

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE CULTIVOS ANUALES

EFECTO DE LABRANZAS DE SUELO EN LA INCIDENCIA Y  
SEVERIDAD DE ENFERMEDADES FOLIARES  
DEL MAIZ (*Zea mays* L.) Y FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.)  
EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVOS

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL  
PROGRAMA CONJUNTO UCR—CATIE PARA OPTAR AL GRADO DE

*Magister Scientiae*

LEONARDO ENRIQUE MORA EGUIGUREN

Turrialba, Costa Rica

1978

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la comisión de estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar el grado de

*Magister Scientiae*

JURADO:

Raúl Moreno, Ph.D.

Consejero Principal

Carlos Burgos Ph.D.

Miembro del Comité

José Farfás, Ph.D.

Miembro del Comité

Pedro Oñoro, Ph.D.

Miembro del Comité

Coordinador del Programa de Posgrado en  
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales

Coordinador Sistema de Estudios de  
Posgrado de la Universidad de Costa Rica

Leonardo Mora Eguiguren  
Candidato

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre

A mi madre

A Marlene del Carmen, mi esposa

A Marlene Patricia, mi hija

A mis hermanos

El autor desea dejar constancia de su sincero agradecimiento al Dr. Raúl Moreno, Consejero Principal, por su orientación invaluable, buena voluntad y de quien recibió no solamente enseñanza sino también su amistad.

A los miembros del Comité, doctores Carlos Burgos, José Fargas y de manera especial al Dr. Pedro Oñoro, por su ayuda y valiosas sugerencias en el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Luis Carlos González, por la revisión del manuscrito.

Al Dr. Santiago Fonseca Martínez, Director del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

A los doctores Gustavo Enríquez, Eduardo Locatelli y Joseph Saunders, por su valiosa colaboración y amistad. A todos los profesores y compañeros de estudio del Programa Conjunto UCR-CATIE por su cooperación y amistad.

Al Personal de Computación del CATIE, especialmente a James French y Gustavo López quienes prestaron su colaboración y ayuda desinteresada en el procesamiento estadístico de los datos.

A la Licd. María José Galrao, por la revisión de la bibliografía.

A Fernando López, asistente de laboratorio de Fitopatología; a los señores Arnoldo Barrantes y Luis Torres de "La Montaña" y al resto del personal de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, por su colaboración siempre oportuna.

A mi esposa Marlene del Carmen, además de su comprensión, paciencia y estímulo durante mis estudios, debo agradecer su colaboración y eficiencia en el mecanografiado de este trabajo.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, al Gobierno de Holanda, Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por las facilidades técnicas y económicas brindadas para efectuar mis estudios en Turrialba.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Loja, Ecuador.

Realizó sus estudios primarios y secundarios en los Colegios "La Salle" y "Bernardo Valdivieso" de su ciudad natal. El título de Ingeniero Agrónomo lo obtuvo el 17 de diciembre de 1973 en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja.

En el período de 1970-73 ingresó al Ministerio de Agricultura y Ganadería como Asistente del Programa de Frutales y Hortalizas en la Provincia de Loja.

Desde 1973-75 fue Jefe del Programa de Leguminosas de granos en la Provincia de Cotopaxi.

En 1974 asistió al Curso Intensivo de Sistemas de Producción Agrícola para el Pequeño Agricultor en el CATIE, Turrialba, Costa Rica.

A partir de 1975 desempeña las funciones de Inspector Provincial de Sanidad Vegetal de la Delegación Zonal 5, con sede en Quito, donde actualmente ejerce sus funciones.

En julio de 1976, ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE) para realizar sus estudios de posgrado, graduándose como *Magister Scientiae* en mayo de 1978.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Enfermedades de Maíz.....	3
2.1.1 Tizón de la hoja.....	3
2.1.2 Roya tropical.....	5
2.1.3 Roya común.....	6
2.1.4 Mancha Diplodia.....	6
2.1.5 Mancha de asfalto.....	7
2.2 Enfermedades de Frijol.....	8
2.2.1 Mancha angular.....	8
2.2.2 Roya del frijol.....	9
2.3 Uso de Cobertura de Residuos de Vegetales y Labranza Mínima.....	10
2.4 Medición, Evaluación y Comparación de Epifitias.....	12
2.5 Asociación de Cultivos y Desarrollo de las Enfermedades.....	14
3. MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1 Descripción del Area de Estudio.....	16
- Localización.....	16
- Clima.....	16
- Antecedentes del área experimental.....	17
3.2 Tratamientos.....	17
3.3 Diseño Experimental.....	19
3.4 Productos Químicos.....	22
3.5 Labores Culturales.....	22
- Siembra.....	22
- Aplicación y dosis de fertilizante.....	22
- Deshierbas.....	23
3.6 Enfermedades Estudiadas.....	25
3.6.1 En maíz.....	25
1. Tizón de la hoja del maíz.....	25
2. Royas tropical y común del maíz.....	28
3. Diplodia.....	28
4. Mancha de asfalto.....	29
5. Bacteriosis y Virosis.....	30
3.6.2 En Frijol.....	30
1. Mancha angular.....	30
2. Roya.....	32
3.7 Evaluación de Malezas.....	32
3.8 Variables Analizadas.....	33
3.8.1 Índices epidemiológicos.....	33
3.8.2 Variables climáticas.....	34
1. Temperatura (C).....	34

2.	Humedad relativa (HR).....	35
3.	Precipitación (mm).....	35
3.8.3	Variabtes agronómicas.....	35
3.9	Análisis de la Información.....	37
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	43
4.1	Condiciones Meteorológicas de las Epocas Experimentales.....	43
4.2	Aspecto General de los Cultivos.....	43
4.3	Condiciones Climáticas y el Ataque de Enfermedades.....	44
4.3.1	Enfermedades del maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	44
4.3.1.1	Principales enfermedades en la primera época experimental.....	44
4.3.1.2	Principales enfermedades en la segunda época experimental.....	46
-	Tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ).....	46
-	Mancha Diplodia ( <i>Diplodia macrospora</i> ).....	48
4.3.2	Enfermedades del frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ).....	49
-	Mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ).....	49
-	Roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ).....	50
4.4	Epifitiología de las Enfermedades de Maíz.....	51
4.4.1	Tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ).....	51
4.4.1.1	Incidencia y severidad del tizón de la hoja del maíz en dos sistemas de cultivos.....	53
4.4.1.2	Epidemiología del tizón de la hoja en cuatro labranzas de suelo.....	58
4.4.2	Roya tropical ( <i>Physopella zae</i> ).....	62
4.4.2.1	Primera época.....	62
a.	Incidencia y severidad de roya tropical de maíz en dos sistemas de cultivos.....	62
b.	Epidemiología de la roya tropical del maíz en cuatro labranzas de suelo.....	64
4.4.2.2	Segunda época.....	65
a.	Incidencia y severidad de roya tropical en tres rotaciones de cultivos.....	66
b.	Epidemiología de la roya tropical del maíz en cuatro labranzas de suelo.....	69
4.4.3	Roya común.....	69
4.4.3.1	Primera época.....	69
a.	Incidencia y severidad de roya común del maíz en dos sistemas de cultivos.....	70
b.	Epidemiología de roya común del maíz en cuatro labranzas de suelo.....	72
4.4.3.2	Segunda época.....	73
a.	Incidencia y severidad de roya común del maíz en tres rotaciones de cultivos.....	74
b.	Epidemiología de roya común del maíz en cuatro labranzas de suelo.....	75

4.4.4	Mancha Diplodia.....	76
4.4.4.1	Incidencia y severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en tres rotaciones de maíz.....	79
4.4.4.2	Epidemiología de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz en cuatro labranzas de suelo.....	81
4.4.4.3	Pudrición de la mazorca del maíz.....	87
4.4.5	Mancha de asfalto.....	88
4.5	Epifitiología de Enfermedades del Frijol Común.....	89
4.5.1	Mancha angular.....	89
4.5.1.1	Incidencia y severidad de mancha angular en dos sistemas de cultivos.....	90
4.5.1.2	Epidemiología de mancha angular del frijol común en cuatro labranzas de suelo.....	95
4.5.2	Roya del frijol común.....	100
4.5.2.1	Incidencia y severidad de roya del frijol común en dos sistemas de cultivos.....	101
4.5.2.2	Epidemiología de roya del frijol común en cuatro labranzas de suelo.....	105
5.	CONCLUSIONES.....	112
6.	RESUMEN.....	114
6a.	SUMMARY.....	116
7.	LITERATURA CITADA.....	118
8.	APENDICE.....	125

## LISTA DE CUADROS

TEXTO	Página
Cuadro N°.	
1 Tratamientos, símbolos, cultivos, variedades, distancias y densidad de siembra de los sistemas y rotaciones de cultivos para determinar el desarrollo y diseminación de las principales enfermedades de maíz y frijol, durante dic/76-oct/77....	20
2 Cantidad (kg/ha) de Fertilizante (elementos mayores) para cada tratamiento de labranza de suelo y sistemas de cultivos de maíz y frijol.....	24
3 Grados y porcentajes de área foliar infectada para determinar la mancha Diplodia ( <i>Diplodia macrospora</i> ) en diferentes sistemas de cultivos y labranzas de suelo.....	29
4 Tasas diarias de incremento de la Incidencia y Severidad del ataque de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz, en fases diferentes del desarrollo de la enfermedad, durante dic/76-mar/77.....	53
5 Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad del tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ) en maíz en dos sistemas de cultivos, representado en fases diferentes de desarrollo de la enfermedad, durante dic/76-mar/77.....	56
6 Análisis de varianza de Incidencia del primer muestreo del tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ) en la primera época experimental, en cuatro diferentes labranzas de suelo y dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77.....	59
7 Promedio de Incidencia, Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya tropical ( <i>Physopella zeae</i> ) en maíz, registradas durante dic/76-mar/77.....	63
8 Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya tropical ( <i>Physopella zeae</i> ) en maíz en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77.....	65
9 Promedios de Incidencia, Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya tropical ( <i>Physopella zeae</i> ) en maíz, registrada en la segunda época experimental, durante jun-oct/77.....	67
10 Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya tropical en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77.....	68
11 Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya común ( <i>Puccinia polysora</i> ) en maíz, durante dic/76-mar/77.....	70

## TEXTO

## Cuadro N.º

12	Promedios de Incidencia y Severidad de roya común ( <i>Puccinia polysora</i> ) en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77..	71
13	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya común ( <i>Puccinia polysora</i> ) en maíz en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77,.....	73
14	Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas de incremento de roya común ( <i>Puccinia polysora</i> ) en maíz, durante jun-oct/77.....	74
15	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya común ( <i>Puccinia polysora</i> ) en tres rotaciones de maíz, durante jun-oct/77.....	76
16	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz en fases definidas del desarrollo de la enfermedad, durante jun-oct/77.....	78
17	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77.....	81
18	Promedios de Incidencia de mancha de asfalto ( <i>Phyllachora maydis</i> ) en maíz, registrada en la segunda época experimental, durante jun-oct/77.....	89
19	Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol, durante dic/76-feb/77.....	92
20	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en todo el ciclo del frijol, durante dic/76-feb/77.....	92
21	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-feb/77.....	96
22	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de mancha angular del frijol común en cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77.....	98
23	Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común, durante dic/76-mar/77.....	101
24.	Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de la roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común, durante dic/76 feb/77.....	101

	Página
TEXTO	
Cuadro N°.	
25 Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya en frijol común en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-feb/77.....	105
26 Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común en cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77.....	109
APENDICE.....	125
Lista de abreviaciones y símbolos para los cuadros del apéndice.....	126
A1 Condiciones climáticas en dos períodos experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77, Turrialba, Costa Rica.....	127
A2 Orden cronológico de las labores realizadas y sucesos registrados durante dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.....	128
A3 Altura de plantas (cm) de maíz y sus cuadrados medios en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante la época experimental de dic/76-mar/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	133
A4 Promedios de altura de plantas de maíz (cm) y sus cuadrados medios en tres rotaciones y cuatro labranzas de suelo, durante la época experimental de jun-oct/77. Se indican significancias, Turrialba, Costa Rica.....	133
A5 Promedios de altura (cm) de plantas de maíz registrados en dos épocas experimentales. Turrialba, Costa Rica.....	134
A6 Promedios de Incidencia de plantas atacadas por bacterias ( <i>Erwinia</i> sp y <i>Pseudomonas</i> sp) en dos épocas experimentales Turrialba, Costa Rica.....	134
A7 Promedios de plantas por parcela afectada por el virus rayado fino del maíz y sus cuadrados medios. Primera época experimental. (dic/76-mar/77). Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	134
A8 Promedios de plantas afectadas por gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) y sus cuadrados medios en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	135
A9 Promedio de número de plantas por parcela al final del ciclo del maíz y sus cuadrados medios, en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	135

## Cuadro N°

A10	Incidencia (%), Severidad (%) y número de mazorcas enfermas afectadas por pudrición ( <i>Diplodia macrospora</i> y <i>Diplodia maydis</i> en la segunda época experimental, jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica....	136
A11	Promedios de rendimientos del maíz (ton/ha) y sus cuadrados medios de los sistemas y rotaciones de cultivos y labranzas de suelo en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	136
A12	Principales plagas registradas atacando al maíz y frijol común en dos épocas experimentales. Turrialba, Costa Rica, 1977.....	137
A13	Promedios de altura de plantas (cm) de frijol común y sus cuadrados medios. dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.....	137
A14	Componentes del rendimiento de frijol sembrado en la época seca (dic/76-mar/77) y sus respectivos cuadrados medios. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	138
A15	Peso fresco y número de malezas en tres metros cuadrados por parcela y sus respectivos cuadrados medios, en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.....	139
A16	Principales malezas registradas en el experimento de residuos de cosecha en tres sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo. Turrialba, Costa Rica. 1977.....	140
A17	Coefficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz, en dos sistemas de cultivos con variables agronómicas y climáticas, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica	142
A18	Modelos de regresión múltiple para estimar el porcentaje de Incidencia de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz, monocultivo y asociado con frijol, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.....	143
A19	Modelos de regresión múltiple para estimar el porcentaje de Severidad de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz en monocultivo y asociado con frijol, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.....	144
A20	Coefficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz, en tres rotaciones de cultivos con variables climáticas y agronómicas, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.....	145

Cuadro N°.

A21	Coeficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> en frijol común, en dos sistemas de cultivos con variables agronómicas y climáticas, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.....	146
A22	Coeficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de la roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común en dos sistemas de cultivos con variables agronómicas y climáticas, durante dic/76-feb/77.....	147
A23	Promedio de Incidencia y Severidad del tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ) en maíz, durante dic/76-mar/77....	148
A24	Promedios de Incidencia (I%) y Severidad (S%) de <i>Helminthosporium turcicum</i> en dos sistemas de cultivos de maíz y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-mar/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	149
A25	Tasas diarias de incremento (r) de Severidad (S) e Incidencia (I) de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz, en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-mar/77, Se indican cuadrados medios y significancias.....	151
A26	Coeficientes de regresión ( $R^2$ ) de Incidencia y Severidad de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz, en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-mar/77. Se indican significancias.....	153
A27	Promedios de Incidencia y Severidad de roya tropical ( <i>Physopella zae</i> ) en maíz en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77.....	154
A28	Promedios de Incidencia y Severidad de roya tropical ( <i>Physopella zae</i> ) en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	154
A29	Promedios de Incidencia y Severidad de roya común ( <i>Puccinia polysora</i> ) en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	155
A30	Promedios de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz, durante jun-oct/77.....	155
A31	Promedios de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	156

## Cuadro N°.

A32	Tasas diarias de incremento (r) de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz en tres rotaciones de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	157
A33	Coefficientes de regresión ( $R^2$ ) de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz, en tres rotaciones de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante jun-oct/77. Se indican significancias.....	159
A34	Promedios de Incidencia y Severidad de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz en cuatro labranzas de suelo, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	160
A35	Promedios de Incidencia y Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-feb/77. Se indican significancias.....	161
A36	Análisis de varianza de Incidencia de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77.....	162
A37	Prueba de DMS para comparaciones de medias de Incidencia de mancha angular en frijol común en labranzas de suelos, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77.....	162
A38	Análisis de varianza de Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77.....	163
A39	Prueba de DMS para comparaciones de medias de Severidad de mancha angular en frijol común en labranzas de suelo, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77.....	163
A40	Coefficientes de determinación de modelos de regresión de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Se indican significancias.....	164
A41	Promedios de Incidencia (%) y Severidad (%) de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Se indican cuadrados medios y significancias.....	165
A42	Análisis de varianza de Incidencia de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77.....	166

Cuadro N°.

A43	Pruebas de DMS para comparaciones de medias de Incidencia de roya del frijol común en labranzas de suelo, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77.....	166
A44	Análisis de varianza de Severidad de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77.....	167
A45	Prueba de DMS para comparaciones de medias de Severidad de roya en frijol común en labranzas de suelo, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77.....	167
A46	Coefficientes de determinación ( $R^2$ ) de los modelos de regresión de la roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Se indican significancias.....	168

## LISTA DE FIGURAS

TEXTO	Página
Figura N <sup>o</sup> .	
1 Distribución en el campo de los bloques, tratamientos y sub-tratamientos del ensayo para comparar el efecto de la preparación del terreno sobre las enfermedades foliares en tres sistemas diferentes de cultivos con maíz y frijol.....	21
2 Diagrama de las escalas que se utilizó para evaluar la Severidad de las enfermedades de maíz a) <i>Helminthosporium turcicum</i> , b) <i>Puccinia polysora</i> y c) <i>Physopella zaeae</i> .....	27
3 Diagrama de las escalas que se utilizó para evaluar la Severidad de las enfermedades de frijol a) mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) y b) roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ).....	31
4 Temperatura mínima y máxima, precipitación, humedad relativa y disposición cronológica de los cultivos en que se estudiaron las enfermedades foliares del maíz (M) y frijol (F), durante dic/76-oct/77.....	45
5 Fases de Incidencia y Severidad del tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ) en maíz, durante dic/76-mar/77.....	52
6 Incidencia y Severidad del tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ) en maíz, cultivado en: maíz monocultivo (M) y b) maíz asociado con frijol (M+F), durante dic/76-mar/77.....	57
7 Incidencia y Severidad del tizón de la hoja ( <i>Helminthosporium turcicum</i> ) en maíz en cuatro labranzas de suelo: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS) y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante dic/76-mar/77.....	61
8 Incidencia y Severidad de mancha foliar de <i>Diplodia macrospora</i> por fases y sus respectivas tasas de incremento en todo el ciclo del cultivo de maíz, durante jun-oct/77.....	77
9 Incidencia y Severidad de mancha foliar de <i>Diplodia macrospora</i> en tres rotaciones de maíz a) rotación maíz seguido de maíz (M + M); b) rotación maíz asociado con frijol seguido de maíz (M+F + M) y c) rotación frijol seguido de maíz, durante jun-oct/77.....	82

10	Incidencia y Severidad de mancha foliar de <i>Diplodia</i> ( <i>Diplodia macrospora</i> ) en maíz en cuatro labranzas de suelo: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS) y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante jun-oct/77.....	86
11	Incidencia y Severidad de a) Roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) y b) mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común, durante dic/76-feb/77.....	91
12	Incidencia y Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en: a) frijol asociado con maíz (F+M) y b) frijol monocultivo (F), durante dic/76-feb/77.....	97
13	Incidencia y Severidad de mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) en frijol común en: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS) y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante dic/76-feb/77.....	99
14	Incidencia y Severidad de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en: a) frijol asociado con maíz (F+M) y b) frijol monocultivo (F), durante dic/76-feb/77.....	104
15	Incremento de Incidencia y Severidad de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común cultivado en cuatro diferentes labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77.....	107
16	Incidencia y Severidad de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol común, en cuatro labranzas de suelo: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS) y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante dic/76-feb/77.....	111

## 1. INTRODUCCION

La existencia de una cobertura de residuos vegetales (mulch) sobre la superficie del suelo, puede modificar las condiciones microclimáticas de éste. Debido a estas modificaciones, el equilibrio entre microorganismos saprófitos y patógenos debería también alterarse y como consecuencia las relaciones patógeno-hospedero pueden afectarse directa o indirectamente.

Se ha informado de varias características favorables de los suelos protegidos por una cobertura, pero al mismo tiempo se citan algunas desventajas. Al cultivarse la misma especie, cuya cosecha anterior formó la cobertura vegetal, se supone que gran cantidad de inóculo estará potencialmente disponible para convertirse en inóculo primario e iniciar una infección más rápida y posiblemente más severa que si el suelo estuviese libre de éstos restos vegetales. Sin embargo, esta aseveración que se ha probado cierta en condiciones de clima templado, podría no ser válida en climas cálidos y húmedos, en los cuales la alta temperatura y frecuentes lluvias, constituyen condiciones ideales para el crecimiento de saprófitos sobre la cobertura vegetal, lo cual podría disminuir la disponibilidad de inóculo primario.

El maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en América Latina, se cultivan principalmente en asociación. Se han indicado ventajas desde el punto de vista fitosanitario (52,63) en esta forma de cultivar. Sin embargo, se conoce muy poco sobre el desarrollo y diseminación de las enfermedades foliares fungosas en esta forma de cultivar.

El trabajo se inició en diciembre de 1976 y se concluyó en noviembre de 1977, en los campos experimentales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con el propósito de cuantificar las enfermedades en maíz: tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*), roya tropical (*Physopella zae*), roya común (*Puccinia polysora*), mancha Diplodia (*Diplodia macrospora*) y mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*); y en frijol, mancha angular (*Isariopsis griseola*) y roya (*Uromyces phaseoli*) en monocultivo y en asociación de ambas especies cultivadas con cobertura de residuos de cosecha y labranza tradicional durante dos épocas experimentales de diferente precipitación principalmente, con los siguientes objetivos:

1. Determinar si existen diferencias entre la incidencia y severidad de las cinco enfermedades del maíz y dos del frijol, ya nombradas, cuando estas plantas se cultivan en suelo limpio y arado, en suelo con cobertura de desechos de maíz mezclada con tierra, en suelo con cobertura de desechos de maíz y en suelo sobre el que no se ha removido las cañas de maíz del cultivo anterior.

2. Estudiar y comparar el progreso de las enfermedades de maíz cuando se cultiva en monocultivo y asociado con frijol.

3. Estudiar y comparar el progreso de las enfermedades de frijol cuando se cultiva en monocultivo y asociado con maíz.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Enfermedades de Maíz

Como señala Ullstrup (80), el maíz puede ser atacado por muchas enfermedades que reducen su rendimiento y calidad. Cuando las hojas son afectadas por enfermedades, la producción de carbohidratos disminuye considerablemente y tanto el grano como el tallo puede quedar sin madurar. Algunos patógenos que atacan al tallo, aparte de reducir el rendimiento y calidad, hacen difícil la cosecha.

#### 2.1.1 Tizón de la hoja

Esta enfermedad está ampliamente distribuida tanto en la zona templada como en la tropical (47, 71, 82). El organismo causal en esta estado imperfecto es el hongo *Helminthosporium turcicum* Pass, cuyo estado sexual es *Trichosmetasphaeria turcica* Luttrell (4). El estado sexual ocurre rara vez en la naturaleza. Existen dos razas fisiológicas principales, encontradas en las islas de Kauai y Molokai (13). Aparte del maíz, este patógeno tiene como hospedante al sorgo y al pasto Johnson, en los cuales pueden producirse tanto el estado sexual como el asexual (13). Para que ocurra esporulación, germinación y penetración, el patógeno necesita de humedad abundante en el ambiente. Este hongo puede ser transmitido por semillas, empezando la infección al germinar el embrión (82).

Los síntomas de la enfermedad se presentan en las hojas, en las brácteas que envuelven a la mazorca y en otras partes aéreas de la planta, pero las lesiones más conspicuas se encuentran en las hojas.

Las lesiones individuales son elípticas, grandes y de color crema a café (60).

Los conidios pueden ser liberados y transportados a largas distancias por el viento (4, 6); la diseminación secundaria, entre plantas dentro del campo, ocurre debido a la producción abundante de conidios, especialmente en el centro de las lesiones en las hojas (4). El desarrollo de esta enfermedad se favorece por temperaturas moderadas entre 18 y 27 C, siendo su óptimo 24 C y por abundantes rocíos, durante la estación de crecimiento. Períodos secos retardan el desarrollo de la enfermedad. Si la enfermedad se establece en períodos muy tempranos del crecimiento, ocurre la muerte prematura de las hojas, pudiendo causar pérdidas en producción de grano de hasta 50% (4, 45, 80).

