phytopathology*. EE.UU. 24: 93 - 114.

Citado por: Abawi, G.S.; Thurston, H.D. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo, y las enfermedades radicales: una revisión. In *Tapado: Los sistemas de siembra con cobertura*. Ed. por H.C. Thurston, M. Smith, G. Abawi, S. Kearl. Costa Rica, CATIE / CIIFAD. p. 97 - 108.

KOLSMANS, E.; VASQUEZ, D. 1996. Interacciones entre suelo y planta. In *Manual de Agricultura Ecológica*. MAELA-SIMAS-CICUTEC. Managua, Nicaragua. p. 53 - 62.

LAVERLAM, DIVISIÓN AGRÍCOLA. 1997. Insecticidas Biológicos Bioprotectores. Folleto divulgativo. Cali, Colombia. 2 p.

MAILUM, N.P.; DIVINAGRACIA, G.G. 1966. Leaf spot of ginger in the Philippines. *Philippines Agriculturist*. 1:203-217

RAMIREZ, T. 1996. El cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*). In *Curso corto sobre "Producción de Jengibre para Exportación"*, (6 de diciembre de 1996) Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Honduras. 12 p.

RICKEBOER, J.; COOSEMANS, J. 1995. The suppression of *Penicillium digitatum* by extracts of GFT-Compost; In *Science of Composting*. Ed. por M. Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes, T. Papi. New York. Blackie Academic & Professional. p. 1300-1305.

ROMERO, C.S. 1993. Hongos fitopatógenos. Ed. por Luciano Tres. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo. 347 p.

SAS INSTITUTE. 1989. SAS/STAT user's guide. Version 6, 4th ed. Vol.1. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

SOSHI, H.S.; SHARMA, S.L.; VERMA, B.R. 1973. Chemical control of *Phyllosticta* leaf spot of ginger (*Zingiber officinale*). *Pesticides* 7(5):21-22.

- VERMA, R.K.; VYAS, S.C. 1981. Persistence and protective activity of some fungicides in relation to *Phyllosticta zingibery* leaf spot of ginger. India Society of Mycology and Plant Pathology. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 8(1); 43-44.
- WILD, A. 1988. Russell's soil conditions and plant growth. 11 ed. New York EE.UU., Longman Scientific & Technical. p. 490 - 555.

5. ANEXOS

Anexo 1. Modelo del programa SAS para rendimiento a los 5 meses después de sembrado el cultivo en Cooperativa 3 de Octubre

```
DATA RENDI;
INFILE "A:COOP.PRN";
INPUT ENMI $ 1-3 PROD $ 5-7 BLOQ 9 TRAT 11 REND 13-16;
RUN;
PROC SORT DATA=RENDI; BY ENMI PROD;
RUN;
PROC MEANS DATA=RENDI NOPRINT MAXDEC=3; BY ENMI PROD;
  VAR REND;
  ID TRAT ENMI PROD;
  OUTPUT OUT=MEDIAS MEAN=REND;
RUN;
PROC PRINT DATA=MEDIAS;
RUN;
PROC PLOT DATA=MEDIAS;
  PLOT REND*ENMI=PROD/VAXIS=0.1 TO 10 BY 0.5;
RUN;
PROC GLM DATA=RENDI;
  CLASS ENMI PROD;
  MODEL REND=BLOQ ENMI PROD ENMI*PROD/SS3;
  MEANS ENMI PROD/SNK;
  LSMEANS ENMI*PROD/STDERR PDIFF;
RUN;
PROC SORT DATA=RENDI; BY ENMI;
PROC GLM DATA=RENDI; BY ENMI;
  CLASS PROD;
  MODEL REND=PROD /SS3;
  MEANS PROD/SNK;
RUN;
```