Como señala Berger (12), *H. turcicum* requiere de 7 horas de humedad relativa de 100% a temperatura entre 15-30 C para la producción significativa de conidios. Este mismo autor, indica que las esporas se forman durante la noche y se liberan en la mañana, cuando la humedad relativa baja. Hyre (41) llegó a la conclusión de que una humedad relativa entre 91 y 100% y una velocidad de viento de aproximadamente 90 cm x sec<sup>-1</sup> favorecen tanto la esporulación como la diseminación de las esporas en *H. maydis*. Hilu y Hooker (34) indican que al inocular *H. turcicum* en hojas de plantas de maíz resistentes y susceptibles, el número de lesiones puede ser comparable, pero el tamaño de la lesión es menor en las resistentes. Estos mismos autores, indican que la temperatura influye grandemente en la esporulación de las plantas susceptibles y resistentes.

### 2.1.2 Roya tropical

Esta enfermedad parece estar limitada a áreas cálidas, húmedas y bajas de Centro y Sur América, México y el Caribe (15, 24, 71). El organismo causal es el hongo *Physopella zae* (Mains) Cummins and Ramachar (Sinónimo *Angiospora zae* (Mains)). Se conocen dos razas de esta roya. Las uredosoras elípticas de 16 a 20 x 22 a 34 micras, son de color amarillo pálido, casi transparentes. Las telias que son de color chocolate oscuro se distribuyen en grupos alrededor de la uredia (4, 71, 80).

Las pústulas que son de color crema, se presentan la mayoría de las veces en grupos de 0,3 a 1 mm de largo sobre la superficie de la hoja y están cubiertas de epidermis, a excepción de un pequeño poro o apertura. Después se desarrollan manchas púrpuras, circulares u oblongas, con centro de color crema de 0.6 cm de diámetro (4, 60).

Las uredosporas constituyen el inóculo primario y secundario, llevado al maíz por el viento o por materiales infectados. No se ha encontrado un hospedante alternativo; por lo tanto, se conocen sólo dos estados (uredo y telio) del hongo (4).

Condiciones de temperaturas de 24 C son óptimas para la infección. Temperaturas elevadas y poca iluminación impiden que la roya siga creciendo en las hojas del maíz. La enfermedad es favorecida por ambientes calientes y cálidos húmedos y de bajas altitudes (75).

### 2.1.3 Roya común

Se encuentra frecuentemente en áreas húmedas de Centro y Sur América. El agente causal es el hongo *Puccinia polysora* Underw. Las uredosporas (20 a 30 x 28 a 38 micras), de color amarillo dorado, globosas a ovoides (22, 80).

Presenta numerosas pústulas que pueden aparecer sobre cualquier parte de la planta, pero son más conspicuas en las hojas. Las pústulas son circulares a alargadas, de 0,2 a 2 mm de coloración café-dorado a canela, esparcidas a ambos lados de la hoja. Cuando el ataque es severo, hay clorosis y muerte de la hoja (4, 60).

Las uredosporas constituyen el inóculo primario y secundario y son diseminadas por el viento o materiales infectados. No se ha encontrado un hospedante alternativo de este patógeno, consecuentemente sólo se conocen los estados de uredo y telio (4, 15, 80). Temperatura y humedad relativa altas, favorecen el desarrollo y la diseminación de esta roya, por lo que se encuentra principalmente en regiones de altitudes moderadas; no es muy frecuente en altitudes mayores de 1.200 m.s.n.m. (4, 71). Von Bulow (15) en Brasil, realizando inoculaciones del patógeno en el campo registró pérdidas de grano de 35-36%.

### 2.1.4 Mancha Diplodia

Heald, citado por Walker (81) describió esta enfermedad como podredumbre de la mazorca. La enfermedad está ampliamente distribuida. El agente causal es el hongo *Diplodia macrospora* Earle (4, 59).

El patógeno no sólo ataca a la mazorca, sino también a las hojas, cañas y raíces. Cuando la enfermedad ataca a las hojas, las

lesiones son muy conspicuas, de forma circular a alargada, al comienzo con bordes bien pronunciados de color rojizo; después las lesiones se alargan y al unirse, forman grandes porciones de área foliar dañada (8, 71, 81).

En las lesiones de las hojas, se encuentran pequeños puntitos negros, que son los picnidios, en los cuales se encuentran los conidios que se diseminan principalmente por la acción del viento.

*Diplodia* sobrevive en los residuos de cosecha; razón por la cual se recomienda la destrucción de los desechos infectados, con el fin de evitar su diseminación (81).

El hongo se encuentra en zonas de temperatura y humedad relativa altas. Las temperaturas óptimas probadas en medio de cultivo están entre 28 y 30 C. La susceptibilidad del tejido de la caña del maíz aumenta después de la polinización (4, 35).

#### 2.1.5 Mancha de asfalto

La mancha de asfalto se encuentra frecuentemente en zonas cálidas y húmedas. El organismo causal es *Phyllachora maydis* Maubl., un ascomiceto con peritecios esféricos. Las ascas son cilíndricas, de 80 a 100 x 8 a 10 micras de tamaño, con pedicelos cortos (4, 80).

Cuando las plantas son fuertemente infectadas por esta enfermedad, las hojas presentan manchas llamativas de coloración negra, lustrosas y hundidas; generalmente son lesiones circulares de 0,5 a 2 mm de diámetro. Cuando las manchas se unen, forman áreas de hasta 10 mm de diámetro (4).

La enfermedad es más severa después de la polinización y puede causar una desecación prematura de la mazorca.

La mancha de asfalto se encuentra especialmente en México y América Central (4, 71).

## 2.2 Enfermedades de Frijol

### 2.2.1 Mancha angular

Esta enfermedad está muy difundida en todas las áreas frijolerías del trópico, reduciendo la vitalidad general de la planta y consecuentemente causando rendimientos bajos (11, 23). La enfermedad es causada por *Isariopsis griseola* Sacc. Los conidióforos se ordenan en sinemas o coremios de 20 a 40 micras de grosor, que están compuestos de un número pequeño de hifas que crecen erectas. Los conidios son bi o multicelulares, cilíndricas, ligeramente curvadas y oscuras (11, 36, 85).

Las hojas se infectan más que las vainas. Las manchas originadas en las hojas son angulares porque están delimitadas por venas y venillas; son de color gris al principio tornándose café después (55, 60). En las vainas, las manchas son circulares, tienen el centro café-rojizo y los bordes negros (38).

*I. griseola* se perpetúa en los restos de las plantas enfermas. Las semillas también pueden ser infectadas (58, 86).

Cardona (17) observó crecimiento del hongo en medio de cultivo desde 8 hasta 28 C, siendo el óptimo 24 C. Silvera (77), en estudios fisiológicos del hongo realizados en Turrialba, comprobó que la temperatura óptima de formación de coremios y de esporas es de 25 C, siendo la esporulación más abundante en la obscuridad. Informa también que las esporas germinan sólo en presencia de agua líquida, siendo su ciclo vegetativo, hasta la esporulación, de 5 días.

Brock, citado por Silvera (77), parece ser el primero en haber aislado el hongo en cultivo puro en 1951. Llanos (55) determinó que el hongo no pierde su patogenicidad en medio de cultivo, aún cuando haya sufrido numerosas transferencias.

#### 2.2.2      Roya del frijol

La roya del frijol es una enfermedad causada por un hongo que se encuentra ampliamente distribuido en las regiones donde se siembra este cultivo. El agente causal es el hongo *Uromyces phaseoli typica* Arth, una roya microcíclica autoica (11, 36, 60, 85). Este patógeno tiene varias razas, las cuales difieren en su habilidad para infectar diferentes variedades de frijol (86). Las esporas son de globosas a elípticas con un promedio de 22.5 x 28 micras (38).

El ataque principal es en las hojas, aunque las vainas y los tallos también pueden ser atacados. Los primeros síntomas se observan en el envés de las hojas en forma de manchas pequeñas, blancas y algo levantadas, llamadas soros. Estos soros crecen rápidamente tornándose rojizos y luego café oscuros (3, 32). Varias generaciones de uredosporas se producen en una sola estación, pero de viabilidad muy corta. Muchas veces se puede observar en la misma pústula simultáneamente uredosporas y teliosporas. Las teliosporas son unicelulares, de color café oscuro con paredes gruesas, que no germinan sino después de un período de reposo (38, 85).

Las esporas del hongo pueden ser diseminadas por implementos agrícolas, insectos, animales y especialmente por el viento (36, 85, 87).

Los mayores daños se causan en zonas subtropicales de montano bajo (29). De acuerdo a Zaumeyer y Thomas (85) la roya del frijol está presente donde la humedad relativa alta se mantiene aproximadamente por un período de 8 a 10 horas. Las temperaturas óptimas bajo condiciones controladas fluctúan entre 21 a 26 C. En condiciones de invernadero las uredosporas maduran de 7 a 8 días después de la inoculación en el frijol (75).

### 2.3 Uso de cobertura de Residuos Vegetales y Labranza mínima

Las prácticas de labranza mínima han ganado en los últimos tiempos una amplia aceptación entre los agricultores ya que reducen el costo de preparación del terreno, la erosión y pueden mejorar también el crecimiento de las plántulas (7, 88).

Berker (7) informa que los herbicidas de contacto, no residuales (paraquat y diaquat) son muy usados para el control de malezas en trabajos de mínima labranza.

Según Moody (62), en plantaciones de maíz, los métodos de labranza mínima han resultado en producciones iguales a aquellos en donde se usa una labranza convencional. Rocca de Sarasola (73) concluye que la labranza tradicional favorece el vuelco del maíz, predisponiendo a la podredumbre basal, mientras que la labranza mínima lo reduce en forma notoria. En la zona tropical, Lal (49) observó que en las parcelas sin labranza, se estimuló la actividad microbiológica del suelo

debido a una disminución en la temperatura máxima y un régimen más favorable de humedad. Las técnicas de no labranza tienen el potencial de permitir cultivos continuos sin necesidad de labrar la tierra entre ellos. Como señala Martín y Craggs (56), la acción de residuos orgánicos sobre el suelo influye en las condiciones microclimáticas del mismo. A una temperatura constante, diferentes poblaciones microbiológicas se involucran en procesos de descomposición, produciendo mayor cantidad y mejor calidad de agregados. Maksman y Gerrtsen, citados por estos autores, concluyeron en que las bajas temperaturas favorecen la actividad de síntesis de los microorganismos, mientras que las altas temperaturas, por el contrario, favorecen el proceso de descomposición.

El cambio de las condiciones ambientales (macro y microclimáticas) influye en el desarrollo de una enfermedad, pues la diseminación y severidad de una enfermedad sobre las plantas son influenciadas por el grado de desviación del promedio de cada factor microclimático (1). En estudios realizados por Reynolds (72) con diferentes coberturas orgánicas para determinar el ataque del añublo sureño (*Sclerotium rolfsii*) al frijol arbustivo, se registró mayor incidencia de la enfermedad en parcelas sin cobertura, que en parcelas con residuos vegetales. Se indica que la cobertura orgánica influye sobre el ambiente del suelo y por lo tanto sobre el patógeno, ejerciendo un grado de control temporal (62, 72). Boosalis *et al.* (14) sugieren que el incremento del tizón de la hoja de maíz (*H. turcicum*) y otras enfermedades foliares, bajo el régimen de no labranza, es debido en parte a la enorme cantidad de inóculo existente en los residuos de cosecha dejados en la superficie.

En investigaciones realizadas por Lal (52) en suelos tropicales, observó una alta tasa de crecimiento y vigor de las plantas de maíz en coberturas orgánicas, a la vez que incrementó el rendimiento del grano. Rocha (74) y Alberty (2), en Turrialba obtuvieron mayores rendimientos en sistemas de maíz y frijol cultivado bajo suelo limpio que en los de cobertura vegetal, sin embargo, económicamente el sistema limpio resultó en ingresos (margen bruto) más bajos.

#### 2.4 Medición, Evaluación y Comparación de Epífitas

La evaluación de las pérdidas causadas por patógenos y la medición del desarrollo de enfermedades han sido muy descuidadas dentro del estudio de la patología vegetal. La medición de enfermedades, llamada también "Fitopatometría" (50) por los fitopatólogos, está tomando importancia en los últimos años ya que es necesario contar con cifras fidedignas acerca del verdadero valor de las pérdidas causadas por patógenos (59). Al mismo tiempo, se necesita conocer más acerca del desarrollo de las enfermedades para poder predecir el posible daño que ellas puedan causar.

Existen algunos métodos para la evaluación de una enfermedad vegetal, sin embargo, el método escogido deberá ser simple y claro como para que lo apliquen diferentes usuarios (33). El método dependerá de la precisión requerida, el tamaño del área, equipo necesario, cantidad de dinero y personal disponible. Según el tipo de enfermedad podría ser suficiente con una simple recuento de las plantas infectadas; en otros casos se necesita registrar el número de plantas según grados o rangos de infección. Otro método es la comparación con patrones ilustrados, sean diagramas, dibujos o fotografías (25, 26, 46, 69).

Los términos descritos por Chester (26) y James y Shih (46) de incidencia y severidad, a veces permiten uniformidad en los métodos de estimación. Estos autores definen la incidencia como el número o cantidad de enfermedad presente en una planta o región, sin referirse al daño causado; y severidad como el área foliar o tejido vegetal afectado expresado en porcentaje. La incidencia y severidad miden la cantidad de enfermedad presente, sin necesariamente hacer referencia a la respuesta del hospedero. El tipo de reacción es la respuesta que se observa en el hospedero (26, 32). Mont y Delgado (61) sugieren el establecimiento de 'escalas tipo' objetivas para cada enfermedad con un número de grados que no exceda a 5.

Chester (24) y Fernández (31) consideran que entre los coeficientes o índices de intensidad de enfermedad, el más utilizado es el "índice de infección de McKinney", que indica el grado de ataque por la frecuencia u órganos afectados sobre el número de plantas u órganos totales.

Según Van der Plank (66, 67, 68) existen dos tipos de curvas principales en el progreso de la enfermedad: acumulativas y de frecuencias de tasas de incremento. La más usada es la acumulativa, que estudia el curso de la epifitía en el tiempo que por lo general, es de tipo sigmoidea. Van der Plank (66) para diferenciar entre tipos de epidemias se basó en la fuente de inóculo y su tasa de reproducción, así estableció enfermedades de 'interés simple' o reproducción simple y enfermedades de 'interés compuesto' o reproducción compleja.

Los métodos para comparación de epidemias pueden ser cualitativos y cuantitativos. Otro método de comparación de epidemias se basa

en la utilización de tasas de infección logarítmica ( $r_1$ ) y tasas de infección aparente ( $r$ ) (69). También se utilizan análisis de regresión simple y múltiple en los cuales se comparan las líneas de progreso de la enfermedad. Una de las ventajas de estos métodos de análisis es que se pueden agrupar en diversas circunstancias y ser usadas para posibles predicciones teniendo diferentes factores climáticos como variables independientes.

## 2.5 Asociación de Cultivos y Desarrollo de las Enfermedades

Entre los sistemas de cultivos tradicionales que se practican en el trópico húmedo, el policultivo es el que sobresale (43).

Wellman (82) informa que hay mayor número de enfermedades en el trópico que en la zona templada. De acuerdo a Echandi (29), los sistemas de cultivos en América Tropical se han adaptado a múltiples condiciones ecológicas y diferentes enfermedades; el mismo fenómeno ocurrió en la zona templada, pero la adaptación fue en menos zonas ecológicas y en menor número de enfermedades.

La velocidad de propagación y diseminación de una enfermedad es más lenta cuanto mayor es la distancia entre las plantas hospedantes (84). Larios y Moreno (52) encontraron diferencias en curvas de progreso de enfermedades foliares de yuca en diferentes sistemas de cultivos. Mateo (57) encontró mayor severidad de *Helminthosporium turcicum* a los 70 días en el sistema asociado con camote que en el monocultivo.

Ensayos realizados en Turrialba comparando la diseminación de mancha *Ascochyta* sp. en frijol de costa cultivado solo y asociado con maíz, tuvo menor incidencia y velocidad de propagación en el cultivo asociado, que en el cultivo solo (5, 63). Moreno (64) en estudios sobre

la severidad de mancha angular del frijol común en diferentes sistemas de cultivos, registró mayor ataque de la enfermedad en las asociaciones con maíz. Sembrar plantas de la misma especie una junto a otra, podría ser condición para el inicio de la epidemia de una enfermedad y usando cultivos asociados, se podría atenuar la incidencia de la enfermedad, actuando el cultivo no hospedante como barrera natural (31, 84), aunque existen informes contrarios (83).

Según Bazán (10) en ensayos realizados en el CATIE, los sistemas de cultivos que incluyen cultivos múltiples, asociados o mixtos son más eficientes en producción de alimentos y biomasa que los monocultivos y que las enfermedades diseminadas a través del aire son más evidentes y de mayores consecuencias en los monocultivos que en los policultivos; sirviendo estos últimos como barreras naturales que impiden la libre diseminación del inóculo. Por el contrario, algunos policultivos por la creación de microclimas de alta humedad y sombra favorecen el desarrollo de otros tipos de enfermedades.

En la asociación de cultivos de maíz y frijol de costa, Araujo (5), estableció que algunas enfermedades virosas de frijol de costa son menos prevalentes que al cultivarse en monocultivo. Este mismo autor, informa que mayor número de crisomélidos (*Cerotoma* y *Diabrotica*), principales vectores de virus, se capturaron en monocultivo que en el asocio con maíz.

El empleo de sistemas de producción, que comprende el uso de cultivos mixtos y por lo tanto de diversidad genotípica, aparece como una nueva posibilidad para disminuir el efecto de las enfermedades, siempre que se conozca bien la relación patógeno-hospedero-medio (30). En los países templados el enfoque es similar, en los cuales la diversidad genética se consigue con las llamadas multilíneas en los cultivos de cereales.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del Area de Estudio

##### - Localización

El trabajo se efectuó en el área experimental denominada "La Montaña", del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica ( $9^{\circ} 52' 45''$  latitud norte y  $83^{\circ} 39' 28''$  longitud oeste); con una elevación aproximada de 600 m.s.n.m.. Los suelos del área de estudio son de origen aluvial fluvio-lacustre. El drenaje varía de normal a impedido. La fertilidad natural varía de mediana a baja.

##### - Clima

Los datos climáticos se obtuvieron a partir de datos de más de 20 años en la Estación Meteorológica del CATIE (18), presentándose hasta diciembre de 1977, así:

Temperatura media anual de 22,2 C (max. 26,9 C y min. 17,6 C).  
Precipitación media anual de 2673,8 mm con un promedio de 251 días anuales de lluvia. El mes más seco es marzo con un promedio de 71,6 mm; el período lluvioso empieza en mayo con 218,5 mm terminando en diciembre con 339,1 mm. El brillo solar diario de 4,54 horas de sol (1651,3 h. anuales). La humedad relativa promedio es de 87,4%. El promedio de radiación diaria es de 423,7  $\text{Ly}^{1/}$  y el de evaporación es de 3,99 mm. En el balance hídrico atmosférico (lluvia-evaporación del tanque A) se registra un mes (febrero) con un balance negativo de -45 mm y 11 meses

---

1/ Langleys =  $\text{cal. cm}^{-2}$

con balance positivo que fluctúa entre 9 y 269 mm., siendo el promedio mensual de +137 mm (34).

Los datos climáticos de las épocas experimentales se resumen en el Cuadro A1<sup>1/</sup>.

Según el sistema de clasificación ecológica de Holdridge (40, 79) el área experimental corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Premontano de la región Tropical.

#### - Antecedentes del área experimental

Con la finalidad de uniformizar el área experimental y obtener suficiente material vegetal para los tratamientos a probar, se sembró maíz en forma convencional el mes de agosto de 1976 y se cosechó en noviembre de ese año, para proceder posteriormente a la preparación y montaje del ensayo.

### 3.2 Tratamientos

Se estudiaron la incidencia y severidad de las principales enfermedades de maíz y frijol, sembrando dichos cultivos en cuatro labranzas de suelo y seis sistemas de cultivos, que son tres sistemas y tres rotaciones de cultivos.

Los cuatro sistemas de labranzas de suelo fueron:

- Suelo preparado en forma tradicional: es decir, terreno roturado con arado y luego desmenuzado y mullido con rotovator<sup>2/</sup>. En este tratamiento se procedió a sacar todos los desechos de la cosecha anterior

---

1/ De ahora en adelante la letra 'A' indica cuadro de Apéndice.

2/ Rotovator manual "AGRIA" 7 HP.

de maíz y las malezas arrancándose de raíz, retirando todo el material vegetal y dejando el suelo limpio (en adelante TA = terreno arado).

- Cobertura vegetal mezclada con tierra: El suelo no se trabajó con implementos, sino que las cañas de la cosecha anterior de maíz se arrancaron manualmente, pesándolas para conocer la cantidad de materia orgánica añadida al suelo, luego junto con las malezas existentes sobre el terreno se trozaron y con una pala se mezclaron levemente con tierra de la misma parcela, quedando aproximadamente en una proporción de 1:1 (en adelante CMHT = cañas de maíz mezcladas con tierra). Inmediatamente después de la siembra se aplicó Gramoxone (Paraquat 0,5 Kg/ha i.a.) para el control de las malezas.

- Mantenimiento de cobertura vegetal de residuos de cosecha sobre el suelo: los desechos de maíz y malezas más sobre salientes trozadas se dejaron sobre el suelo; este tratamiento es básicamente igual al anterior pero no se realizó ninguna mezcla de los residuos de cosecha con suelo (en adelante CMSS = cañas de maíz sobre el suelo). Para destruir las malezas se usó Gramoxone igual al tratamiento dos.

- Suelo no alterado: en el cual los restos de cosecha y malezas se dejaron en el campo sin remover ni picar (en adelante CMSR = cañas de maíz sin remoción); por lo tanto, las cañas de maíz del cultivo anterior quedaron en pie dobladas hasta la mitad, tan sólo se cortaron con machete algunas hojas. El cultivo siguiente se sembró entre las hileras de estas cañas de maíz. Se realizó únicamente el trabajo de preparación de suelo necesario para sembrar y adicionar el fertilizante alrededor del hoyo de la semilla, tratando de no alterar la capa superior

del terreno. Se aplicó Gramoxone para quemar las malezas de la parcela, igual que en los tratamientos anteriores.

Los tratamientos de sistemas de cultivos son la disposición cronológica y espacial de seis sistemas de cultivos, los cuales se usaron tres para cada época experimental.

Los tres sistemas de cultivos para la primera época experimental (época seca, dic./ 76 - mar./ 77) son (Cuadro 1):

- Maíz monocultivo (M)
- Maíz asociado con frijol ( $M^{1/} + F$ )
- Frijol monocultivo (F)

Las tres rotaciones de cultivos, considerando la segunda época experimental, resultan ser (época lluviosa, jun. - oct./77) (Cuadro 1):

- Maíz en rotación con maíz ( $M^{2/} \rightarrow M$ )
- Maíz asociado con frijol en rotación con maíz ( $M+F \rightarrow M$ )
- Frijol en rotación con maíz ( $F \rightarrow M$ )

La combinación de cuatro manejos de suelo y tres sistemas dan origen a 12 tratamientos para cada época experimental.

### 3.3 Diseño Experimental

Se usó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron las cuatro formas de preparación o labranza de suelo, en las parcelas grandes y tres sistemas de cultivos en la época seca y luego tres rotaciones de cultivos en la época lluviosa, en las parcelas pequeñas (Fig. 1).

---

1/ El signo (+) indica asociación.

2/ El signo ( $\rightarrow$ ) indica rotación.

Cuadro 1. Tratamientos, símbolos, cultivos, variedades, distancias y densidad de siembra de las asociaciones y rotaciones de cultivos para determinar el desarrollo y diseminación de las principales enfermedades de maíz y frijol común, durante dic/76-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

símbolo	sistema de cultivos	Epoca lluviosa jun. - oct/77		densidad de siembra (plantas/ha)	Distanciamiento (m)	
		símbolo	rotación de cultivos		entre hileras	sobre hileras
M	Maíz <sup>1/</sup>	M → M	Rotación maíz se- guido de maíz	M = 40.000	1,0	0,5
M+F	Maíz asociado con frijol	M+F → M <sup>2/</sup>	Rotación maíz aso- ciado con frijol se- guido de maíz	M = 40.000 F = 200.000	1,0 0,5	0,5 0,2
F	Frijol <sup>2/</sup>	F → M	Rotación frijol se- guido de maíz	F = 200.000	0,5	0,2

1/ Ver 'Turpéño Grama' norte bajo, con un ciclo de 130 días

2/ Ver 'CATIF-1' grano negro de crecimiento indeterminado, con un ciclo de 90 días. Dos plantas por sitio

3/ El signo (+) es asociación; la flecha (→) es rotación

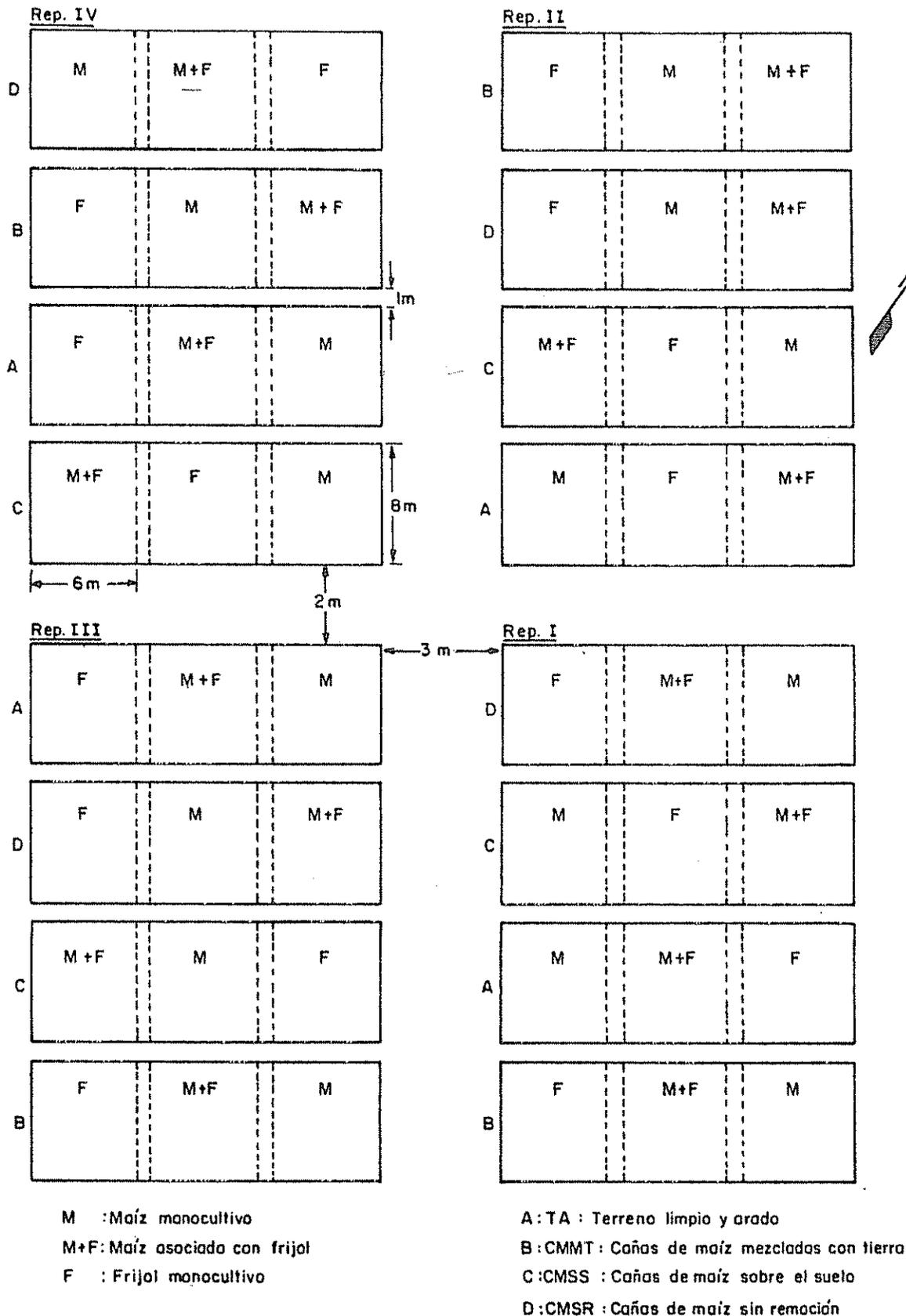


Fig. 1 Distribución en el campo de los bloques, tratamientos y subtratamientos del ensayo para comprobar el efecto de la preparación del terreno sobre las enfermedades foliares en tres sistemas diferentes de cultivos con maíz y frijol en la época seca (dic./76-mar./77) y tres rotaciones de cultivos en la época lluviosa (jun.-oct.77), Turrialba, Costa Rica

### 3.4 Productos Químicos

Los siguientes fertilizantes se aplicaron al maíz y frijol: 20-10-6-5 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y MgO), 15-30-8 y nitrato de amonio (33,5%).

Los plaguicidas: Aldrin 25%, Ortho-B, Diazinon 60-E, Elokron, Dipterex, Orthocide y adherente Estravon 200, se usaron para el control de diferentes insectos que se presentaron en el ciclo de los cultivos.

### 3.5 Labores Culturales

#### - Siembra

La siembra durante la primera época experimental se realizó entre el 29 de noviembre y el 2 de diciembre de 1976. Usándose espeque<sup>1/</sup> a una profundidad de aproximadamente 3 cm. y depositando en caso de maíz tres semillas por sitio para ralear al cabo de 25 días a dos plantas por sitio. En el caso de frijol, se sembraron dos semillas por sitio. En el hoyo se aplicó Aldrin 25% mezclado con cal en una proporción de 9:1. La siembra en la segunda época experimental se realizó el 16 de junio de 1977, sembrándose sólo maíz en igual forma que en la época anterior. En esta época se aplicó Volatón para el control del gusano cortador.

#### - Aplicación y dosis de fertilizante

La fertilización, en la primera época experimental, se realizó de acuerdo al análisis químico del suelo y los requerimientos de los cultivos. La primera aplicación se realizó al momento de la siembra,

---

<sup>1/</sup> Herramienta de madera cilíndrica aguzada en un extremo, a veces con una pieza cónica de metal, aproximadamente de 1,5 m. de longitud; sirve para sembrar.

a unos 10 cm de distancia alrededor del hoyo en media luna para el maíz y en surco continuo para el frijol. La segunda aplicación se realizó 30 días después de la siembra.

Para la segunda época experimental, se siguió el criterio del análisis químico del suelo, los requerimientos del maíz y la cantidad de materia orgánica adicionada al suelo por los restos de residuos de cosecha. La forma y periodicidad fue igual a la fertilización anterior. Así, para los tres tratamientos de cobertura vegetal se empleó la misma cantidad de fertilizante, suponiendo que se adicionaba igual cantidad de materia orgánica al suelo. El tratamiento de suelo limpio y arado recibió mayor cantidad de fertilizante que los otros.

En el Cuadro 2 se resumen la cantidad de elementos mayores aplicados para cada sistema.

#### - Deshierbas

Durante la primera época de siembra, se realizó una deshierba manual en el tratamiento limpio y arado a los 34 días de siembra, para los tres sistemas de cultivo y en los tratamientos de cobertura vegetal se realizó una chapia<sup>1/</sup> a los 39 días de edad del maíz.

En la segunda época experimental, en la que se sembró sólo maíz, se deshierbó y aporcó el tratamiento limpio arado a los 34 días de la siembra. En esta época de siembra también hubo necesidad de realizar una chapia a los tratamientos de cobertura vegetal, a los 54 días de edad del maíz.

---

<sup>1/</sup> 'chapia' en Costa Rica se llama a la operación de cortar con machete las malezas a unos pocos centímetros del suelo.

Cuadro 2. Cantidad<sup>1/</sup> (kg/ha) de Fertilizante<sup>2/</sup> (elementos mayores) para cada tratamiento de labranza del suelo y sistemas de cultivos de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica, 1977

Epoca Experimental	Tratamiento de sistemas de labranza de suelo	Tratamientos de sistemas de cultivos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
dic/76-mar/77	TA, CMNT, CMSS, CMSR <sup>2/</sup>	M	100,0	91,0	36,4	-
	TA, CMNT, CMSS, CMSR	M+F <sup>3/</sup>	168,3	164,0	62,9	28,8
	TA, CMNT, CMSS, CMSR	F	97,5	105,0	38,0	15,0
Jun/77-oct/77	CMNT, CHSS, CMSR	M	86,0	12,0	4,0	-
	TA	M	105,0	35,4	11,8	-

1/ Formulaciones del fertilizante= 15-30-8; 20-10-6-5; Nitrato de amonio (33,5% N)

2/ TA = tratamiento arado; CMNT = cañas de maíz mezcladas con tierra; CMSS = cañas de maíz sobre el suelo; CMSR = cañas de maíz sin remoción.

3/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo en asociación

### 3.6 Enfermedades Estudiadas

#### 3.6.1 En maíz

Las principales enfermedades fungosas estudiadas en maíz, durante la primera época experimental, fueron: tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* Pass), roya tropical (*Physopella zae* (Mains) Cummins y Ramachar), roya común (*Puccinia polysora* Underw.). Se encontraron, atacando con menos frecuencia, añublo amarillo de la hoja (*Phyllosticta maydis* Arny y Nelson), mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Haubl.), mancha de la hoja por *Curvularia* (*Curvularia* sp.), mancha de la hoja por *Phaeosphaeria* (*Phaeosphaeria maydis* (P. Henn.) Rane, Payak y Renfro), y *Diplodia* (*Diplodia macrospora*). Entre las enfermedades bacterianas que se presentaron fueron el añublo bacterial (*Erwinia stewartii* E.F. Smith Dye) y un rayado bacterial, posiblemente causado por *Pseudomonas alboprecipitans* Rosen. Se presentó una enfermedad virosa causada posiblemente por el virus rayado fino del maíz.

En la segunda época experimental se presentaron las mismas enfermedades anteriormente citadas, pero durante esta época, la enfermedad causada por *Diplodia* sp. pasó a ser la más importante de todas en cuanto a área foliar ocupada, razón por la cual, se estudió también el desarrollo de esta enfermedad.

#### 1. Tizón de la hoja del maíz

Esta enfermedad se midió durante todo el ciclo del cultivo en seis plantas seleccionadas al azar de cada parcela. Los muestreos se hicieron cada ocho días, registrándose las siguientes variables: número total de hojas por planta (NHT), número de hojas enfermas (IHE) y

el grado de área foliar enferma que incluye las lesiones necróticas y la clorosis asociada directamente con la enfermedad. Para cuantificar el área necrótica se usaron escalas patrones. Para esto, se seleccionaron hojas naturalmente infectadas en el campo que mostraban diferentes grados de infección y con un planímetro se procedió a medir el área infectada. Así se determinaron cinco grados de infección con su respectiva cantidad de área afectada. En cada muestreo se procedió a comparar las hojas en los tratamientos con estos patrones de área foliar afectada ya conocida (Fig. 2 a). Las manchas necróticas o clorosis no bien identificadas, no se registraron.

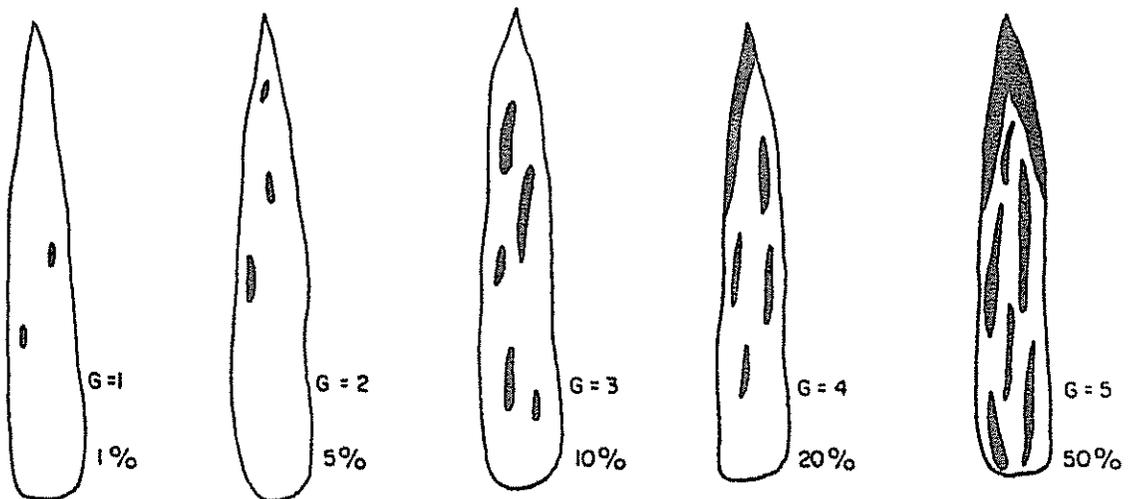
Con los datos obtenidos se determinaron los índices de incidencia (I) y severidad (S). La I es el número de hojas enfermas expresado en porcentaje, la S se calculó sumando el número de hojas enfermas multiplicadas por el valor de cada grado de infección de la escala entre el NHT de la planta.

Fórmula para los índices:

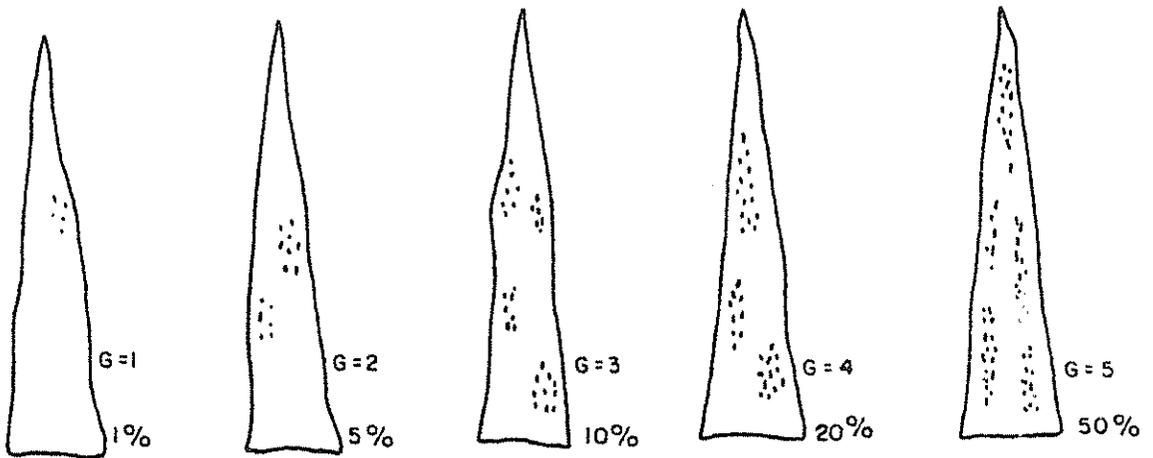
$$I = \frac{NHE}{NHT} \times 100$$
$$S = \frac{1\%(N_1) + 5\%(N_2) + 10\%(N_3) + 20\%(N_4) + 50\%(N_5)}{NHT} \times 100$$

Donde:

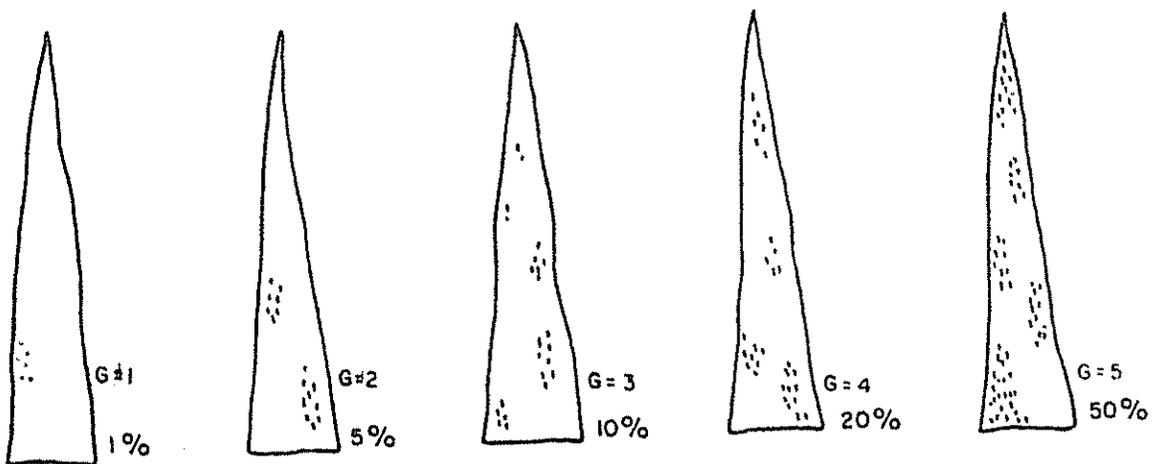
- I = incidencia
- NHE = número de hojas enfermas
- NHT = número de hojas total de la planta
- S = severidad



(a) Helminthosporium turcicum



(b) ROYA COMUN (Puccinia polysora)



(c) ROYA TROPICAL (Physopella zaeae)

Fig. 2 Diagrama de las escalas que se utilizó para evaluar la severidad de las enfermedades foliares del maíz : a) Helminthosporium turcicum, b) Puccinia polysora, c) Physopella zaeae. Turrialba, Costa Rica. 1977

$N_1$	=	número de hojas con 1% de infección
$N_2$	=	" " " " 5% " "
$N_3$	=	" " " " 10% " "
$N_4$	=	" " " " 20% " "
$N_5$	=	" " " " 50% " "

1%, 5%, 10%, 20%, 50% = indica el porcentaje de área foliar afectada.

## 2. Royas tropical y común del maíz

Estas dos enfermedades se midieron en las dos etapas experimentales; para esto, previamente se seleccionaron aleatoriamente seis plantas por parcela y se siguieron las enfermedades en todo el ciclo del cultivo. El método y periodicidad de muestreo fueron similares a los de las enfermedades anteriores, con la diferencia que a cada hoja de maíz se dividió en dos partes. En la mitad hacia el ápice de la hoja, es decir, en la porción generalmente más expuesta al viento se procedió a contar el número de uredosoros. Una vez que estos fueron muy abundantes, se usó la escala previamente establecida para cada enfermedad (Figs. 2a y 2b), procediendo a dar el grado de ataque correspondiente (26, 46, 69). Con los datos obtenidos se calculó la I y S de cada enfermedad en su respectiva época experimental, según la forma descrita para la enfermedad del tizón de la hoja.

## 3. Diplodia

Esta enfermedad se presentó y por lo tanto se midió solamente en el segundo período experimental. En cada parcela se seleccionaron seis plantas al azar en las que se registró durante todo el ciclo del cultivo, siguiendo el mismo método y periodicidad que para el tizón

de la hoja del maíz. En los tres primeros muestreos, cuando las plantas tenían poco tamaño, se tomaron 25 plantas por parcela y se llevaron al laboratorio para el recuento e identificación del patógeno.

Para la severidad se procedió a evaluar con seis grados, según se resume en el Cuadro 3 y para su cálculo se procedió de acuerdo al modelo propuesto por Croxall, Gwynne y Jenkins (25) en que los grados se reemplazan con los valores de porcentajes de área enferma y se multiplica por su frecuencia.

Cuadro 3. Grados y porcentajes de área foliar infectada para determinar la mancha *Diplodia* (*Diplodia macrospora*) en diferentes sistemas de cultivos y labranzas de suelo. Turrialba, Costa Rica. 1977.

Grados	% de área foliar afectada
0	0
1	1%
2	5%
3	10%
4	20%
5	50%

#### 4. Mancha asfalto

Esta enfermedad se presentó al final del ciclo de cultivo, después de la floración y polinización del maíz (aproximadamente a los 75 días de edad del maíz). De seis plantas señaladas al azar por parcela se procedió a contar el número de hojas afectadas por planta y el

número total de hojas cada ocho días. De los datos registrados se calculó únicamente la incidencia.

## 5. Bacteriosis y Virosis

Las enfermedades causadas por bacterias y virus, se registraron en las dos etapas experimentales. Para la evaluación se contó el número de plantas afectadas en cada parcela, tanto para sistemas de cultivos como para preparación de suelo. Los muestreos se realizaron a diferentes edades del cultivo.

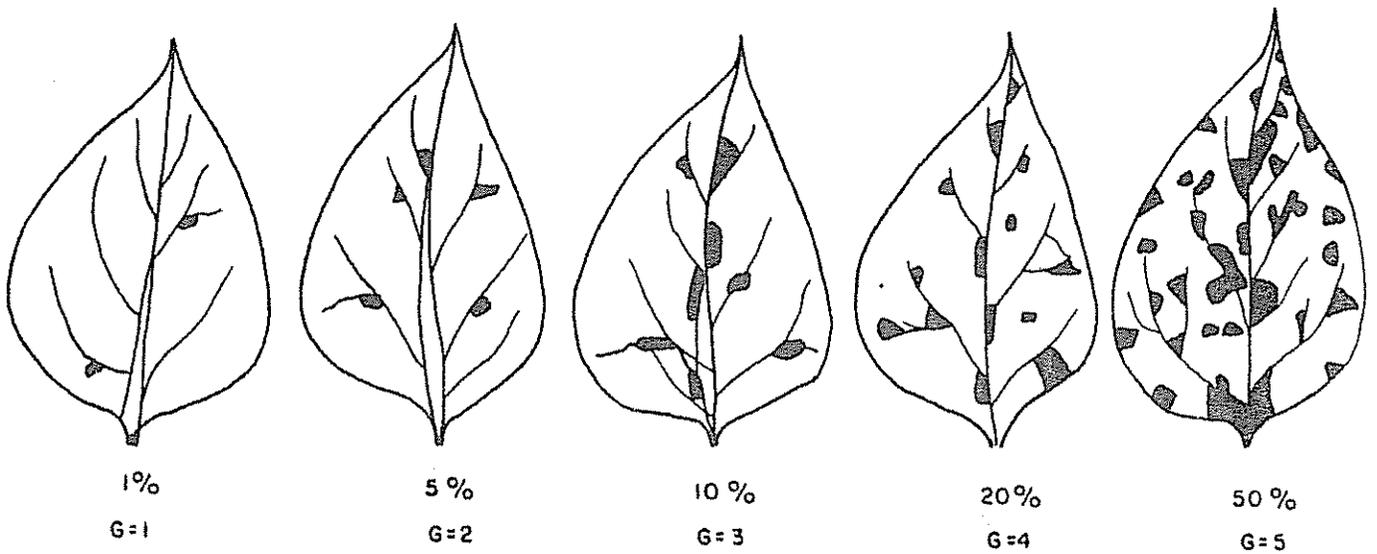
### 3.6.2 En frijol

Las enfermedades foliares fungosas estudiadas en frijol durante el período seco fueron: mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) y roya (*Uromyces phaseoli* 'típica' Arth).

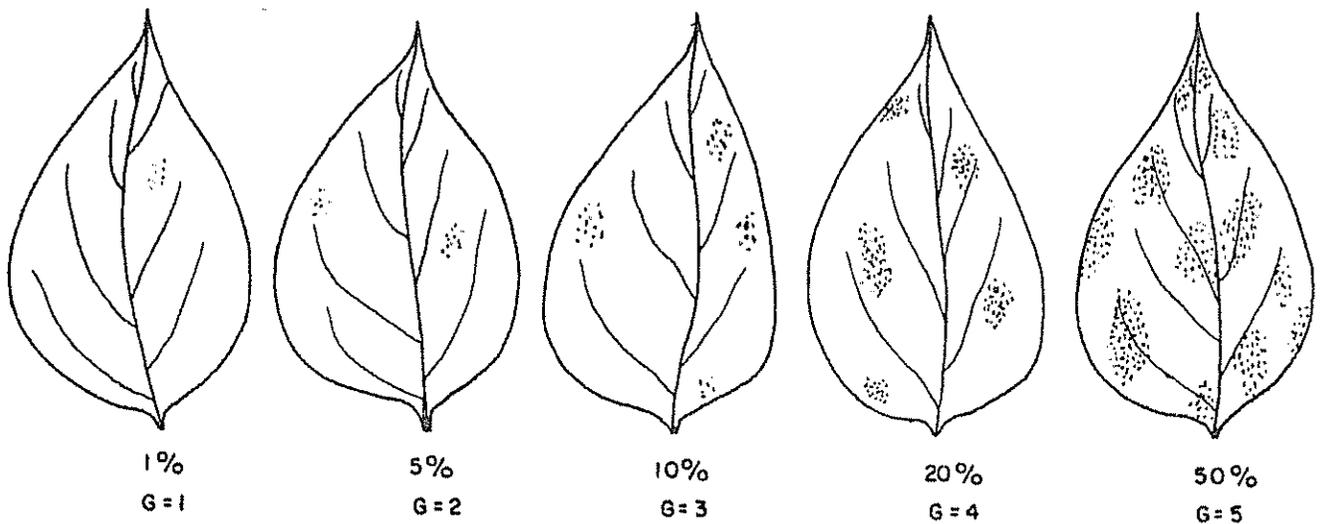
#### 1. Mancha angular

Para las mediciones de esta enfermedad se señalaron 10 plantas al azar en cada parcela, realizándose observaciones cada ocho días desde la aparición de los primeros síntomas visibles hasta la finalización del ciclo del cultivo.

Para la toma de datos se dividió la planta de frijol en cuatro partes, viéndola desde arriba. De un cuarto de la planta se contó el número de hojas sanas y enfermas. Del folíolo central de las hojas enfermas se procedió a registrar el área infectada con una escala tipo (Fig. 3a) previamente establecida (26). Se usaron hojas con más de cinco centímetros de largo. El área infectada incluye las lesiones necróticas y las clorosis asociadas directamente a la enfermedad.