Anexo 2. Modelo del programa SAS para rendimiento a los 5 mese después de sembrado el cultivo en Zamorano

```
DATA RENEAP;
INFILE "A:ZAMORANO.PRN";
INPUT ENMI $ 1-3 PROD $ 5-7 TRAT 9 REP 11 REN 13-16;
RUN;
PROC SORT DATA=RENEAP; BY ENMI PROD;
RUN;
PROC MEANS DATA=RENEAP NOPRINT MAXDEC=4; BY ENMI PROD;
  VAR REN;
  ID TRAT ENMI PROD;
  OUTPUT OUT=MEDIAS MEAN=REN;
RUN;
PROC PLOT DATA=MEDIAS;
  PLOT REN*ENMI=PROD/VAXIS=0.1 TO 3 BY 0.25;
RUN;
PROC GLM DATA=RENEAP;
  CLASS ENMI PROD;
  MODEL REN=ENMI PROD ENMI*PROD/SS3;
  MEANS ENMI PROD/SNK;
  LSMEANS ENMI*PROD/STDERR PDIFF;
RUN;
PROC SORT DATA=RENEAP; BY ENMI;
PROC GLM DATA=RENEAP; BY ENMI;
  CLASS PROD;
  MODEL REN= PROD /SS3;
  MEANS PROD/SNK;
RUN;
```

Anexo 3. Rendimientos en lb/ha por réplica a los 5 meses después de sembrado el cultivo en Zamorano

Tratamiento	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
T1	5400,0	5433,3	3566,6	6366,6
T2	4733,3	3933,3	6366,6	3033,3
T3	3200,0	4500,0	5833,3	3866,6
T4	8966,6	1300,0	6033,3	4666,6
T5	3433,3	3466,6	5600,0	4700,0
T6	1933,3	3900,0	4466,6	6233,3
T7	2066,6	733,3	2466,6	3166,6
T8	5200,0	6466,6	3866,6	4566,6
T9	2533,3	5700,0	2666,6	5900,0

Rendimiento en lb/ha por bloque a los 5 meses después de sembrado el cultivo en Cooperativa 3 de Octubre.

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1	8250,0	6428,5	8714,3
T2	16696,4	9500,0	2750,0
T3	9589,3	3892,8	9750,0
T4	750,0	7767,8	9321,4
T5	7160,7	15017,8	2714,3
T6	517,8	4642,8	12214,3

Anexo 4. Modelo del programa SAS para datos de severidad de *Phyllosticta zingiberi*

```
OPTIONS LS=80;
```

```
DATA A;
```

```
  INFILE 'A:\DATPHYLL.prn';
  INPUT muest trat bloq plant hoja sever;
  IF trat=1 THEN conc='alta';
  IF trat=2 THEN conc='baja';
  IF trat=3 THEN conc='cero';
  IF trat=4 THEN conc='alta';
  IF trat=5 THEN conc='baja';
  IF trat=6 THEN conc='cero';
```

```
RUN;
```

```
DATA B;
```

```
  INFILE 'A:\DATPHYLL.prn';
  INPUT muest trat bloq plant hoja sever;
  IF trat=1 THEN lum='sol';
  IF trat=2 THEN lum='sol';
  IF trat=3 THEN lum='sol';
  IF trat=4 THEN lum='sombra';
  IF trat=5 THEN lum='sombra';
  IF trat=6 THEN lum='sombra';
```

```
RUN;
```

```
DATA one;
```

```
  MERGE A B;
```

```
RUN;
```

```
/* PROC PRINT DATA=ONE;
```

```
RUN; */
```

```
PROC GLM DATA=ONE;
```

```
CLASS BLOQ MUEST PLANT HOJA CONC LUM;
```

```
MODEL SEVER = BLOQ CONC LUM BLOQ*CONC BLOQ*LUM CONC*LUM
```

```
BLOQ*CONC*LUM MUEST CONC*MUEST LUM*MUEST CONC*LUM*MUEST
```

```
/ SS3 ;
```

```
MEANS CONC LUM MUEST / LSD;
```

```
RANDOM bloq bloq*conc bloq*lum bloq*conc*lum muest conc*muest lum*muest
```

```
conc*lum*muest / TEST;
```

```
RUN;
```

Anexo 5. Severidad promedio de *Phyllosticta zingiberi* por tratamiento

TRATAMIENTO (concentración-luminosidad)	SEVERIDAD PROMEDIO
Alta-sol	0,8866
Baja-sol	0,8466
Cero-sol	0,1800
Alta-sombra	0,4500
Baja-sombra	0,3166
Cero-sombra	0,0400