Mancha angular (*Isariopsis griseola*)



ROYA (*Uromyces phaseoli*)

Fig. 3 Diagrama de las escalas que se utilizó para evaluar la severidad de las enfermedades de frijol : a) mancha angular (*Isariopsis griseola*) b) roya (*Uromyces phaseoli*) Turrialba, Costa Rica, 1977

Las escalas utilizadas se confeccionaron tomando hojas de frijol infectadas naturalmente en el campo y luego midiendo con un planímetro el área de las lesiones para hacer la estimación del daño y confeccionar el diagrama de las escalas.

Una vez obtenidos los datos, se determinaron la incidencia y severidad de la forma ya descrita en las enfermedades del maíz. La severidad se calculó con seis grados, el grado cero corresponde a hojas sanas.

## 2. Roya

Los métodos y periodicidad para medir el grado de ataque de la roya, fueron muy similares a los utilizados para la mancha angular, con la diferencia de que al inicio de la enfermedad, se contaron las uredosoras y luego cuando éstas fueron muy abundantes, se procedió a calificar por porcentaje de acuerdo a una escala ya establecida (Fig. 3b). De los datos obtenidos, se calcularon la incidencia y la severidad de la forma ya descrita.

## 3.7 Evaluación de Malezas

Se realizaron tres evaluaciones de malezas en todo el experimento. La primera, se realizó al finalizar la primera etapa experimental; otra evaluación se hizo en la segunda etapa experimental, a los 30 días de edad del maíz, y la tercera evaluación se realizó al finalizar el segundo período experimental.

Las evaluaciones se realizaron registrándose el número y peso fresco de las malezas. Para obtener el número de malezas se siguió un método que consiste en pasar una cuerda que corta en diagonal a la

parcela, contándose todas las malas hierbas que tocan esta línea (10 m). Para determinar el peso fresco de las malezas, se utilizó un marco de madera de 1 m<sup>2</sup>, arrancando de raíz todas las malezas, cuidando de limpiar la tierra de éstas, muestreándose al azar tres metros cuadrados por parcela.

### 3.8 Variables Analizadas

Las variables analizadas se pueden clasificar en tres tipos: índices epidemiológicos, variables climáticas y variables agronómicas, todas medidas en el transcurso de ciclo de los cultivos en las dos épocas de siembra.

#### 3.8.1 Índices epidemiológicos

Tanto para las enfermedades del maíz: tizón de la hoja, royas, Diplodía así como para las del frijol: mancha angular y roya, se siguieron los mismos procedimientos para obtener los índices, tomándose los siguientes datos:

- i Incidencia (I), expresada como porcentaje de órganos (hojas) enfermas
- ii Severidad (S), expresado como porcentaje de área foliar infectada
- iii Número de hojas enfermas (NHE) por planta de maíz y frijol
- iv Tasas de infección de cada muestreo
- v Otras enfermedades y plagas
  - a) Número de plantas de maíz atacadas por bacterias en los sistemas y labranzas de suelo y por época

- b) Número de plantas afectadas por virus en maíz
- c) Evaluación de insectos en maíz y frijol. Para el ataque de crisomélidos en frijol se contaron las plantas con daño mayor a 20% de la hoja

### 3.6.2 Variables climáticas

Las condiciones climáticas, dependiendo de la variable, se tomaron promedios de ocho días antes de cada muestreo para relacionarlos con la cantidad de enfermedad.

#### 1. Temperatura (C)

- i Temperatura promedio por día
- ii Amplitud térmica
- iii Sumatoria de las desviaciones de la temperatura por encima de la temperatura media, 20,6 C para la primera época y 21,2 C para la segunda época experimental, según los meses del muestreo, multiplicada por la frecuencia (f) con que se presentaron estas desviaciones en muestreos sucesivos. Simbolizada por la fórmula  $\Sigma (d\bar{x}) \cdot f$ .
- iv Sumatoria de las desviaciones de la temperatura por debajo de la temperatura media ( $d\bar{x}$ ) para cada etapa experimental, multiplicada por la frecuencia (f) de las desviaciones en los muestreos sucesivos, simbolizada por  $\Sigma (-d\bar{x}) \cdot f$

2. Humedad relativa (HR)

- i Promedio de humedad relativa diaria (%)
- ii Sumatoria de las desviaciones de la humedad relativa por encima del promedio, 88,1% para la primera época experimental y 90,87% para la segunda época, según los meses del muestreo, multiplicados por la frecuencia (f) con que se presentaron estas desviaciones en los muestreos sucesivos. Simbolizada por  $\Sigma (d\bar{x}) \cdot f$
- iii Sumatoria de las desviaciones de la humedad relativa por debajo del promedio para cada época experimental ( $d\bar{x}$ ) multiplicadas por la frecuencia (f) en los diferentes muestreos. Simbolizada por  $\Sigma(-d\bar{x}) \cdot f$

3. Precipitación (mm)

- i Lluvia acumulada ocho días antes de cada muestreo
- ii Días con lluvia mayores o iguales a 5 mm en las muestras sucesivas

3.8.3 Variables agronómicas

- i Número de hojas por planta (IHT)
- ii Edad a intervalos de muestreo de las enfermedades en maíz y frijol expresado en días
- iii Sistemas de cultivos (monocultivo y asociado)
- iv Labranza de suelos (con cobertura vegetal y terreno limpio arado)
- v En maíz

- a) Alturas de la planta en cm a distintas edades.
- b) Número de plantas al momento de la cosecha por parcela útil (24 m<sup>2</sup>).
- c) Número de mazorcas por planta y por área útil.
- d) Rendimiento por parcela en Kg por área (24 m<sup>2</sup>). Se detectó la humedad del grano utilizando un medidor tipo "Dickey John Moisture Tester" (automático). La humedad del grano se uniformizó a 12%, mediante la siguiente fórmula: (19, 27).

$$P = \frac{A \times (100 - H_i)}{100 - H_g}$$

Donde:

P = peso del grano a la humedad deseada

A = peso del grano a la cosecha

H<sub>i</sub> = humedad a la cosecha

H<sub>g</sub> = 12% de humedad

vi En frijol

- a) Altura de planta en cm, a distintas edades
- b) Número de plantas al momento de la cosecha (24 m<sup>2</sup>)
- c) Número de vainas por planta. Se obtuvo de 50 plantas tomadas al azar de cada parcela al momento de la cosecha
- d) Peso de granos de las 50 plantas
- e) Peso de 100 granos
- f) Rendimiento del grano. El procedimiento igual al seguido en el maíz. La humedad expresada al 12%, se

utilizó la escala de conversión característica de "Dickey John Moisture Tester".

### 3.9 Análisis de la Información

Con las variables observadas que incluyen índices epidemiológicos se realizaron los siguientes análisis estadísticos (70, 78).

- Pruebas de diferencias de medias de incidencia, severidad, tasas de infección logarítmica de los índices para todos los muestreos y variables agronómicas para cada sistema, labranza de suelo y enfermedad estudiada.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$$

$H_a$  = por lo menos existe diferencia entre dos medias

donde:

$H_0$  = hipótesis nula

$H_a$  = " alterna

$\mu$  = media de incidencia, severidad, tasas de incremento en los sistemas estudiados y componentes de rendimiento.

- Tasas de infección logarítmica (r)

Para calcular las tasas de infección logarítmica de I y S de las enfermedades de maíz y frijol se empleó la siguiente fórmula (66, 67, 68).

$$r = \frac{2.3}{t_2 - t_1} \left( \log \frac{x_2}{1-x_2} - \log \frac{x_1}{1-x_1} \right)$$

donde:

$r$  = tasa de infección

2.3 = constante (para obtener log decimal)

$t_1$  = tiempo inicial

$t_2$  = tiempo final

$x_1$  = proporción de órganos afectados o área foliar enferma (I, S) al tiempo inicial

$x_2$  = proporción de órganos afectados o área enferma (I, S) al tiempo final

log = logaritmo de base 10

Por la naturaleza de las enfermedades estudiadas, ya que éstos patógenos se multiplican y se diseminan rápidamente, se utilizó la fórmula que tiene un factor de corrección  $(1-x)$ , que es tejido sano aún susceptible y disponible para una nueva infección.

#### - Análisis de varianza

Utilizando la prueba de Fisher se realizaron los análisis de varianza para cada muestreo de la severidad, incidencia y tasas de infección logarítmica; se analizaron como parcelas divididas de acuerdo al siguiente modelo estadístico: (Se utilizó la transformación  $\text{Arcsen}\sqrt{x}$  para incidencia y severidad (78)

$$\Psi_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \alpha_k + (\beta\tau)_{ij} + (\tau\alpha)_{jk} + \{(\beta\alpha)_{ik} + (\beta\tau\alpha)_{ijk}\}$$

donde:

$\Psi_{ijk}$  = variable respuesta

$\mu$  = media general

$\beta_i$  = efecto de repetición  $i$   $i = \{1,2,3,4\}$

$\tau_j$  = efecto de labranza de suelo  $j$   $j = \{1,2,3,4\}$

$\alpha_k$  = efecto de sistemas  $k$   $k = \{1,2,3\}$

$(\beta\tau)_{ij}$  =  $E(a)_{ij}$  = error (a)

$(\tau\alpha)_{jk}$  = efecto de interacción de labranza de suelo para sistema  $k$

$\{(\beta\alpha)_{ik}+(\beta\tau\alpha)_{ijk}\}$  =  $E(b)_{ijk}$  = error (b)

Para realizar los análisis de varianza de la severidad e incidencia de la enfermedad global, se utilizó el diseño de parcela divididas en el tiempo, mediante el siguiente modelo estadístico:

$$\Psi_{ijkl} = \mu + \beta_i + \tau_j + \alpha_k + \delta_l + \epsilon(a)_{ij} + (\tau\alpha)_{ik} + \epsilon(b)_{ijk} + (\delta\tau)_{il} + (\alpha\delta)_{kl} + \{\delta.\beta.+ \delta.\alpha.\tau + \delta.\alpha.\beta.+ \delta.\beta.\tau + \alpha\beta.\tau.\delta.\}ijkl$$

donde:

$\Psi_{ijkl}$  = variable respuesta

$\mu$  = media general

$\beta_i$  = efecto de repeticiones o bloques  $i$   $i = \{1,2,3,4\}$

$\tau_j$  = efecto de labranza de suelo  $j$   $j = \{1, \dots, 4\}$

$\alpha_k$  = efecto de sistema  $k$   $k = \{1,2,3\}$

$\delta_l$  = efecto de muestreo  $l$   $l = \{1,2,\dots,n\}$

$\epsilon(a)_{ij}$  = error (a) del bloque  $i$  con interacción de labranza de suelo  $j$

- $(\tau\alpha)_{ik}$  = efecto de la interacción de labranza x sistema k
- $\epsilon(b)_{ijk}$  = error (b)
- $(\tau\delta)_{il}$  = efecto de interacción de labranza de suelo x muestreo
- $(\delta\alpha)_{kl}$  = efecto de interacción de sistemas x muestreo
- $\epsilon(c)_{ijkl}$  = error experimental

- Comparación de promedios de tratamientos

Los tratamientos individuales se compararon mediante la prueba de rango múltiple de diferencia mínima significativa (DMS) al  $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$

$$DMS_{\alpha} = t_{\alpha} S_{\bar{d}} = t_{\alpha} \sqrt{\frac{2CME}{rab}}$$

- Correlaciones

Se realizaron los análisis de correlación para determinar el grado de asociación entre la incidencia y la severidad de las enfermedades y las variables agronómicas y climáticas anteriormente descritas.

La fórmula general está dada:

$$R = D_{s_{ii}}^{-0,5} (X'X) D_{s_{jj}}^{-0,5}$$

donde:

R = matriz de correlación

$X'X$  = matriz de la suma de productos y cuadrados corregidos

$D_{s_{ii}}^{-0,5}$  = matriz diagonal cuyos elementos son inversos de la raíz cuadrada de la diagonal  $X'X$

La fórmula específica para los coeficientes de correlación está dada por:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}}$$

donde:

$r$  = coeficiente de correlación

$x$  =  $(X_i - \bar{X})$  = diferencia de variable independiente y su promedio

$y$  =  $(Y_i - \bar{Y})$  = diferencia de variable dependiente y su promedio

- Regresiones

Se realizaron regresiones simples y regresiones múltiples

i Regresión simple

Para estimar el comportamiento entre la incidencia y severidad con la edad de los cultivos tanto de maíz como de frijol para cada enfermedad, se probaron los siguientes modelos estadísticos:

Lineal  $Y_i = b_0 + b_1 X_i$

Cuadrática  $Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^2$

Logarítmica  $Y_i = b_0 + X_i^{b_1}$

Semilogarítmica  $Y_i = b_0 b_1^{X_i}$

Raíz cuadrada  $Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^{0,5}$

Donde:

$Y_i$  = variable de respuesta o dependiente (I o S)

$X_i$  = variable aleatoria o independiente

$b_0$  = intercepción de la variable dependiente ( $Y_i$ ) cuando

$$X_i = 0$$

$b_1$  = pendiente lineal o tasa lineal

$b_2$  = tasa logarítmica o cuadrática, aceleración de crecimiento

$R^2$  = coeficiente de regresión o determinación

## ii Regresión múltiple

Se realizaron análisis de regresión múltiple entre las siguientes variables: incidencia y severidad (dependiente) de enfermedades de maíz y frijol con cantidades de lluvia, H.R., temperatura y edad de la planta en días (independientes).

De los modelos resultantes con mejor ajuste, se eliminaron las variables cuyo valor de  $t_c$  no era significativo, considerándose si el aporte a la variación de las variables dependientes era grande. De esta manera se obtuvieron funciones simplificadas de coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ) menores, que podrían utilizarse en predicciones con un nivel de confiabilidad real alto.

El modelo general de estas relaciones funcionales es (14):

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i X_i$$

Donde:

$Y$  = variable dependiente o fija que se desea estimar

$X_i$  = variables independientes

$b_0$  = constante

$b_i$  = coeficiente de regresión

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Condiciones Meteorológicas de las Epocas Experimentales

Las condiciones macroclimáticas que prevalecieron durante las dos épocas experimentales se presentan en la Figura 4 y el Cuadro A1. En general, el primer período experimental, comprendido entre diciembre, 1976 y marzo, 1977, fue más seco comparado con el segundo período, comprendido entre junio y octubre, 1977. La precipitación total registrada durante el primer período fue de 327,2 mm, siendo febrero y marzo los meses más secos. En el segundo período, se registraron 1447,2 mm de precipitación total presentando todos los meses, precipitaciones relativamente altas. Estos valores de lluvia son generalmente normales con referencia a valores registrados en años anteriores.

La temperatura en el primer período fue más baja, con un promedio de 20,6 C, comparados con las temperaturas del segundo período, cuyo promedio fue de 21,9 C. Los valores de radiación, en general, fueron más altos en la primera etapa, registrándose en febrero y marzo los valores mayores.

Los meses de enero y febrero presentaron menor humedad relativa, registrándose balances hídricos negativos. En el primer período experimental se registró un valor promedio de humedad relativa de 88,3% y en el segundo período 90,9%.

##### 4.2 Aspecto General de los cultivos

El orden cronológico de las principales labores y sucesos registrados durante las dos épocas experimentales se presentan en el

Cuadro A2. En la Figura 4 se presentan el orden cronológico y espacial de los sistemas y rotaciones de cultivos estudiados.

Los datos y análisis correspondientes a alturas de plantas, ataque de bacterias, plantas infectadas por virus, ataque del gusano cogollero, principales plagas y componentes del rendimiento del maíz en las dos épocas experimentales se presentan en el apéndice desde el Cuadro A3 hasta el Cuadro A12, con sus respectivos cuadrados medios y significancias.

Los datos y análisis correspondientes al frijol común en relación con las principales plagas, altura de plantas y componentes del rendimiento, se encuentran en los Cuadros A12, A13 y A14, también con sus respectivos cuadrados medios y significancias.

Las principales malezas y los datos de peso fresco y número de malezas registradas en cada etapa experimental, se indican en los Cuadros A15 y A16, con sus respectivos cuadrados medios y significancias.

#### 4.3 Condiciones Climáticas y el Ataque de Enfermedades

Los análisis de correlación de los valores de incidencia y severidad de las enfermedades de maíz y frijol realizados con algunos factores climáticos, permitió determinar la influencia que éstos pueden ejercer sobre el patógeno, especialmente sobre la liberación y diseminación en los sistemas de cultivos.

##### 4.3.1 Enfermedades de maíz (*Zea mays*)

###### 4.3.1.1 Principales enfermedades de la primera época experimental

Las principales enfermedades foliares fungosas que predominaron en esta época experimental fueron: tizón de la hoja (*Helminthosporium*

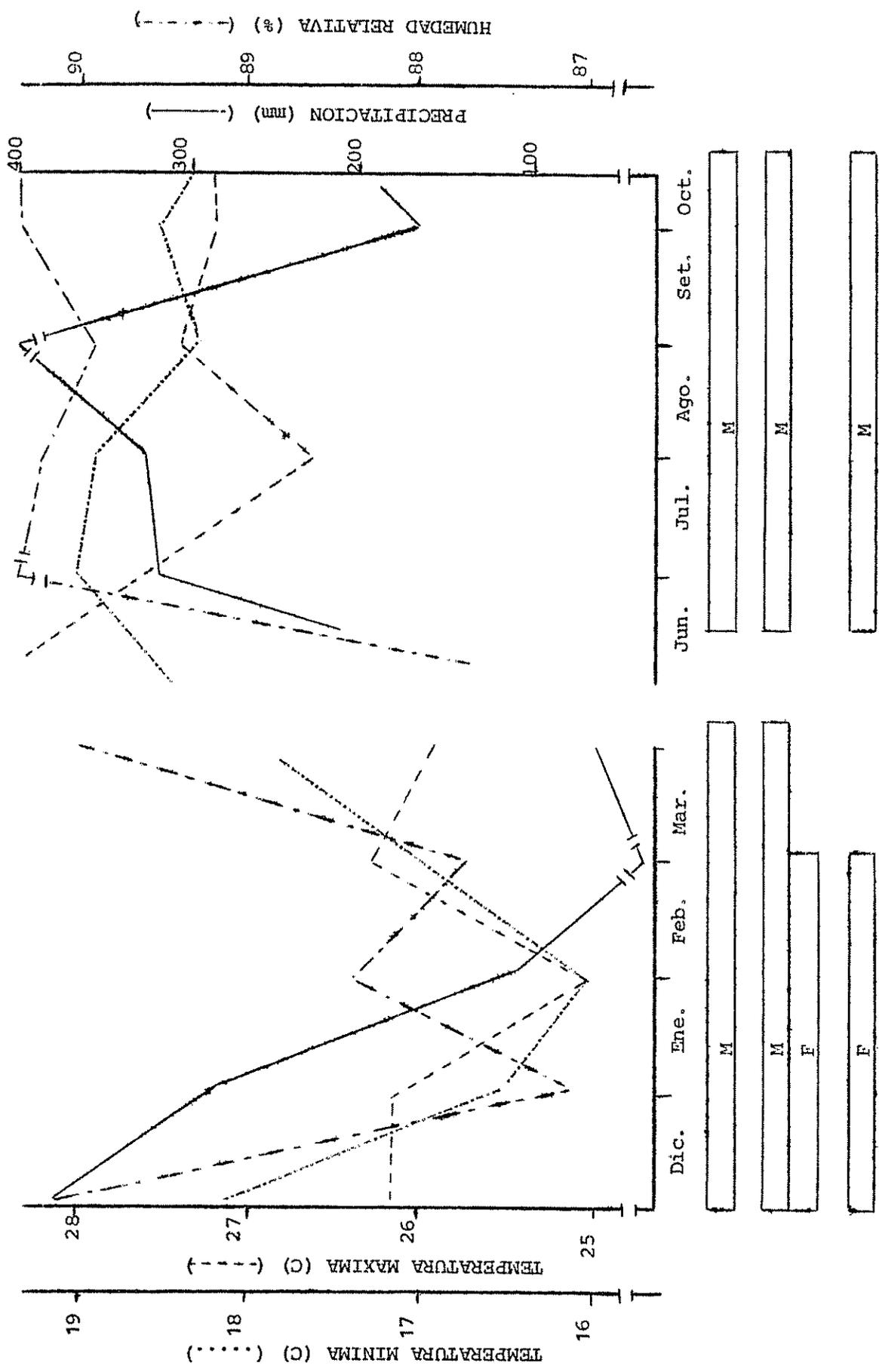


Figura 4. Temperatura mínima y máxima, precipitación, humedad relativa y disposición cronológica de los cultivos en que se estudiaron las enfermedades foliares de maíz (M) y frijol (F), durante dic/76-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

*turcicum*), roya tropical (*Physopella zea*), roya común (*Puccinia polysora*). Además enfermedades menos prevalentes como: mancha amarilla (*Phyllosticta maydis*) y mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) se presentaron también enfermedades de origen bacteriano, probablemente causadas por *Erwinia stewartii* y *Pseudomonas alboprecipitans*, además, enfermedades virósicas causadas probablemente por el virus del rayado fino del maíz.

#### 4.3.1.2 Principales enfermedades de la segunda época experimental

Durante la segunda época experimental, la enfermedad que abarcó mayor área foliar del maíz fue la causada por *Diplodia macrospora*. Al contrario de la primera época experimental en la cual predominó *Helminthosporium turcicum*. Además de *D. macrospora* se midió la incidencia y severidad de roya tropical, roya común y mancha de asfalto.

##### - Tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*)

Los dos índices, la incidencia y severidad de la enfermedad, presentaron un alto grado de asociación para los dos sistemas de cultivos, indicando en general, que a mayor incidencia corresponde mayor área foliar afectada (Cuadro A17). La incidencia del tizón de la hoja en los dos sistemas de cultivos correlacionó positiva y altamente significativa con el número total de hojas, sugiriendo que probablemente estas contribuyen a aumentar la humedad relativa en la parte inferior del dosel y consecuentemente puede favorecer a la diseminación del patógeno. Este mismo índice correlacionó también significativamente con el número de hojas enfermas. Por último, la enfermedad, representada por los índices de incidencia y severidad, correlacionaron significativamente con la edad del cultivo en los dos sistemas de cultivos, indicando

posiblemente el tejido foliar del maíz se vuelve más susceptible conforme pasan los días y supone también que la cantidad de inóculo secundario disponible para nuevas infecciones aumenta con el número de hojas enfermas.

Los análisis de regresión realizados para incidencia de esta enfermedad, en los dos sistemas de cultivos con los siguientes factores climáticos: lluvia, temperatura y humedad relativa y además con edad del cultivo (Cuadro A18) revelan que los coeficientes de la lluvia y la edad del cultivo presentaron  $t_c$  altamente significativos para los dos sistemas de cultivos, con  $R^2 = 0,96$  para monocultivo y para el asociado  $R^2 = 0,97$ . Se obtuvo un nuevo modelo con lluvia y edad del cultivo, siendo los coeficientes altamente significativos y con un  $R^2 = 0,95$  para los dos sistemas de cultivos. Por último, se obtuvo un tercer modelo que incluía sólo la edad del cultivo con un  $R^2$  bastante bajo para los dos sistemas.

Los análisis de regresión múltiple de severidad de la enfermedad con las mismas variables realizadas para incidencia, mostraron únicamente significancia con la edad del cultivo y con coeficientes de regresión 0,73 para maíz en monocultivo y 0,76 para maíz asociado con frijol. Se probó un segundo modelo con edad del cultivo y con humedad relativa, mostrando significancia únicamente con la edad del cultivo. Un tercer modelo se realizó con la edad del cultivo, presentando  $t_c$  altamente significativos, a pesar de que los valores de los coeficientes de regresión obtenidos fueron bajos, 0,56 para monocultivo y 0,67 para asociado con frijol (Cuadro A19).

- Mancha *Diplodia* (*Diplodia macrospora*)

En el segundo período experimental, el ataque de esta enfermedad, representada por los índices de incidencia y severidad correlacionó con algunas variables climáticas y agronómicas (Cuadro A20). Los coeficientes de correlación de incidencia con las desviaciones de temperatura por encima de la media en las tres rotaciones de cultivos fueron positivas y significativas, aunque no fueron significativas para severidad, sugiriendo que este patógeno requiere de temperaturas altas (71,81) superiores al promedio (21,9 C) para la liberación y diseminación del patógeno; las correlaciones negativas de incidencia y severidad, aunque no sean significativas con la suma de las desviaciones por debajo de la media corroboran lo anteriormente expuesto, que es un patógeno que se disemina con temperaturas altas.

Los dos índices, incidencia y severidad para las tres rotaciones y la enfermedad total (global), presentan correlaciones positivas y altamente significativas, además, se correlacionan positivamente también con la edad del cultivo. La incidencia de la enfermedad correlacionaron positivamente con el número de hojas enfermas indicando que conforme existen más órganos afectados, hay la posibilidad de mayor cantidad de inóculo secundario disponible para infectar tejido sano del sucepto.

Por último, *Diplodia* sp presentó mayor daño que *H. turcicum* en la segunda época experimental, debido a que este patógeno requiere de temperatura y humedad relativa más alta (4,81), encontrando a la segunda época como el medio propicio para su liberación, diseminación y proliferación.

Los análisis de regresión múltiple de incidencia y severidad de ésta enfermedad foliar para las tres rotaciones de cultivos con la lluvia, humedad relativa, temperatura y edad de la planta no dieron  $t_c$  significativos para los coeficientes para ninguno de estos factores.

#### 4.3.2 Enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris*)

El estudio de las enfermedades foliares fungosas del frijol corresponde a la época entre dic/76 y feb/77. Durante este período se presentaron las siguientes enfermedades: mancha angular (*Isariopsis griseola*), roya (*Uromyces phaseoli típica*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), alternariosis (*Alternaria solani*) y mustia del frijol (*Thanatephorus cucumeris*). Se registraron también pudriciones radiculares y de la base del tallo causadas por *Fusarium* sp y *Rhizoctonia* sp.

De estas enfermedades, las que causan mayor daño foliar en el frijol común, en el área de estudio, son mancha angular y roya, razón por la cual se estudió el desarrollo y diseminación de estas dos enfermedades en todo el ciclo del frijol común.

##### - Mancha angular (*Isariopsis griseola*)

La temperatura, la edad del cultivo (Cuadro A21) correlacionaron positiva y significativamente con los valores de incidencia y severidad. Este hecho nos indica que es un patógeno que se disemina y desarrolla más bien en temperaturas superiores al promedio (20,6 C). Datos que concuerdan con las descripciones del patógeno (11,81,85) ya que esta enfermedad se propaga muy bien en las regiones tropicales y subtropicales, sin embargo, también se informa que existe en zonas templadas. Cardona (17), en estudios realizados en laboratorio observó el

crecimiento de este hongo, siendo su óptimo 24 C; así mismo, Silvera (77) en Turrialba, determinó el óptimo de crecimiento de este hongo a 25 C. La incidencia y severidad no correlacionó con la amplitud térmica, esto puede atribuirse a que la amplitud de variación con este factor climático es muy grande, corroborando que el patógeno necesita más bien de temperaturas altas para su diseminación y proliferación.

La incidencia y severidad de mancha angular correlacionó negativa y significativamente con el número de hojas total, sugiriendo que al aumentar el número de hojas disminuye el porcentaje de órganos afectados. A su vez, la correlación positiva que se registra entre estos índices y el número de hojas enfermas, puede atribuirse a la producción de más inóculo secundario, cada vez que aumentan las hojas afectadas, lo que sirve a su vez para infectar nuevas hojas y ampliar consecuentemente el área de la lesión.

- Roya (*Uromyces phaseoli*)

Los valores de incidencia y severidad de la enfermedad (Cuadro A22) se correlacionaron positivamente con la temperatura promedio por día y desviación del promedio de humedad relativa hacia arriba, sugiriendo que es un patógeno que se prolifera mejor en temperaturas alrededor de 20,6 C y humedad relativa superiores a 88,3% que fueron los promedios en la época experimental (85). En esta época hubo mayor número de horas con humedad relativa alta, medio propicio para la diseminación y proliferación del patógeno (86).

La correlación positiva con la edad del cultivo, nos indica que posiblemente el frijol se vuelve más susceptible a este patógeno

conforme pasa el tiempo y que además supone la existencia de suficiente inóculo secundario para nuevas infecciones. Por último, los análisis de correlación revelaron un alto grado de asociación entre los índices de incidencia y severidad.

#### 4.4. Epifitiología de las Enfermedades de Maíz

##### 4.4.1 Tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*)

Los síntomas iniciales de esta enfermedad aparecieron a los 14 días de edad del maíz. El primer muestreo registró una incidencia alta ( $I = 22,47\%$ ) y una severidad baja ( $S = 0,58\%$ ), esto sugiere que existe un número alto de hojas infectadas, pero las áreas de las lesiones son pequeñas. Los índices presentan fluctuaciones en el tiempo (Cuadro A23), a veces los muestreos posteriores registran valores menores a los muestreos anteriores. Este hecho hace suponer que el incremento del área foliar es a veces mayor que el incremento de las lesiones de la enfermedad. Estas fluctuaciones se detienen a los 87 días de edad del maíz, época en que el cultivo cesa su crecimiento vegetativo y empieza su crecimiento productivo.

En la Figura 5 se observa que la curva de incremento de incidencia muestra dos fases bien definidas y la de severidad 3 fases.

En el Cuadro 4 se resumen las tasas de incremento tanto de incidencia como de severidad. En la primera fase las tasas de incremento diario de incidencia y severidad se registran valores altos  $r = 0,328$  y  $r = 0,193$  respectivamente. La segunda fase de la curva de incidencia tiene una tasa de incremento menor ( $r = 0,041$ ) que la primera fase.

La tasa diaria de incremento de severidad para la segunda fase, hasta los 87 días muestra un valor negativo ( $r = -0,004$ ), sugiriendo

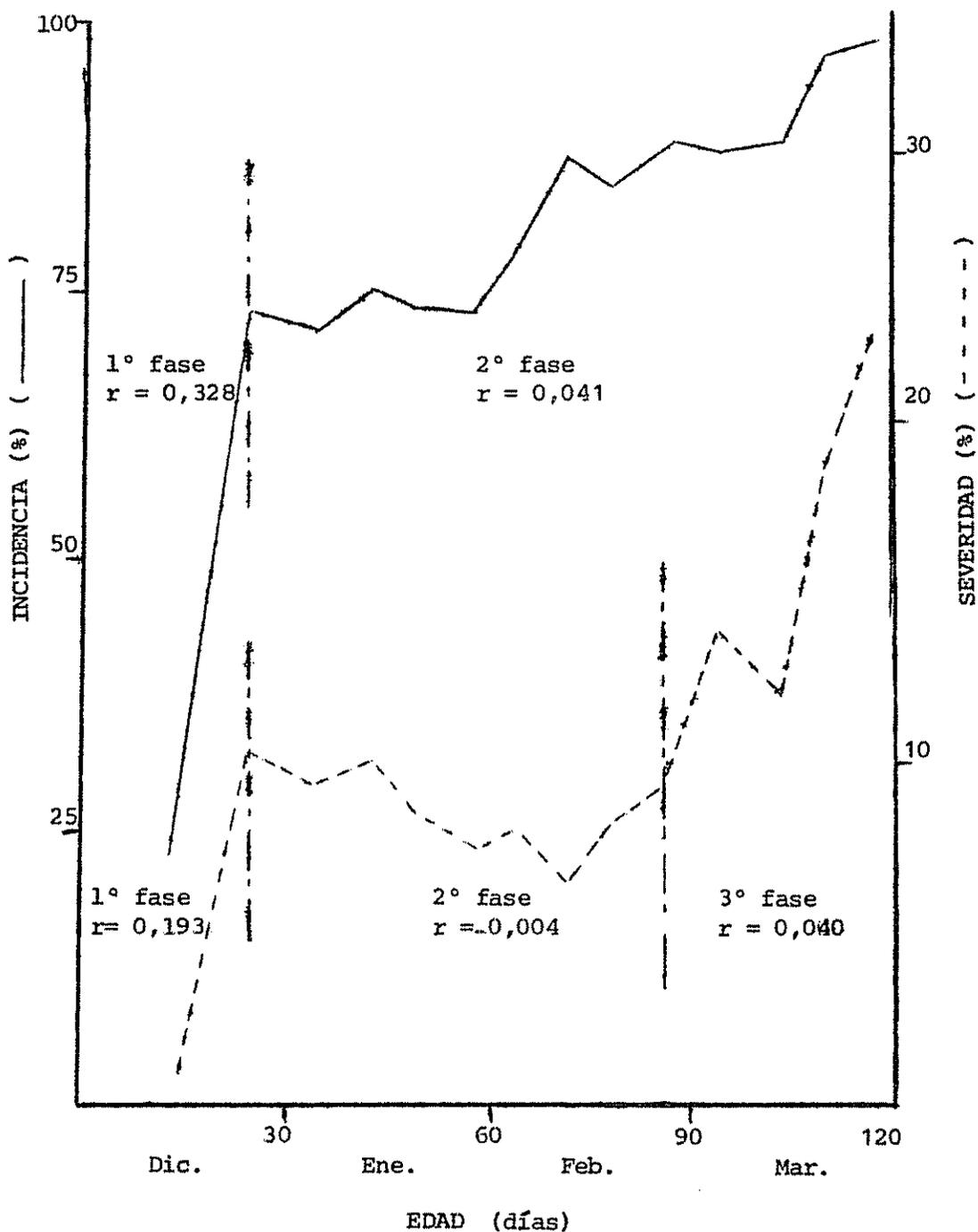


Figura 5. Fases de Incidencia y Severidad del tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en maíz, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 4. Tasas diarias de incremento de la Incidencia y la Severidad del ataque de *Helminthosporium turcicum* en maíz en fases diferentes del desarrollo de la enfermedad, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Incidencia		Severidad	
	Fase	Tasas diarias	Fase	Tasas diarias
26	1	0,328	1	0,193
87			2	-0,004
118	2	0,041	3	0,040

que el crecimiento del maíz en esta etapa es proporcionalmente mayor en relación al crecimiento de la lesión, además, en esta fase se registran épocas secas, que son condiciones menos favorables para liberación y germinación del inóculo (4,12). La tasa de incremento de la tercera fase de severidad es positiva ( $r = 0,040$ ), es decir, el área foliar detuvo su crecimiento y aumentó con rapidez la lesión provocada por el patógeno. El número de horas con humedad relativa superior a 90% aumentó, condición favorable para la esporulación del hongo (41,53,65).

#### 4.4.1.1 Incidencia y severidad del tizón de la hoja del maíz en dos sistemas de cultivos

Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia de *H. turcicum*, en los sistemas de cultivos (maíz solo y maíz asociado con frijol) revelan que únicamente a los 35 días de edad del maíz, se registraron diferencias al nivel 5% y a los 72 días se registraron diferencias al 1% (Cuadro A24), indicando mayor incidencia el monocultivo. En general, el maíz en monocultivo presenta mayor incidencia, observándose en 9 muestreos de los 14 registrados, mayor número de hojas afectadas

en este sistema.

La severidad de la enfermedad presenta la misma tendencia que la incidencia. En los sistemas de cultivos no se registran diferencias significativas; sin embargo, en 12 muestreos de los 14 registrados presentan mayor severidad el maíz en monocultivo. Únicamente se registra diferencias al 1% a los 72 días de edad del maíz (Cuadro A24), mostrando mayor severidad nuevamente el monocultivo.

En los dos sistemas de cultivos, la incidencia máxima ( $I_{max}$ ) y severidad máxima ( $S_{max}$ ) se registraron a los 118 días, es decir, al completarse el ciclo del cultivo.

Los índices de incidencia y severidad de la enfermedad durante la primera fase, hasta los 26 días de edad del cultivo, registran valores más altos en el sistemas de maíz en monocultivo, sugiriendo que el patógeno tiene mayor facilidad de diseminación y deposición, ya que existe suficiente tejido para infectar sin ninguna barrera condicionada por otro componente del sistema (30,63) no hospedante de *H. turcicum* y pudiendo así existir circulación libre del aire, agente principal para la diseminación del patógeno (41,64,65).

Al observar el Cuadro A11 de rendimiento de maíz en la primera época, se puede verificar que el rendimiento en monocultivo fue en general superior al rendimiento del maíz en asocio con el frijol. Por lo tanto, es de esperar también, mayor área foliar disponible en el monocultivo, lo que hace aumentar las posibilidades de infectar su hospedante.

En la segunda fase de la incidencia desde los 26 días hasta la completa maduración del maíz, también existe mayor número de órganos

infectados en los muestreos correspondientes al monocultivo, excepto a los 59 y 118 días, que indican mayor incidencia en el cultivo asociado. El último muestreo, revela menor incidencia en el monocultivo porque el maíz en este sistema, secó primero especialmente las hojas más bajas que están más infectadas, reduciéndose así el número de hojas afectadas (Cuadro A24).

La segunda fase de severidad, desde los 26 hasta los 87 días de edad del maíz, presenta en todos los muestreos mayor severidad en el monocultivo, con excepción del muestreo realizado a los 59 días en que presenta mayor severidad el maíz con frijol.

En la tercera fase de severidad, desde los 87 días hasta la maduración del maíz, se registra también mayor severidad en el monocultivo.

Las tasas diarias de incremento (Cuadro 5) de esta enfermedad, durante la primera fase de la curva de severidad son altas, sugiriendo que la cantidad de inóculo primario es alto y que las condiciones para el desarrollo de la enfermedad fueron favorables (Cuadro A1). En la segunda fase de la curva de severidad, se registran decrementos o tasas negativas debidas posiblemente al mayor crecimiento relativo del área foliar del maíz con respecto al área de la lesión (Cuadro 5). En la tercera fase, la tasa de incremento de severidad es mayor en el monocultivo que en el cultivo asociado. Este período corresponde también con la segunda fase de la curva de incidencia que a su vez es mayor en el monocultivo. En resumen, puede decirse que tanto incidencia como severidad son mayores en el monocultivo que en el cultivo asociado.

Cuadro 5. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad del tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en dos sistemas de cultivos, representado en fases diferentes del desarrollo de la enfermedad, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Incidencia			Severidad		
	Fase	M	M+F <sup>1/</sup>	Fase	M	M+F
26	1	0,380	0,371	1	0,214	0,210
87				2	-0,021	-0,001
118	2	0,043	0,038	3	0,041	0,040

1/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo en asociación.

Considerando cada muestreo, los análisis de los datos de las tasas diarias de incremento de la enfermedad, tanto de incidencia como severidad, muestran que no existen diferencias significativas entre sistemas de cultivos. Sin embargo, a lo largo del ciclo del maíz, 9 de los 14 muestreos registrados, mantienen una mayor tasa de incremento en el monocultivo. Únicamente a los 43 y 65 días estas diferencias fueron significativas al 5% de probabilidad para la incidencia en favor del monocultivo (Cuadro A25).

El modelo de regresión que mejor ajustó al desarrollo de incidencia en el tiempo, fue el de raíz cuadrada con  $R^2$  significativas al nivel del 1% para los dos sistemas de cultivos (Cuadro A26), obteniéndose los coeficientes de determinación para el monocultivo de  $R^2 = 0,81^{**}$  y para maíz asociado  $R^2 = 0,86^{**}$ . El modelo de regresión que mejor ajustó para la severidad fue el cuadrático, con coeficientes de bondad de ajuste significativos para maíz solo de  $R^2 = 0,65^*$  y un valor de  $R^2 = 0,68^{**}$  para el maíz asociado con frijol (Fig. 6). Los valores de  $R^2$  calculados

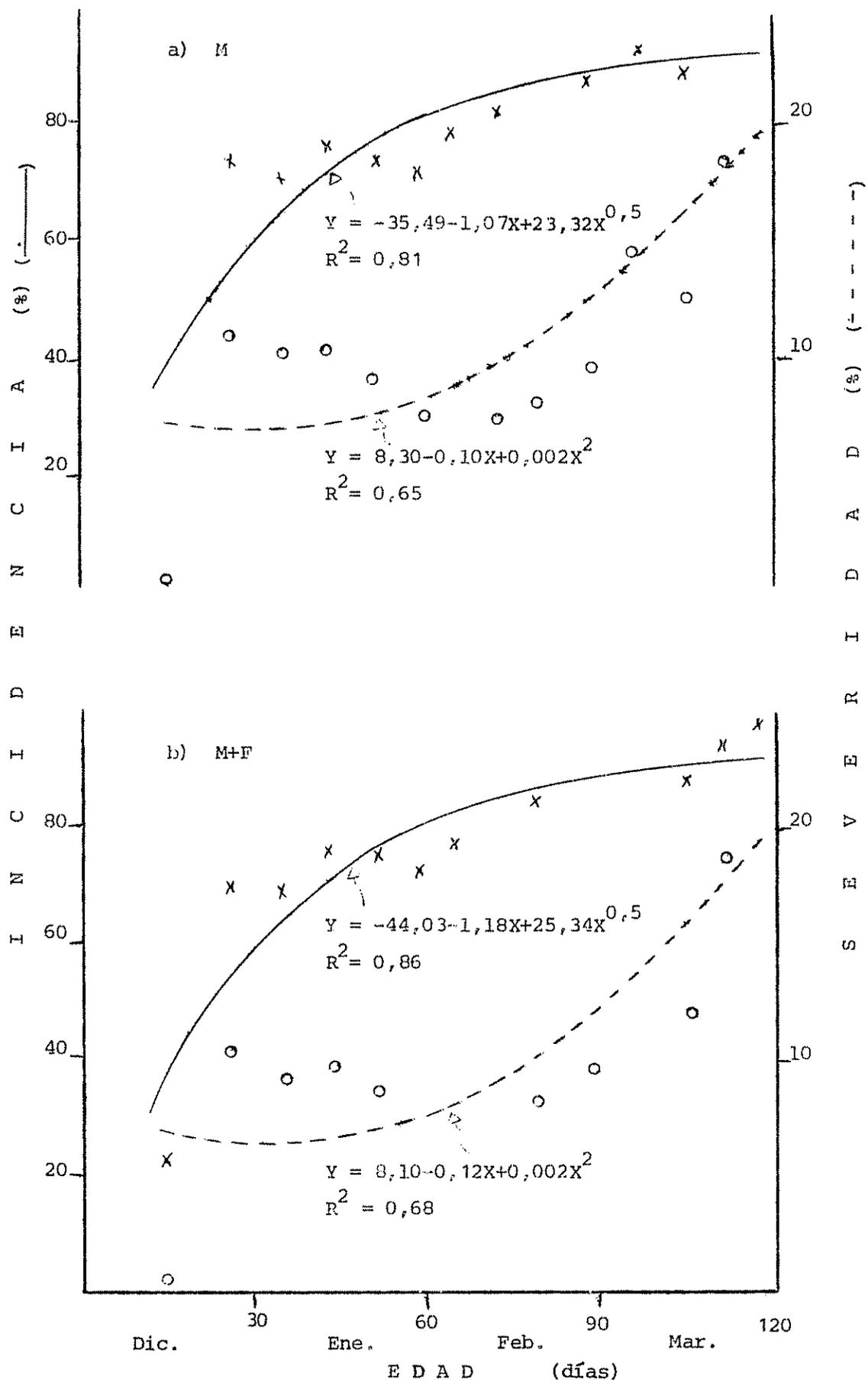


Figura 6. Incidencia y Severidad del tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en maíz, cultivado en: a) maíz monocultivo (M) y b) maíz asociado con frijol (M+F), durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

generalmente son más representativos para los valores de incidencia que para los de severidad, indicando así la gran variabilidad de este último índice.

El punto máximo de la incidencia en los dos sistemas de cultivo ocurrió al final del ciclo del cultivo, siendo su punto estacionario máximo en el sistema de maíz en monocultivo a los 127 días y para el asociado con frijol a los 136 días. El punto estacionario mínimo de severidad para el maíz en monocultivo se produjo a los 25 días y para maíz asociado con frijol a los 30 días.

#### 4.5.1.2 Epidemiología del tizón de la hoja de maíz en cuatro labranzas de suelo

El análisis de los datos de incidencia del tizón de la hoja, a los 14 días de edad del cultivo, muestran diferencias al nivel del 5% entre los diferentes tratamientos de preparación del suelo (Cuadro 6). La prueba de DMS al nivel de 0,05, indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de cobertura vegetal CMSS (I = 30,25%), CMSR (I = 28,90%) y CMMT (I = 21,26%) pero estos son mayores al tratamiento arado (I = 9,60%); además, no muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos TA y CMMT (Cuadro A30). Los 13 muestreos restantes no presentan diferencias significativas entre los tratamientos de labranza de suelo.

Los tratamientos de CMSR y CMSS muestran mayor incidencia de la enfermedad hasta los 59 días de edad del maíz, época en que el tratamiento arado se iguala, perdiendo esta tendencia. El tratamiento CMMT muestra mayor incidencia en los primeros estadios del maíz, sin embargo, a los 35 días en el TA la incidencia se hace mayor. Al final del

Cuadro 6. Análisis de varianza de incidencia del primer muestreo, del tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en la primera época experimental, en cuatro labranzas de suelo y dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>
Repetición	3	3961,63	1320,54	9,97
Labranza	3	2139,47	713,16	5,39*
Error (a)	9	1195,85	132,43	
Sistemas	1	33,08	33,08	0,40 <sup>ns</sup>
Labr. x Sistema	3	349,26	116,42	1,41
Error (b)	12	987,46	82,29	

\* Significativos al 5% de probabilidad; n.s. = no significativo.

ciclo del maíz, el TA presenta mayor incidencia luego en orden descendente CMSR, CMSS y CMHT.

En general, los tratamientos que consisten en residuos de cosecha del mismo cultivo sobre el suelo, favorecan una mayor incidencia en los primeros estadios de crecimiento del maíz, posiblemente debido a la mayor cantidad de inóculo primario existente en ellos. Luego, en estadios más avanzados de crecimiento del cultivo, la epifitía se iguala en todos los tratamientos de labranza de suelo, presentando prácticamente diferencias mínimas entre el número de hojas enfermas, esto posiblemente se debe al tamaño de las parcelas pequeñas y a la proximidad en que se encuentran los tratamientos de labranza.

Hasta los 43 días, en todos los tratamientos de residuos de cosecha se registra mayor severidad de la enfermedad comparada con el

tratamiento limpio y arado (Cuadro A24). Sin embargo, sólo a los 35 días esta diferencia fue significativa (0,05) en favor de CMSR. La prueba de DMS reveló que los tratamientos con residuos de vegetación fueron estadísticamente iguales, pero mayores al TA al nivel del 5%. En estadíos más avanzados de desarrollo del cultivo no hay diferencias entre los tratamientos tendiendo a igualarse las severidades entre ellos.

A los 111 y 118 días de edad del maíz, la enfermedad presenta una ligera tendencia a elevarse en el TA con relación a los demás tratamientos, esto se debe posiblemente a que en este tratamiento, existió por un tiempo, mayor cantidad de tejido sano lo que a su vez aportó mayores cantidades de inóculo para preinfecciones.

El comportamiento de la incidencia y severidad del tizón de la hoja de maíz, cultivado en diferentes tratamientos de preparación de terreno se ajustaron a distintos modelos de regresión (Cuadro A26). Para incidencia fue el modelo de la raíz cuadrada, con  $R^2$  altamente significativo y para severidad ajustó el modelo cuadrático pero con un valor  $R^2$  no tan alto como los valores de incidencia (Fig. 7). En las cuatro formas de preparación de suelo los puntos estacionarios máximos para las incidencias son diferentes. En el tratamiento TA se produce a los 104 días (Fig. 7a) y en el tratamiento CMMT a los 138 días (Fig. 7b), en el CMSS a los 109 días de edad del maíz (fig. 7c), en el tratamiento de CMSR a los 110 días (Fig. 7d). Para severidad el punto estacionario mínimo se obtiene en el tratamiento TA a los 24 días (Fig. 7a), en el tratamiento CMMT a los 29 días (Fig. 7b), en el tratamiento CMSS a los 38 días (Fig. 7c) y en el tratamiento CMSR a los 35 días (Fig. 7d) de edad del maíz.

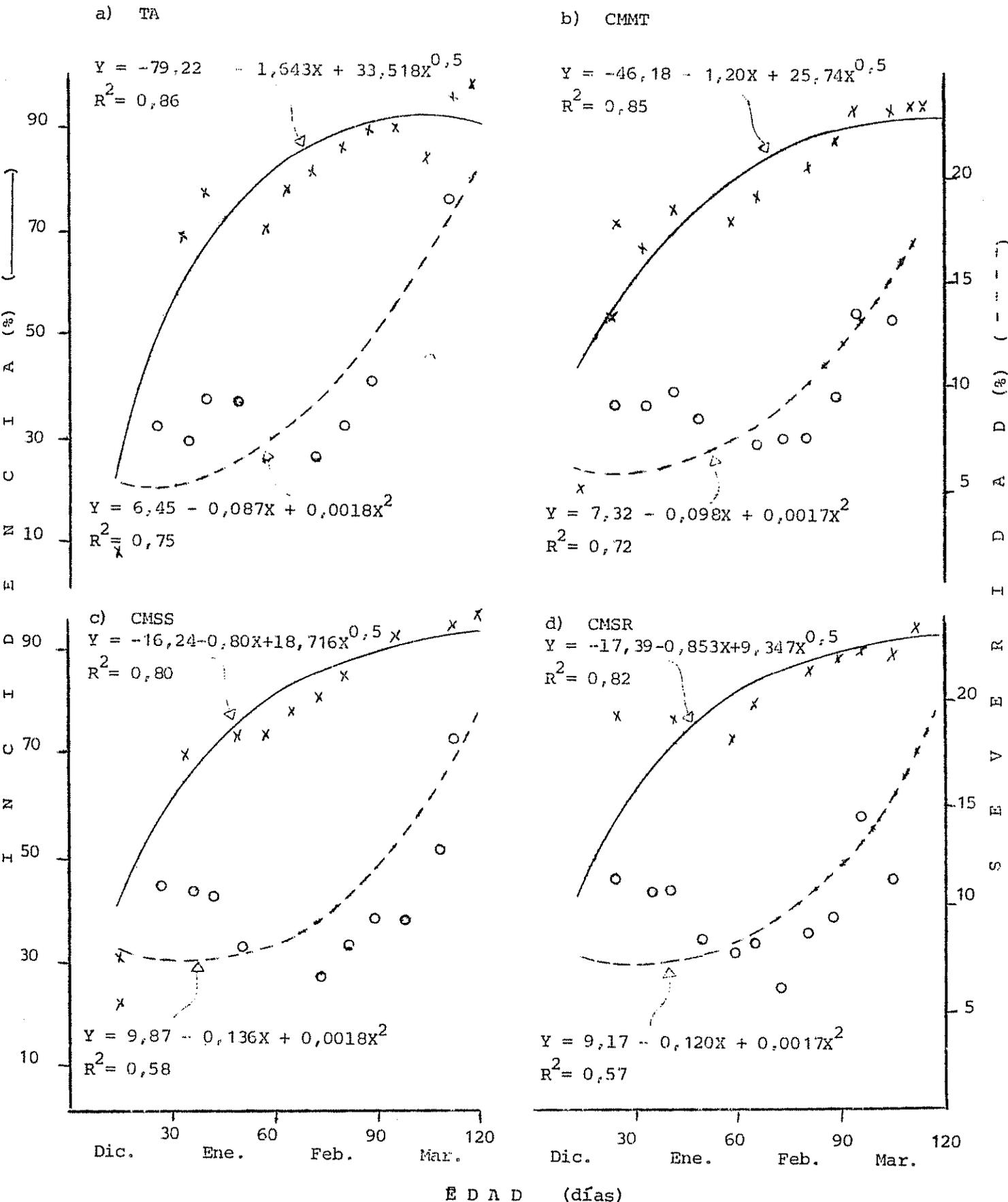


Figura 7. Incidencia y Severidad del tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en maíz, en cuatro labranzas de suelo: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS) y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

#### 4.4.2 Roya tropical (*Physopella zeae*)

##### 4.4.2.1 Primera época

En la época seca, los primeros síntomas de ésta enfermedad se observaron aproximadamente a los 80 días de edad del maíz, poco antes de la aparición de la roya común, aproximadamente en la época de la polinización. Se observan primero las pústulas en los dos tercios superiores de la planta, principalmente en hojas de edad media, luego se observan en las hojas inferiores para después distribuirse uniformemente en toda la planta. En la hoja misma, es una enfermedad que se observa con mayor frecuencia en la porción de la mitad hacia el ápice razón por la cual la medición se realizó en esta parte. El patógeno se diseminó rápidamente, pues en pocos días alcanza porcentajes de incidencia y severidad altos (Cuadro 7).

En el primer muestreo se realizó a los 104 días observándose un alto porcentaje de hojas infectadas con un valor de  $I = 39,84\%$ , pero el área foliar afectada fue pequeña en este muestreo en  $S = 1,34\%$ . A los 118 días de edad del cultivo alcanza su  $I_{max} = 79,77\%$  y  $S_{max} = 8,76\%$ . La tasa de incremento, al comienzo de la enfermedad, fue alta para incidencia y menor para severidad; en el segundo muestreo la tasa de incremento de la severidad fue mayor. Considerando también el desarrollo de la enfermedad, la tasa diaria de incremento fue mayor en la incidencia con un valor de  $r = 0,179$  y menor en la severidad con  $r = 0,113$ .

##### a. Incidencia y severidad de roya tropical del maíz en dos sistemas de cultivos

Los primeros síntomas de la roya tropical se observaron en el maíz en monocultivo, a los 80 días de edad del cultivo, 6 días más

Cuadro 7. Promedio de Incidencia, Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya tropical (*Physopella zae*) en maíz, registradas durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		I (%)	tasa	S (%)	tasa
104	14 III 77	39,84	0,270	1,34	0,107
111	21 III 77	66,88	0,171	7,10	0,188
118	28 III 77	74,77	0,096	8,76	0,045

tarde, se observaron en el maíz asociado con frijol. En los tres muestreos, el monocultivo registró mayor enfermedad. A los 111 días se registra mayor severidad en el monocultivo (Cuadro A27), y se mantiene así hasta el final del ciclo del maíz.

La  $I_{max} = 82,07\%$  y la  $S_{max} = 10,15\%$  se registraron en el monocultivo a los 118 días de edad del maíz, cuando éste llegó a su madurez. Esta enfermedad no presenta fluctuaciones de un muestreo al siguiente, posiblemente porque los primeros síntomas aparecen en las hojas superiores y estas se mantienen por más tiempo en la planta y además infecta mayor número de hojas, lo que sucede con la roya común cuyos primeros síntomas aparecen en las hojas más viejas y que permanecen menos tiempo en la planta después de la infección. En el cultivo asociado los índices  $I_{max} = 77,47\%$  y  $S_{max} = 7,36\%$  se registran a los 118 días de edad del maíz.

Los análisis de los datos de incidencia y severidad en cada muestreo revelan que no hay diferencias significativas, entre el cultivo asociado con frijol y el cultivo solo, sin embargo, presenta mayor

incidencia y severidad el monocultivo.

Las tasas diarias de incremento de esta enfermedad son en general altas para todos los muestreos, comparado con otras enfermedades (Cuadro 8). Esto sugiere que el patógeno es muy agresivo y en pocos días alcanza infecciones altas o las condiciones ambientales durante el período experimental favoreciendo su diseminación e infección. Los análisis de las tasas de incremento de incidencia y severidad indican que no existen diferencias significativas, sin embargo, las tasas mayores de incremento se observaron en el monocultivo, pudiendo existir un efecto del frijol antes de su cosecha, actuando como barrera para la diseminación y deposición de los cuerpos frutíferos del patógeno sobre el maíz, o al actuar como un competidor por agua y nutrimentos provocó un menor crecimiento relativo del maíz y consecuentemente menor área foliar y menor posibilidades de infección. Después de la cosecha del frijol, conforme pasan los días, se pierde el efecto de barrera natural que el frijol ejerció sobre el comienzo de la enfermedad.

b. Epidemiología de la roya tropical del maíz en cuatro labranzas de suelo

En ningún muestreo se registran diferencias significativas ni para incidencia ni severidad, indicando que las formas de preparación del suelo, durante ésta época experimental no ejercieron efecto alguno en el desarrollo de esta enfermedad. Tampoco los análisis de la variabilidad de las tasas de incremento de incidencia y severidad indican diferencias significativas ni se observa tendencia definida hacia determinando tratamiento. Posiblemente se necesiten mayor cantidad de muestreos

Cuadro 8. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya tropical (*Physionella zerae*) en maíz cultivado en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	I		M+F <sup>1/</sup>	
		I	S	I	S
104	14 III 77	0,346	0,138	0,338	0,136
111	21 III 77	0,178	0,197	0,163	0,180
118	28 III 77	0,244	0,066	0,158	0,023
$\bar{x}^{2/}$		0,256	0,137	0,219	0,113

1/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo asociado

2/ Promedio general en todo el ciclo del cultivo

con mayor frecuencia para detectar diferencias, si éstas existen realmente.

#### 4.4.2.2 Segunda época

Los primeros síntomas de la roya tropical del maíz, en la época lluviosa, aparecieron 20 días antes de la época seca, es decir, a los 60 días de edad del cultivo, cuando el collar (parte de hoja que envuelve el tallo del maíz) de la hoja doceava estaba visible (33). El comienzo de la enfermedad y la mayor severidad de ataque se registra en las hojas superiores de la planta, es decir, de la mitad de la planta hacia arriba, luego desciende a las hojas inferiores para distribuirse en toda la planta, igual como ocurrió en la etapa anterior.

El primer muestreo se efectuó a los 66 días de edad del maíz, o sea cuando empezaba salir la flor masculina, registrándose una I = 56,39%. El último muestreo se realizó a los 102 días, registrándose un valor de

$I_{max} = 97,79\%$  lo que indica que es una enfermedad causada por un patógeno de diseminación rápida, pues en pocos días infecta un gran número de hojas del cultivo (Cuadro 9).

El incremento de la severidad de la enfermedad, es también rápido, iniciando la severidad con 2,46% a los 60 días de edad del cultivo, terminando a los 102 días con una  $S = 15,26\%$ .

a. Incidencia y severidad de roya tropical en tres rotaciones de cultivo

En ésta enfermedad, los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia y severidad realizados en cada muestreo, revelan diferencias significativas entre las rotaciones. Para incidencia en el primer y en el cuarto muestreo (Cuadro A20), se registran diferencias al nivel de 0,05. La prueba de DMS al 0,05 indicó que las rotaciones de cultivos  $F \rightarrow M$  y  $M \rightarrow M$  son iguales estadísticamente, pero mayores a la rotación a  $M+F \rightarrow M$ ; y que  $M \rightarrow M$  y  $M+F \rightarrow M$  son iguales entre sí. El tercer muestreo revela diferencias al 0,01, presentando la misma tendencia anterior.

En el último muestreo hay diferencias al nivel de 0,05 de probabilidad. La prueba de DMS al 0,05 indicó que la  $M+F \rightarrow M$  (98,83%) y  $M \rightarrow M$  (98,15%) son iguales entre sí pero diferentes a la  $F \rightarrow M$  (96,39%).

En general, en todo el ciclo del cultivo presenta mayor incidencia la rotación  $F \rightarrow M$  siguiendo en forma descendente las rotaciones  $M+F \rightarrow M$  y  $M \rightarrow M$ ; únicamente a los 102 días al final del ciclo del maíz, presenta menor incidencia la rotación frijol seguido de maíz.

Las tasas de incremento de incidencia no presentan diferencias

Cuadro 9. Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya tropical (*Physopella zaeae*) en maíz, registrado en la segunda época experimental, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		I (%)	tasas	S (%)	tasas
66	21 VIII 77	56,39	0,443	2,46	0,216
75	30 VIII 77	73,29	0,084	4,99	0,079
84	8 IX 77	85,66	0,098	9,29	0,082
95	19 IX 77	94,12	0,147	12,23	0,032
102	26 IX 77	97,79	0,127	15,26	0,037

significativas, únicamente en el último muestreo revelan diferencias al nivel de 0,01, siendo mayores las tasas de las rotaciones M+F → M y M → M. En el Cuadro 10 se presentan las tasas de incremento. La tasa de incidencia  $r = 0,193$  para la rotación M+F → M fue mayor en todas las rotaciones. Las tasas de incremento de incidencia en la rotación M → M muestran ser mayores a la F → M, a pesar de tener menor valor de incidencia y severidad en esta rotación en casi todo el ciclo del cultivo, pero al final del ciclo esta rotación presenta mayor enfermedad.

Para el índice de severidad (Cuadro A28), los análisis indican que en los muestreos 3 y 4 se registran diferencias al nivel de 0,01. La prueba de DMS al 0,05 indicó que la rotación F → M fue mayor a las rotaciones M+F → M y M → M. En todo el ciclo del cultivo presenta mayor área foliar afectada la rotación F → M, luego en forma descendente sigue M → M y por último M+F → M, estos datos tienen la misma tendencia de la

Cuadro 10. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya tropical en maíz en tres rotaciones de cultivo, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Rotaciones de cultivo	Incidencia	Severidad
F → M	0,132	0,050
M+F → M <sup>1/</sup>	0,193	0,049
M → M	0,168	0,052

1/M = maíz; F = frijol; + = cultivo en asociación; → = cultivo en rotación

incidencia. Esto sugiere que en la rotación frijol seguido de maíz, según el Cuadro A11, el rendimiento en esta rotación fue mayor, por lo tanto es de esperar mayor área foliar y mayor vigor de la plantación, coincidiendo con algunos informes, que las royas en distintos cereales atacan mejor en plantas enriquecidas con carbohidratos o bien provistos de nitrógeno, zinc, hierro, magnesio y cobalto y pobres en potasio o en boro (75,76).

Las tasas de incremento de severidad no presentan diferencias significativas; en general, la tasa diaria de incremento de severidad fue mayor en la rotación M → M (Cuadro 10).

En esta enfermedad se registra la I<sub>max</sub> y S<sub>max</sub> al final del ciclo del cultivo, a los 102 días, en todas las rotaciones de cultivos. En general, en la época lluviosa se registró mayor enfermedad comparado con la época seca. En la segunda época presenta un promedio de S = 15,26% y para I = 97,79% y en el primer período experimental se registró para S = 8,76% y para I = 79,77%.

b. Epidemiología de roya tropical del maíz en cuatro labranzas de suelo

Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia y severidad muestran que no hay diferencias significativas, en los 5 muestreos realizados tanto para incidencia como para severidad; sin embargo, en 4 de 5 muestreos presenta mayor incidencia y severidad el tratamiento TA, presentándose en forma descendente en el tratamiento CHMT, CMSS y por último el de CMSR. Esto puede atribuirse a la modificación de la susceptibilidad del follaje por esta roya en las distintas labranzas del suelo; además, las diferentes labranzas de suelo posiblemente influyeron en el metabolismo de la planta, con referencia al nitrógeno, fósforo y calcio, comprobados en estudios sobre el vuelco del maíz en Argentina por Sarasola y Rocca de Sarasola (75,76).

Durante la época lluviosa, las tasas de incremento de incidencia y severidad no muestran diferencias significativas entre los tratamientos.

4.4.3 Roya común

4.4.3.1 Primera época

La roya común es una enfermedad que comenzó en etapas avanzadas del cultivo del maíz, después de la polinización. Los primeros síntomas en la primera época aparecieron aproximadamente a los 85 días de edad del cultivo. El primer muestreo, se realizó a los 104 días, observándose una incidencia relativamente alta de 42,55%.

El patógeno es de diseminación rápida, pues, en pocos días infecta el mayor número de hojas (Cuadro 11). Los primeros síntomas de la

Cuadro 11. Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya común (*Puccinia polysora*), en maíz, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		I (%)	tasas	S (%)	tasas
104	14 III 77	42,55	0,275	1,47	0,113
112	21 III 77	54,44	0,078	3,55	0,141
118	28 III 77	53,76	-0,006	2,52	-0,043
$\bar{x}^{1/}$			0,116		0,070

1/ Promedio general en todo el ciclo del cultivo

enfermedad se observaron en las hojas que se encuentran en el tercio inferior de la planta y luego asciende a hojas superiores, e infecta a toda la planta. En la hoja se distribuye con más frecuencia en la porción de la mitad hacia el ápice. Al inicio de la enfermedad la severidad es relativamente baja con un valor de 1,47%, manteniéndose, en ésta época, con valores bajos durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 11).

El promedio general de las tasas diarias de incremento de los índices de la enfermedad fueron altas para la incidencia pero no para severidad (Cuadro 11).

a. Incidencia y severidad de roya común del maíz en dos sistemas de cultivos

Los primeros síntomas de la roya común, en la época seca, se observan a los 85 días de edad del maíz en los dos sistemas de cultivos, sin embargo, a los 104 días se registró mayor incidencia y severidad en el monocultivo que en la asociación con frijol (Cuadro 12).

Cuadro 12. Promedios de Incidencia y Severidad de roya común (*Puccinia polysora*) en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		M	M+F <sup>1/</sup>	M	M+F
104	14 III 77	44,68 <sup>a</sup> <sup>2/</sup>	35,43 <sup>b</sup>	2,01 <sup>a</sup>	0,93 <sup>b</sup>
112	21 III 77	58,29 <sup>a</sup>	50,58 <sup>b</sup>	4,42 <sup>a</sup>	2,69 <sup>b</sup>
118	28 III 77	56,80 <sup>a</sup>	50,56 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>

1/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo en asociación

2/ Cifras con letras iguales no son diferentes entre sí al 5% de probabilidad.

Los análisis de la variabilidad de los valores de incidencia de roya común revelan diferencias al nivel de 0,01 en el primer muestreo, registrándose mayor incidencia en el maíz solo. En el segundo muestreo revela la misma tendencia, siendo significativo al nivel de 0,05 y por último en el tercer muestreo no se registran diferencias significativas. Los análisis para severidad en los muestreos 1 y 2 muestran diferencias al nivel de 0,01 en favor del monocultivo, y el último muestreo no se registra diferencias significativas, sin embargo, indica mayor severidad el monocultivo (Cuadro 12). Esto sugiere que en el período de los primeros muestreos, el frijol actuó como barrera natural para impedir la diseminación y deposición de las uredosporas sobre las hojas del susceptible, luego al cosecharse el frijol, la amplitud de las diferencias entre los sistemas es menor cada vez, tanto para incidencia como severidad, llegando al final a pequeñas diferencias. Al final del ciclo hubo mayor tasa de infección en el maíz asociado. Posiblemente al recoger el

frijol en la cosecha se liberaron grandes cantidades de esporas por agitación física del maíz, además, el maíz en monocultivo secó primero las hojas inferiores de la planta, siendo éstas las que presentan mayor enfermedad.

En el monocultivo se observa una tasa diaria de incremento de incidencia mayor que en el cultivo asociado durante el primer muestreo. En el período correspondiente al segundo muestreo, la tasa mayor se registra en el maíz asociado con frijol, finalmente en el tercer muestreo se tiene tasas negativas. El análisis de las tasas diarias de severidad de la roya del frijol común revela que no existen diferencias significativas entre monocultivo y asociado en ningún muestreo. Sin embargo, presenta mayor tasa de incremento el maíz en monocultivo en el primer muestreo; cambiando para el segundo muestreo con mayor tasa de incremento el maíz asociado con frijol (Cuadro 13).

b. Epidemiología de roya común del maíz en cuatro labranzas de suelo

En la primera época experimental, los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia y severidad revelan que no hay diferencias significativas entre muestreos. Sin embargo, el TA presenta mayor número de hojas enfermas que aquellos tratamientos con cobertura vegetal, aunque estas hojas enfermas tienen áreas necróticas menores especialmente al comienzo de la enfermedad comparado con los de cobertura vegetal.

Los análisis estadísticos de los valores de las tasas de incremento de los dos índices muestran que no existen diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 13. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya común (*Puccinia polysora*) en maíz en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		M	M+F <sup>1/</sup>	M	M+F
104	14 III 77	0,362 <sup>a</sup>	0,331 <sup>b</sup>	0,161	0,120
112	21 III 77	0,053	0,103	0,110	0,172
118	29 III 77	0,016	-0,005	-0,039	-0,048

1/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo asociado

#### 4.4.3.2 Segunda época

En la época lluviosa la roya común (*Puccinia polysora*), fue una enfermedad que apareció aproximadamente a los 70 días de edad del maíz, 10 días más tarde que la roya tropical. Se efectuaron 4 muestreos durante el ciclo del maíz, a intervalos de 8 días. La distribución de la enfermedad fue igual que en la época seca, aunque los primeros síntomas se observaron antes en la época lluviosa.

La enfermedad, igual como ocurrió en la época anterior, en pocos días alcanza índices altos, registrándose en el primer muestreo un valor de  $I = 36,51\%$  y a los 102 días de edad del maíz alcanza una  $I_{max} = 95,23\%$  (Cuadro 14), registrándose una tasa diaria de incremento de incidencia en general bastante alta de  $r = 0,192$ .

El índice de severidad en el primer muestreo registró un valor de 3,47% ascendiendo hasta el cuarto muestreo, a los 102 días de edad del maíz, en que se obtiene una  $S_{max} = 12,86\%$ , cuando el cultivo ha llegado a su madurez. La tasa diaria de incremento de la severidad de esta

Cuadro 14. Promedios de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya común (*Puccinia polysora*) en maíz, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		I (%)	tasas	S (%)	tasas
75	30 VIII 77	36,51	0,423	3,47	0,230
84	8 IX 77	49,75	0,028	4,99	0,051
95	19 IX 77	82,98	0,118	11,91	0,098
102	26 IX 77	95,23	0,109	12,89	0,013

enfermedad fue de  $r = 0,100$ .

a. Incidencia y severidad de roya común del maíz en tres rotaciones de cultivos

En el Cuadro A29 se indican la incidencia y severidad registradas durante la segunda época experimental, en las tres rotaciones y sus cuadratos medios. Los análisis de la variabilidad de los valores de incidencia y severidad mostraron únicamente a los 84 días de edad del cultivo diferencias significativas al 0,05, registrándose mayor enfermedad en la rotación F → M. La prueba de DMS al 0,05 indicó que la rotación F → M y M+F → M son iguales entre sí pero mayores a la M → M.

A los 95 días se registró mayor incidencia y severidad en la rotación F → M, luego la M+F → M y por último M → M. A los 102 días de edad del maíz, la rotación M → M presenta mayor incidencia aunque no muestran diferencias significativas con los otros tratamientos.

Los análisis de las tasas de incremento de incidencia y severidad no muestran diferencias entre las rotaciones. Sin embargo, la rotación M → H presenta mayor tasa de incremento de incidencia con un valor de  $r = 0,139$ , luego la rotación M+F → H con un valor de  $r = 0,116$  y la de menor tasa de incremento fue la rotación F → M con un valor de  $r = 0,098$ . Las tasas de incremento de severidad fueron menores que la incidencia (Cuadro 15).

La incidencia y severidad de la enfermedad en las tres rotaciones se ajustaron a los modelos lineal y cuadrático con coeficientes de determinación altamente significativos.

b. Epidemiología de roya común del maíz en cuatro labranzas de suelo

En general, la roya común se comportó en forma similar a la época seca. Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia y severidad revelan que no hay diferencias significativas para los cuatro muestreos efectuados en todo el ciclo del cultivo. Sin embargo, existe la tendencia de presentar mayor incidencia y severidad en el tratamiento TA en todo el ciclo del cultivo. La modificación de la susceptibilidad del cultivo a la roya común, por las distintas formas de labranza de suelo, podría atribuirse al metabolismo de la planta, ya que según el Cuadro A11, los tratamientos que rindieron más son a su vez los más atacados por la enfermedad. Como señala Sarasola y Rocca de Sarasola (76) las royas de cereales atacan generalmente a hospedantes más vigorosos.

En la época lluviosa, las tasas de incremento de incidencia

Cuadro 15. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya común (*Puccinia polypora*) en tres rotaciones de maíz, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Rotación de cultivos	Incidencia	Severidad
F → M	0,099	0,040
M+F → M <sup>1/</sup>	0,116	0,061
M → M	0,139	0,061

1/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo asociado; → = cultivo en rotación

y severidad de la roya común no presentan diferencias significativas entre las formas de preparación del suelo.

#### 4.4.4 Diplodia

Esta enfermedad comenzó en los primeros estadios de crecimiento del maíz. La incidencia de la enfermedad empezó con un promedio alto de 26,72%, aumentando rápidamente hasta los 35 días de edad del cultivo con un promedio de  $I = 87,98\%$ , luego se registra un ligero descenso, para después alcanzar un valor de  $I_{max} = 99,27\%$  a los 102 días de edad del cultivo (Cuadro A30).

En la Figura 8 se pueden observar dos fases diferentes en el desarrollo de esta enfermedad, medida en términos de incidencia. En la primera fase las tasas de incremento de incidencia hasta los 35 días de edad, fue de  $r = 0,194$  y la segunda fase que corresponde desde los 35 a los 102 días fue de  $r = 0,065$  (Cuadro 16).

En la curva que representa la severidad de la enfermedad (Cuadro A30 y Fig. 9) se presentan a su vez tres fases bien definidas. La

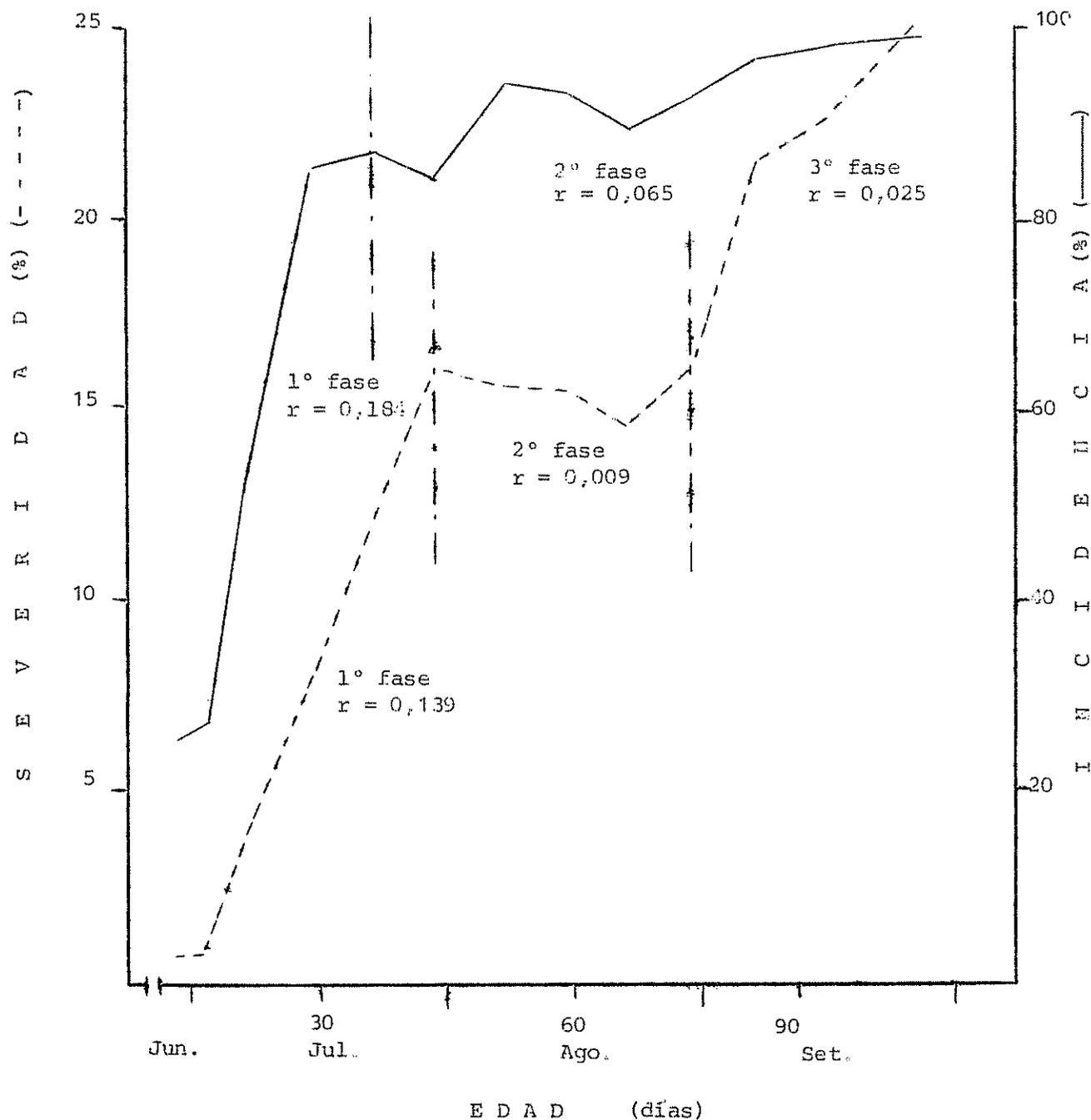


Figura 8. Incidencia y Severidad de mancha foliar de *Diplodia* (*Diplodia macrospora*) por fases y sus respectivas tasas de incremento en todo el ciclo del maíz, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

**Cuadro 16.** Tasas diarias de incremento de incidencia y Severidad de *Ustilidium macrospora* en maíz en fases definidas del desarrollo de la enfermedad, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Incidencia		Severidad	
	Fase	tasas diarias	Fase	tasas diarias
35	1	0,184	-	-
43	-	-	1	0,139
75	-	-	2	0,009
102	2	0,065	3	0,025

primera, hasta los 43 días, con un valor de  $S = 16,20\%$  y una tasa de incremento relativamente alta de  $r = 0,139$  (Cuadro 16), luego una segunda fase en que la enfermedad desciende o se detiene para llegar a los 75 días de edad del cultivo con un valor de  $S = 16,22\%$  que es igual al que existía a los 35 días, con una tasa de incremento de severidad relativamente baja  $r = 0,009$ . En esta segunda fase se obtienen algunas tasas de incremento negativos. Esto indica que posiblemente el crecimiento del maíz es más rápido que el crecimiento de las lesiones de la enfermedad.

En la tercera fase, desde los 75 días hasta la maduración fisiológica del maíz a los 102 días, se presenta un incremento rápido de severidad que finaliza con un valor de  $S_{max} = 25,13\%$  (Cuadro A30). La tasa de incremento durante esta fase aumenta hasta un valor de  $r = 0,025$  (Fig. 8 y Cuadro 16).

#### 4.4.4.1 Incidencia y severidad de *Diplodia macrospora* en tres rotaciones de cultivos

Los análisis de la variabilidad de los valores de incidencia de *Diplodia macrospora*, registrados en cada muestreo en cada una de las rotaciones de cultivo, revelan que no hay diferencias significativas entre sí. Sin embargo, a lo largo del ciclo del cultivo del maíz, se registra más enfermedad en la rotación de maíz seguido de maíz, luego la rotación de maíz asociado con frijol seguido de maíz y por último la rotación de frijol seguido de maíz (Cuadro A31).

Los análisis de la variabilidad de los valores de severidad registrados en cada muestreo, indican que no hay diferencias significativas. Únicamente a los 35 días de edad del maíz, se encuentran diferencias al nivel de 0,01. La prueba DMS al 0,05 indicó que la rotación M → M (S = 13,60%) y que la rotación M+F → M (S = 13,12%) son iguales entre sí, pero diferentes a la rotación F → M (S = 11,66%). En la rotación maíz seguido de maíz (Cuadro A31), se registra más severidad de la enfermedad en todo el ciclo del cultivo; únicamente desde los 43 a los 56 días de edad del cultivo, se observó más severidad en la rotación maíz asociado con frijol seguido de maíz, luego desde esta fecha y hasta el final del ciclo del cultivo se presenta más severidad en la rotación maíz seguido de maíz. Esto sugiere que existe mayor cantidad de inóculo, tanto primario como secundario, en un sistema de cultivo, en el cual se ha sembrado el mismo cultivo año tras año (75). En segundo lugar, la rotación de cultivos que más severidad presentó fue el maíz asociado con frijol seguido de maíz. La rotación frijol seguido de maíz presentó menos severidad. En esta rotación de cultivos 12

muestreos de 13 registrados indican menor severidad en todo el ciclo. Al comienzo de la enfermedad se registró mayor severidad en la rotación maíz seguido de maíz lo que concuerda con los datos de incidencia.

Las tasas de incremento por día de la incidencia de la enfermedad, (Cuadro A32), indican que no hay diferencias significativas en ningún muestreo entre las diferentes rotaciones. Sin embargo, el promedio general (Cuadro 17), la tasa mayor correspondió a la rotación maíz seguido de maíz con un valor de  $r = 0,107$ , en segundo lugar la rotación maíz asociado con frijol seguido de maíz con un valor de  $r = 0,103$  y la menor tasa de incremento fue la rotación frijol seguido de maíz con un valor de  $r = 0,096$ .

Las tasas de incremento de severidad (Cuadro A32), de igual manera no muestran diferencias significativas entre rotaciones, aunque, los valores promedios de las tasas diarias de incremento fueron muy similares entre las tres rotaciones (Cuadro 17).

Las tasas diarias de incremento de incidencia y severidad (Cuadro A32), al comienzo de la epifitía se observan valores altos para los dos índices usados. Conforme pasan los días, las tasas son menores, registrándose algunas negativas, luego en los estadios avanzados del cultivo, cuando el maíz ha completado su crecimiento, se registran nuevamente tasas positivas y de valores altos.

El modelo de regresión (Cuadro A33) que mejor ajustó al desarrollo de incidencia y severidad en el tiempo fue el de raíz cuadrada con coeficientes de determinación significativos al nivel de 0,01; aunque los coeficientes del modelo cuadrático también son significativos al nivel de 0,01, pero los valores son más bajos que la raíz cuadrada.

Cuadro 17. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de *Diplodia macrospora* en maíz, en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Rotación de cultivos	Incidencia	Severidad <sup>1/</sup>
F → M	0,096	0,067
M+F → M <sup>1/</sup>	0,103	0,070
M → M	0,107	0,068

1/ M = maíz; F = frijol; + = cultivo en asociación; → = cultivo en rotación.

La Figura 9a representa la incidencia y severidad de *Diplodia macrospora* en la rotación maíz seguido de maíz en el tiempo, con coeficientes de determinación 92,0% para ambos índices. El punto estacionario máximo para incidencia fue a los 74 días.

La Figura 9b, representa los índices de incidencia y severidad en el tiempo, de la rotación maíz asociado con frijol seguido de maíz, con coeficientes de determinación para los dos índices de 92,0%. El punto estacionario máximo para incidencia fue a los 73 días.

La incidencia y severidad de la enfermedad en la rotación frijol seguido de maíz en el tiempo está representada en la Figura 9c, con coeficientes de determinación de 92,00% y de 93,00% respectivamente. El punto estacionario máximo para incidencia fue a los 73 días.

#### 4.4.4.2 Epidemiología de *Diplodia macrospora* en maíz en cuatro labranzas de suelo

La enfermedad foliar causada por *Diplodia macrospora* en maíz,

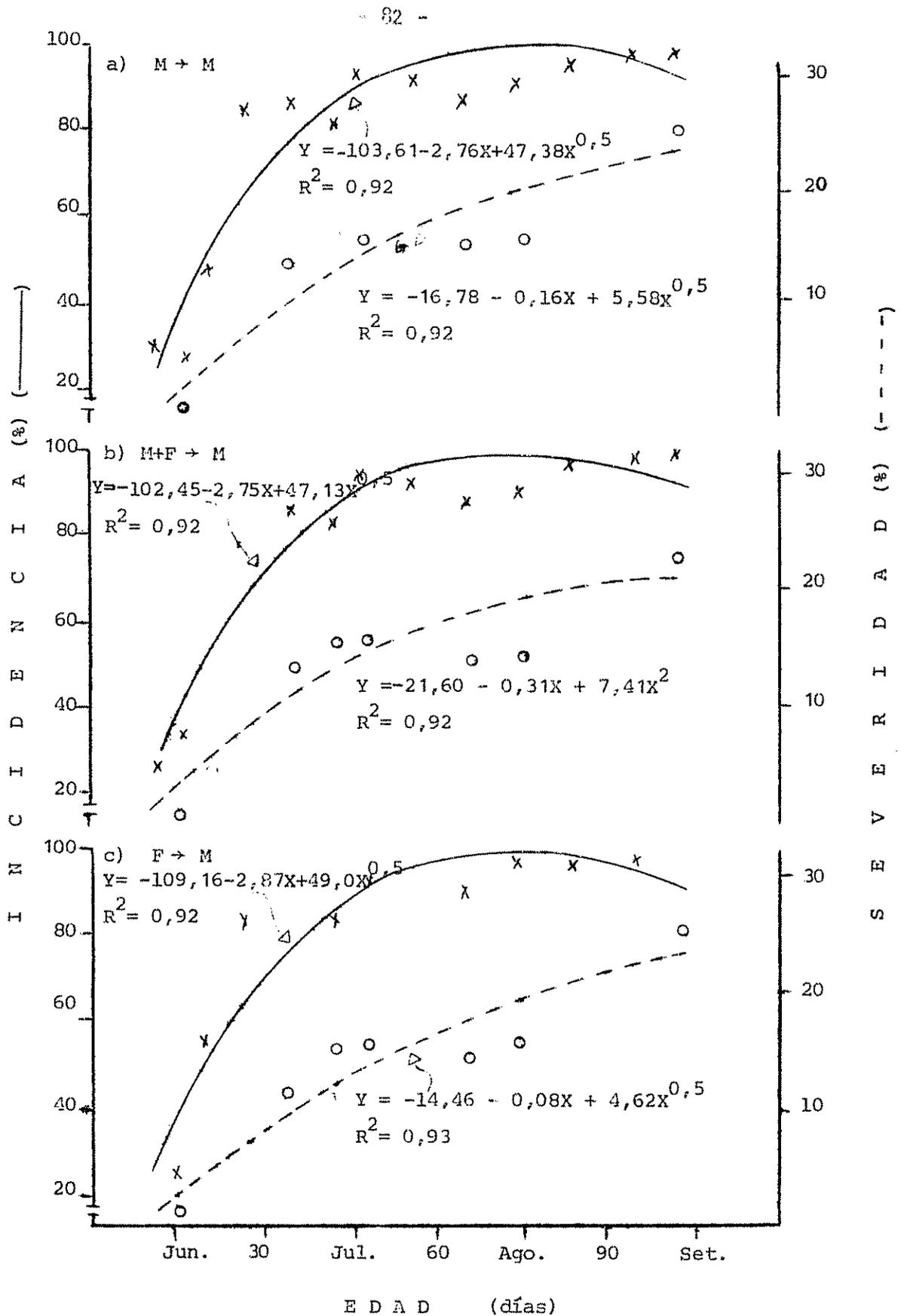


Figura 9. Incidencia y Severidad de mancha foliar de *Diplodia* (*Diplodia macrospora*) en tres rotaciones de maíz: a) rotación de maíz seguido de maíz (M+M); b) rotación maíz asociado con frijol seguido de maíz (M+F+M) y c) rotación frijol seguido de maíz (F+M), durante jun-oct/77. Turrialba. Costa Rica.

se ve afectada por los residuos de cosecha del mismo cultivo. Probablemente en los desechos de las cañas de maíz, existe una gran cantidad de inóculo primario, que va a servir como tal, para futuras infecciones en el cultivo siguiente, situación muy frecuente para este patógeno (35). En los primeros muestreos no se registran diferencias significativas entre sistemas de labranza para la incidencia de la enfermedad (Cuadro A34). En el tercer muestreo, a los 20 días de edad del cultivo, se registran diferencias al nivel de 0,01. La prueba de DMS al 5% indicó que los tratamientos de cobertura vegetal (CMSR = 58,53%, CMMT = 54,93% y CMSS = 53,07%) son iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento arado (TA = 41,07%). En el muestreo cuarto, a los 28 días de edad del maíz, se registran diferencias al 1% para incidencia; la prueba de DMS al 5% indicó que los tratamientos de cobertura vegetal (CMSR = 92,42%, CMSS = 89,68% y CMMT = 84,23%) son iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento arado (TA = 89,21%). Para incidencia en el muestreo noveno, a los 66 días del maíz, muestran diferencia al nivel de 0,05%. La prueba de DMS al 5% indicó que los tratamientos de cobertura vegetal son iguales entre sí, pero nuevamente diferentes al tratamiento arado. Los tratamientos CMSS y CMMT son iguales al TA, luego a los 75 días, en el muestreo décimo, hay diferencias altamente significativas, presentando la misma tendencia anterior.

En general, en el tratamiento limpio y arado registró menor incidencia en todo el ciclo del cultivo, luego en forma ascendente sigue el tratamiento de cañas de maíz semienterradas, cañas de maíz sobre el suelo y cañas de maíz sin remoción.

Los análisis de variabilidad de los valores de severidad (Cuadro A34) mostraron diferencias al nivel de 0,05 para el tercer y octavo muestreo, presentando la misma tendencia de la incidencia. La prueba DMS al 5% indicó que los tratamientos de cobertura vegetal son iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento limpio. Los muestreos quinto y sexto presenta la misma tendencia, siendo diferentes al nivel 0,01.

Al finalizar el ciclo del cultivo, en los 3 últimos muestreos (en los muestreos 11 y 12) los tratamientos muestran diferencias al nivel de 0,01 y en el último muestreo, a los 102 días se registran diferencias al nivel de 0,05. La prueba DMS al 0,05 indicó que los tratamientos de CMSR, CMSS y TA son iguales entre sí pero mayores al de CMNT.

En general, a lo largo de todo el ciclo del cultivo, el tratamiento CMSR mostró mayor severidad siguiendo el tratamiento CMSS. En el TA, hasta los 57 días de edad del maíz, se registra menor severidad comparado con todos los tratamientos que incluyen cobertura vegetal; sin embargo, desde esta fecha hasta el final del ciclo del maíz se registró mayor severidad en el tratamiento de CMNT, que fue el tratamiento de menor severidad considerando solo los que incluyen cobertura vegetal.

Las tasas diarias de incremento de incidencia y severidad (Cuadro A32) no muestran diferencias significativas. Únicamente a los 20 días de edad del cultivo la incidencia mostró diferencia al nivel de 0,01. La prueba de DMS al 0,05 indicó que los tratamientos CMSR ( $r = 0,278$ ) y CMNT ( $r = 0,240$ ) son iguales entre sí, pero diferentes a los tratamientos TA ( $r = 0,148$ ) y CMSS ( $r = 0,146$ ).

Las tasas diarias de incremento de incidencia al comienzo de la epifitía son mayores para CMSS ( $r = 0,520$ ) y CMSR ( $r = 0,502$ ) y menor

para CMMT ( $r = 0,485$ ) y TA ( $r = 0,410$ ). Esto indica que el número de hojas que se infectan fue grande y así mismo por ser los valores de las tasas mayores en los tratamientos de cobertura vegetal indican también mayor infección en esos tratamientos.

La misma tendencia tiene la severidad al comienzo de la enfermedad, es decir, la tasa diaria de incremento de área foliar infectada fue mayor en el tratamiento CSS ( $r = 0,183$ ), el tratamiento de CMMT ( $r = 0,162$ ) fue mayor que el de CSR ( $r = 0,157$ ) y por último la tasa de menor incremento fue el TA ( $r = 0,095$ ).

El modelo que mejor ajustó al desarrollo de incidencia y severidad de *Diplodia* en el tiempo, fue el de raíz cuadrada para las cuatro labranzas de suelo, siendo  $t_c$  para cada coeficiente (tasa lineal y tasa logarítmica) altamente significativas (Cuadro A33); además, los valores obtenidos fueron los más altos en relación a los otros modelos de regresión.

En la Figura 10a, se representa la incidencia y severidad de la enfermedad en el terreno limpio y arado, con coeficientes de determinación  $R^2 = 0,94^{**}$  para los dos índices. El punto estacionario máximo para incidencia fue a los 75 días, tratamiento que más tarde alcanza su punto estacionario; para severidad no se obtiene el punto estacionario dentro del ciclo del cultivo.

La Figura 10b representa la incidencia y severidad en el tratamiento cañas de maíz mezcladas con tierra, cuyo coeficiente de determinación fue de  $0,92^{**}$  y  $0,89^{**}$  respectivamente. El punto estacionario máximo para incidencia se obtiene a los 74 días y para severidad no se registra dentro del ciclo del cultivo.

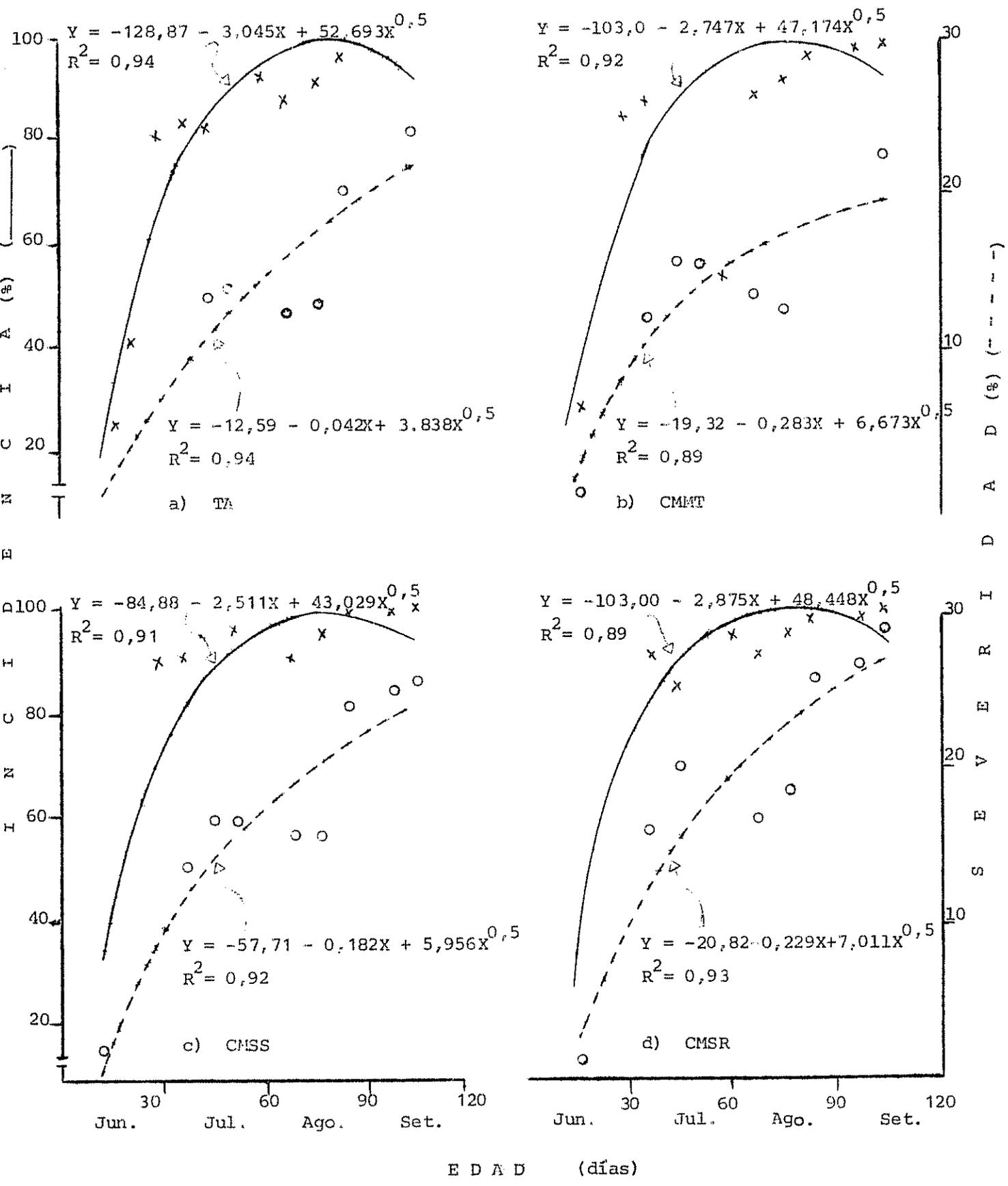


Figura 10. Incidencia y Severidad de mancha foliar de *Diplodia (Diplodia macrospora)* en maíz, en cuatro labranzas de suelo: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

La Figura 10c, representa los índices de la enfermedad en el tratamiento cañas de maíz sobre el suelo, cuyos coeficientes de determinación para incidencia fue  $R^2 = 0,91^{**}$  y para severidad  $R^2 = 0,92^{**}$ . El punto estacionario máximo para incidencia se obtiene a los 73 días.

La Figura 10d, indica el comportamiento en el tiempo de la incidencia y severidad de *Diplodia* en el tratamiento de residuos de cosecha sin remoción; cuyos coeficientes de determinación para incidencia fueron  $R^2 = 0,89$  y para severidad  $R^2 = 0,93$ . En este tratamiento el punto estacionario máximo de incidencia alcanza en menor tiempo, a los 70 días.

#### 4.4.4.3 Pudrición de la mazorca de maíz

En la época lluviosa se registró mayor pudrición de la mazorca, causada por *Diplodia macrospora* y *Diplodia maydis*. Los análisis de la variabilidad de los valores de incidencia y de severidad revelaron que no hay diferencias significativas entre las rotaciones de cultivos; sin embargo, la rotación maíz seguido de maíz se registró mayor incidencia y severidad, luego en forma descendente la rotación maíz asociado con frijol seguido de maíz y por último la rotación frijol seguido de maíz, (Cuadro A10).

Los análisis de la variabilidad de los datos de la incidencia revelaron diferencias al nivel del 0,05, entre las labranzas de suelo. La prueba DMS al mismo nivel indicó que los tratamientos de cañas de maíz sin remoción ( $I = 49,55\%$ ) y cañas de maíz sobre el suelo ( $I = 44,71\%$ ) son iguales entre sí pero mayores que los tratamientos cañas de maíz mezcladas con tierra ( $I = 29,80\%$ ) y terreno limpio y arado ( $I = 22,66\%$ ) siendo estos dos últimos tratamientos iguales. Para severidad revelaron diferencias al 0,01. La prueba de DMS al nivel de 5% de probabilidad

indicó mayor severidad de pudrición de la mazorca en los tratamientos de cañas de maíz son remoción y cañas de maíz sobre el suelo siendo iguales entre sí, pero diferentes a los tratamientos de cañas de maíz mezcladas con tierra y terreno limpio y arado (Cuadro A10).

En los tratamientos de cobertura vegetal, en que se utilizó los residuos de cosecha anterior y en la rotación del maíz seguido de maíz presentó mayor enfermedad, esto hace suponer que en estos tratamientos existió mayor inóculo primario para comenzar una nueva epifitía más rápida y más severa que en los terrenos sin cobertura de residuos vegetales y en terrenos donde se ha rotado con otros cultivos, situación que es muy frecuente en este tipo de patógenos, los cuales pueden vivir en los restos de vegetación (4,81).

#### 4.4.5 Mancha de asfalto

Los primeros síntomas de ésta enfermedad causada por el hongo *Phyllachora maydis*, en la época lluviosa aparecieron a los 70 días de edad del cultivo, cuando ocurría la polinización del maíz. Esta enfermedad se encontró con más frecuencia en las hojas inferiores de la planta es decir en las hojas más viejas del cultivo. La  $I_{max} = 38,62\%$  (Cuadro 18) se registró a los 84 días de edad del cultivo y luego descendió, esto posiblemente se debió a que las hojas inferiores se secaron primero, siendo estas las más afectadas; esta enfermedad no es muy frecuente en hojas superiores de la planta, probablemente se trata de un patógeno que no requiere de buena iluminación, pero que requiere de alta humedad relativa creada en la parte inferior del dosel del maíz (4).

Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia de la enfermedad no muestran diferencias significativas ni entre las

Cuadro 16. Promedio de incidencia de mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en maíz, registrada en la segunda época experimental, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo	Fecha	Incidencia (%)
75	30 VIII 77	20,36
84	8 IX 77	38,62
95	19 IX 77	30,03
102	26 IX 77	36,69

rotaciones de los cultivos, ni entre las labranzas de suelo; sin embargo, tiende a registrarse mayor enfermedad en los tratamientos de cobertura vegetal.

Los análisis de la variabilidad de las tasas diarias de incremento de esta enfermedad tampoco muestran diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en el presente trabajo.

#### 4.5 Epifitiología de enfermedades del frijol común

##### 4.5.1 Mancha angular

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentaron a los 20 días de edad del frijol. A lo largo del ciclo del cultivo se realizaron 9 muestreos de esta enfermedad con intervalos aproximados de 8 días.

En el primer muestreo, los valores de  $I = 10,55\%$  y  $S = 0,17\%$  indican poca área foliar dañada. La mayor infección de la enfermedad ocurrió a los 88 días de edad del cultivo, con  $I_{max} = 57,01\%$  y  $S_{max} = 4,07\%$ , cuando el frijol completó su madurez. Los valores de incidencia y severidad

(Fig. 11b) registran fluctuaciones de un muestreo al siguiente, a veces se obtienen tasas diarias negativas (Cuadro 19). Esto se debe posiblemente a que el frijol común está produciendo continuamente hojas nuevas y que el crecimiento de estas hojas fue mayor proporcionalmente al crecimiento de la lesión provocada por el patógeno y además que los factores ambientales eran favorables al cultivo y desfavorables al hongo. En general las tasas diarias de incremento de la enfermedad son para incidencia  $r = 0,081$  y para severidad  $r = 0,066$  (Cuadro 20).

#### 4.5.1.1 Incidencia y severidad de mancha angular en dos sistemas de cultivos

En los dos sistemas de cultivos al comienzo de la enfermedad, se observaron valores similares de incidencia y severidad (Cuadro A35); esto nos sugiere la presencia de cantidades iguales de inóculo primario. La incidencia de la enfermedad, hasta los 39 días de edad del cultivo, presentan un ligero aumento en el cultivo asociado, pero desde esta edad hasta los 79 días el monocultivo presenta mayor incidencia. La incidencia de la mancha angular en frijol en monocultivo fue mayor en 6 muestreos de los 9 registrados. En la época de floración y fructificación del frijol se registraron más hojas infectadas en el monocultivo. Con respecto a la severidad es menor en el monocultivo hasta los 52 días de edad del frijol, pero luego es mayor. El maíz en ésta edad empieza a dominar en la asociación, observándose menor número de hojas enfermas y a la vez menor área infectada en el sistema asociado, suponiendo que el maíz actúa como barrera para la disseminación y liberación de los conidios de *I. guiseola* (64), haciendo más difícil la deposición del patógeno

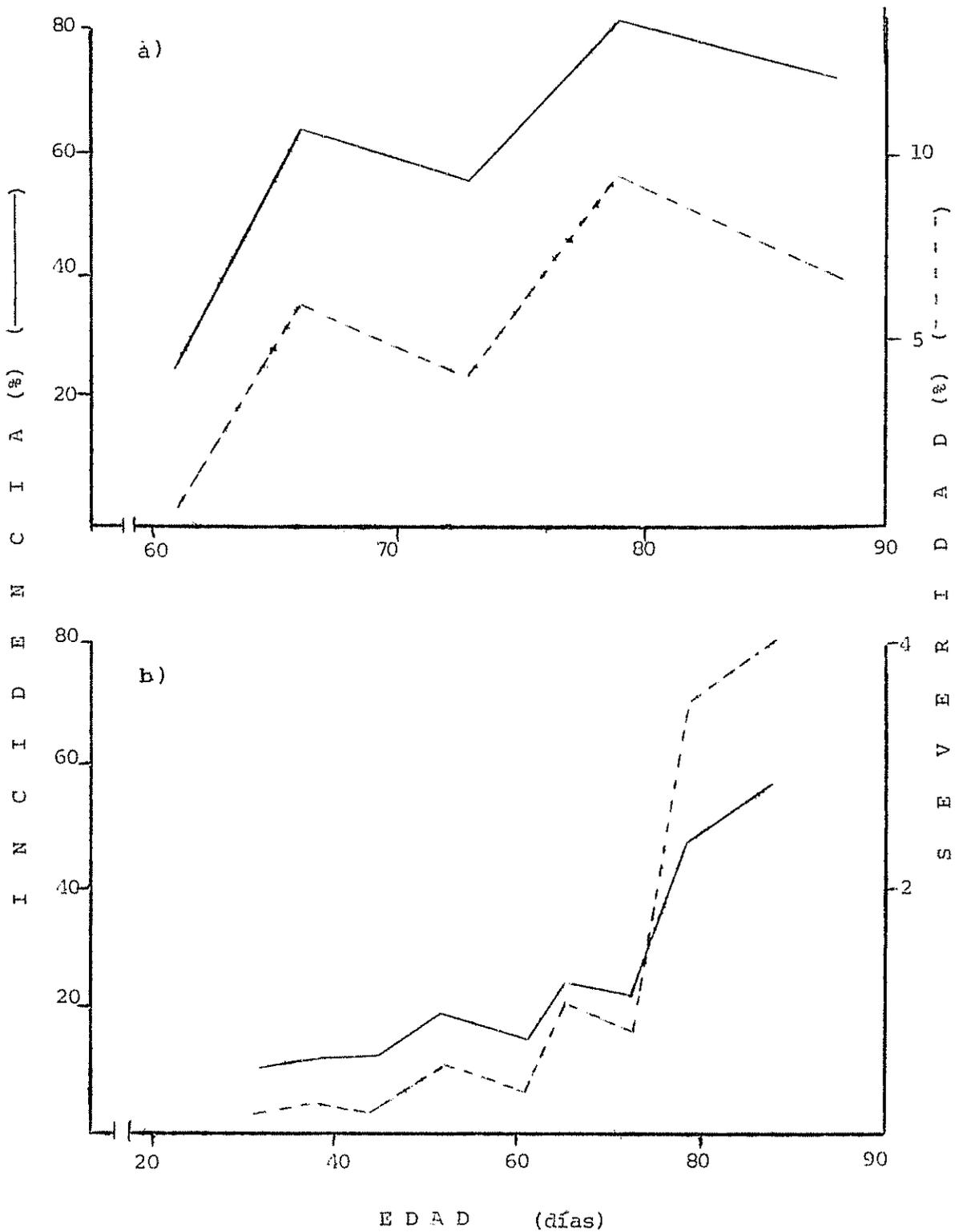


Figura 11. Incidencia y Severidad de: a) roya (*Uromyces phaseoli*) y b) mancha angular (*Isariopsis griseola*) en el frijol común, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 19. Promedio de Incidencia y Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en frijol, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		I (%)	tasa	S (%)	tasa
26	26 XII 76	10,55	0,317	0,17	-
38	7 I 77	12,65	0,045	0,23	0,039
44	13 I 77	12,92	-0,028	0,19	-0,040
52	21 I 77	18,85	0,083	0,54	0,146
61	30 I 77	16,45	-0,30	0,38	-0,057
66	4 II 77	24,07	0,105	1,09	0,221
73	11 II 77	22,97	-0,009	0,86	-0,033
79	17 II 77	47,30	0,199	3,53	0,234
88	26 II 77	57,01	0,043	4,07	0,021

Cuadro 20. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en todo el ciclo del frijol, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Indices	Tasas diarias
Incidencia	0,081
Severidad	0,066

en el sucepto. Conforme el maíz va creciendo, se registra una diferencia mayor entre los dos sistemas de cultivos, presentando cada vez más enfermedad al monocultivo. El frijol solo, al no tener tutor para enroscarse, se amontonó en el suelo, ocurriendo lo contrario en el asociado con el maíz, en el cual permitió una mejor aireación, por lo tanto, las modificaciones del microclima que se producen en las inmediaciones de las plantas de frijol, fueron probablemente las responsables por las diferencias registradas en la incidencia y severidad de mancha angular en estos dos sistemas de cultivos.

Silvera (77) afirma que la producción de conidios de *I. griseola* una vez formados los coremios en el envés de las hojas, es abundante en la obscuridad. Así mismo, Llanos (55) observó que el mayor porcentaje de germinación de conidios en medio del cultivo, fue en luz difusa. Estas condiciones que son propicias para el patógeno posiblemente existieron en el frijol en monocultivo cuando este se amontonó en el suelo.

La diferencia de incidencia y severidad de *I. griseola* en frijol sólo y asociado podría atribuirse también a la diseminación en la fuerza del impacto de las gotas de lluvia que se produce bajo el follaje del maíz, cuando este empieza a dominar al frijol, tal como se ha informado en otros casos de sistemas de cultivos con otros patógenos (63). Es de suponer también que el inóculo secundario fue diseminado por el viento, razón por la cual, el frijol asociado con maíz recibió menor cantidad de inóculo, debido al impedimento mecánico producido por el cultivo dominante, actuando como barrera natural al libre movimiento de las masas de aire dentro del cultivo. Aunque existen informes

contrarios en el cual se encontró mayor severidad de esta enfermedad en cultivos en que intervino maíz, explicado éste, como un fenómeno de esodemia, es decir, por autoinfecciones frecuentes en cada planta individual (64).

Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia y severidad (Cuadro A36 y A38) en el tiempo no revelaron diferencias entre los sistemas de cultivos. Únicamente para el número de muestreos indicaron diferencias al nivel de 0,01. La prueba de DMS al 5% de probabilidad indicó que los muestreos primero al séptimo son iguales entre sí, pero diferentes al octavo y noveno; siendo estos dos últimos iguales entre sí (Cuadro A37 y A39).

Los análisis de la variabilidad de incidencia de mancha angular por muestreos, indicaron que no hay diferencias significativas entre las asociaciones de cultivos, sin embargo, el número de hojas infectadas es mayor en el monocultivo.

Los análisis de la variabilidad de severidad por muestreo revelan diferencias al nivel de 0,05 en el sexto muestreo, presentando mayor enfermedad en el monocultivo. En los muestreos restantes no hay diferencias significativas.

Las tasas diarias de incremento de incidencia en los dos sistemas de cultivos no mostraron diferencias significativas; únicamente en el segundo muestreo, durante el período vegetativo del frijol, se registraron diferencias al nivel de 5%, siendo mayor el monocultivo. Las tasas diarias de incremento de severidad también no registran diferencias significativas, tan solo a los 73 días existieron diferencias al nivel de 0,05, siendo mayor el monocultivo. Los promedios de las tasas

de incremento tanto de incidencia como severidad son mayores en el monocultivo (Cuadro 21).

La función que mejor ajustó al progreso de la epifitía en el tiempo fue la cuadrática para incidencia y severidad en la enfermedad en los dos sistemas de cultivos (Cuadro A40). Los coeficientes de bondad de ajuste de incidencia en el frijol monocultivo fueron  $R^2 = 87,7\%$  y para severidad  $R^2 = 85,9\%$ . Los puntos estacionarios mínimos fueron 36 y 40 días respectivamente (Fig. 12b).

Los coeficientes de determinación para incidencia y severidad en el frijol asociado fueron 91,9% y 90,1% respectivamente. Los puntos estacionarios mínimos en su orden fueron a los 41 y 42 días (Fig. 12a).

#### 4.5.1.2 Epidemiología de mancha angular del frijol común en cuatro labranzas de suelo

Las formas de preparación de suelo influyen sobre el comienzo de la epifitía, es notable especialmente en el factor número de hojas enfermas. Los análisis individuales por muestreo de la variabilidad de los datos de incidencia indican diferencias al nivel de 0,05 en el primero de ellos. La prueba de DMS al 5% de probabilidad indicó que el TA (15,12%) CMHT (12,80%) y CMSS (9,57%) son iguales entre sí y diferentes al CMSR (4,60%); los tratamientos de CMSS y CMSR son iguales entre sí. Esto nos sugiere que el inóculo primario fue mayor en el terreno arado y que las cañas de maíz en los tratamientos de cobertura vegetal, sirvieron de impedimento mecánico en la diseminación del mismo. Datos que concuerdan con los obtenidos por Reynolds (72) con diferentes coberturas orgánicas en el ataque de añublo sureño (*Sclerotium rolfsii*) en frijol arbustivo.

Cuadro 21. Tasas diarias de incremento de incidencia y Severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en frijol común en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Sistemas de Cultivos	Incidencia	Severidad
F	0,084	0,071
F+M <sup>1/</sup>	0,074	0,062

1/ F = frijol; M = maíz; + = cultivo en asociación.

Los análisis individuales por muestreo de la severidad revelan que no hay diferencias significativas entre labranzas de suelo. La enfermedad representada por los índices de incidencia y severidad no presentan una tendencia hacia determinado tratamiento, sugiriendo que una vez establecida la enfermedad, los tratamientos de suelo no ejercen ningún efecto sobre el patógeno.

Las tasas diarias de incremento de incidencia y severidad de la mancha angular en frijol común, por tratamiento de labranza de suelo se presentan en el Cuadro 22. Los tratamientos de cobertura con residuos de vegetación, a pesar de presentar en todo el ciclo del cultivo valores menores de incidencia y severidad, revelan una mayor tasa diaria de incremento. Esto se debe posiblemente a que en estos tratamientos de suelo, el frijol permaneció por más tiempo en el campo, razón por la cual en el último muestreo presentan mayor enfermedad.

La función que mejor ajustó para incidencia y severidad en el tiempo fue la cuadrática (Cuadro A40) para las cuatro labranzas de suelo. En el tratamiento de terreno arado los coeficientes de determinación

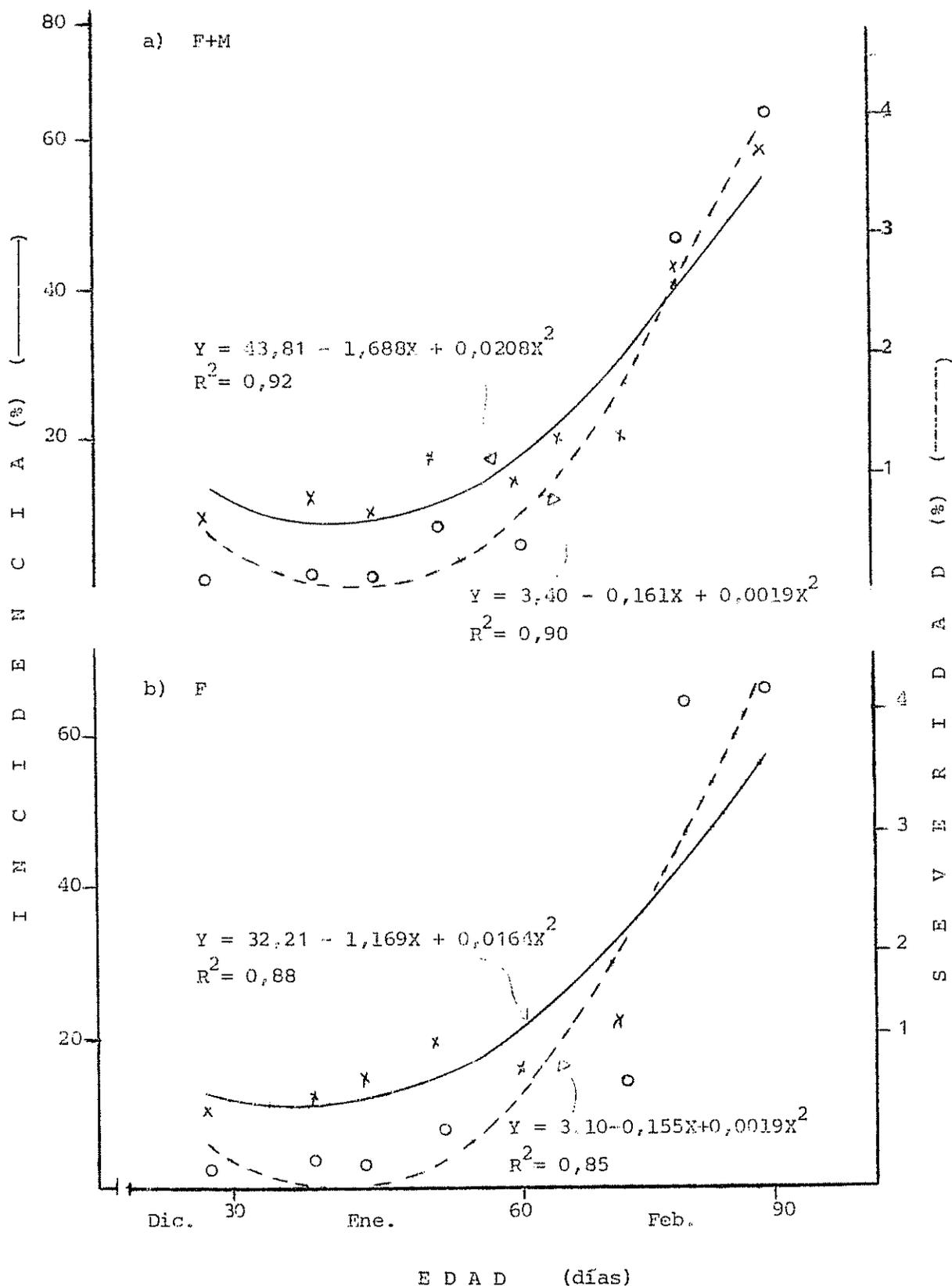


Figura 12. Incidencia y Severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en: a) frijol asociado con maíz (F+M) y b) frijol monocultivo (F), durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 22. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de mancha angular del frijol común en cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Labranzas de Suelo	Incidencia	Severidad
TA <sup>1/</sup>	0,043 <sup>a,2/</sup>	0,079 <sup>a</sup>
CMNT	0,055 <sup>a</sup>	0,074 <sup>a</sup>
CMSS	0,046 <sup>a</sup>	0,083 <sup>a</sup>
CMSR	0,055 <sup>a</sup>	0,075 <sup>a</sup>

1/ TA = terreno limpio y arado; CMNT = cañas de maíz mezcladas con tierra; CMSS = cañas de maíz sobre el suelo; CMSR = cañas de maíz sin remoción.

2/ Cifras con letras iguales no son diferentes entre sí al 5% de probabilidad.

fueron 89,9% para incidencia y 89,1% para severidad; el punto estacionario mínimo fue a 41 y 39 días respectivamente (Fig. 13a). Para el tratamiento CMNT con coeficientes de bondad de ajuste de 76,1% para incidencia y 71,9% para severidad; los puntos estacionarios mínimos fueron a los 31 y 39 días respectivamente (Fig. 13b). En el tratamiento CMSS los coeficientes de determinación de incidencia 89,2% y de severidad 90,1%; los puntos estacionarios mínimos para los índices en este tratamiento fueron 40 y 43 días respectivamente (Fig. 13c). En el tratamiento CMSR los coeficientes de determinación fueron 87,2% para incidencia y para severidad 89,8%; los puntos estacionarios en su orden fueron 40 y 43 días (Fig. 13d).

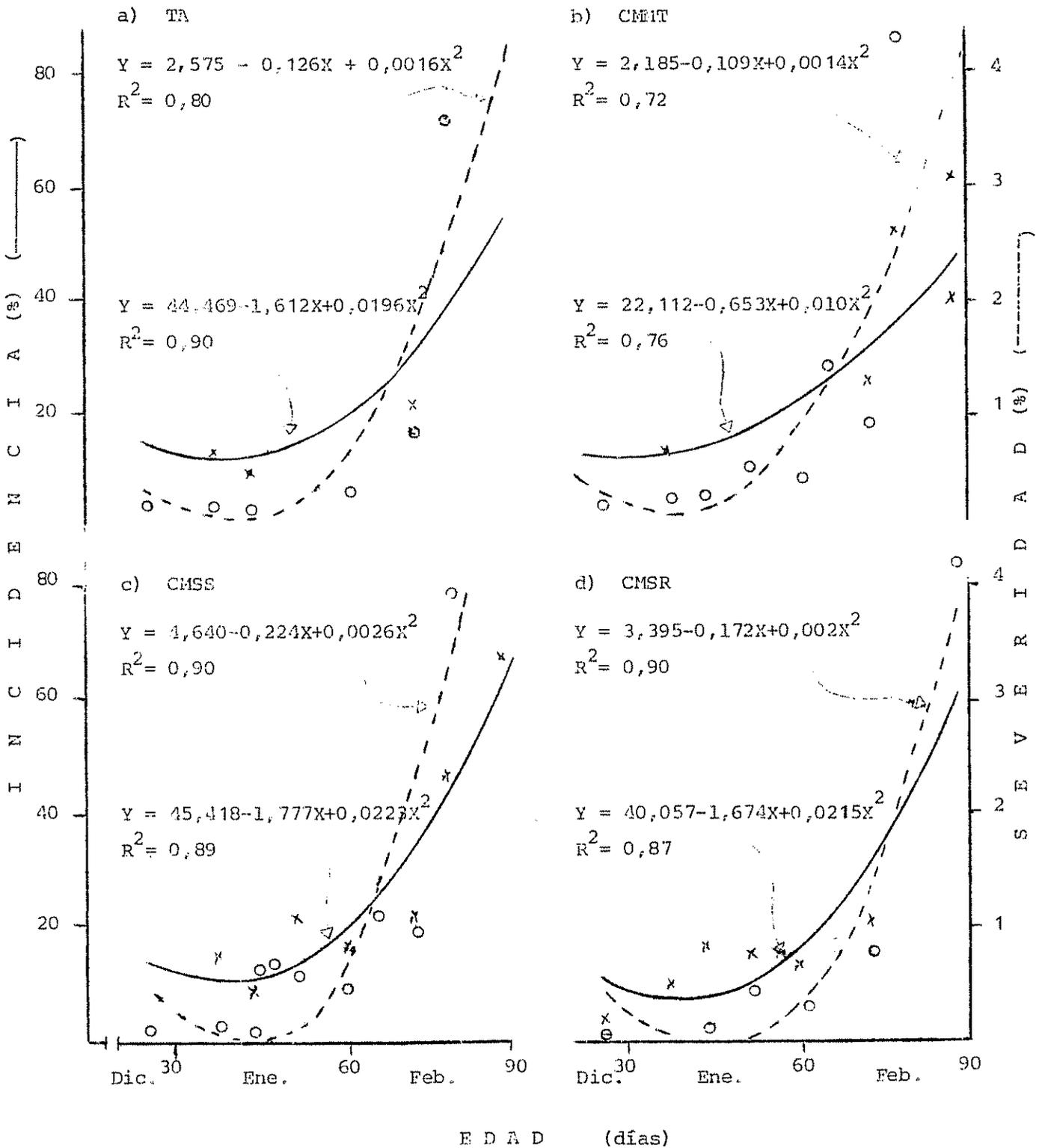


Figura 13. Incidencia y Severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en frijol común en: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con suelo (CMIT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS); y d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

#### 4.5.2 Roya del frijol común

Esta enfermedad se presentó a los 45 días de edad del frijol. En el primer muestreo, la incidencia registró un valor de 24,30% y una severidad con 0,61% (Cuadro 23), lo que indica una rápida diseminación del patógeno infectando un número alto de hojas, pero con pocas pústulas en cada una de ellas (Fig. 11a).

La enfermedad aumenta paulatinamente hasta los 66 días, luego a los 73 días, desciende tanto para incidencia como para severidad, lo que posiblemente se debe a la gran cantidad de tejido foliar existente y al crecimiento continuo de las hojas del frijol al realizar el muestreo. Luego vuelve a presentarse mayor cantidad de infección alcanzándose una Imax de 62,90% y una Smax de 8,84% a los 79 días. En el último muestreo, se nota un ligero desconsenso de la enfermedad, ya que el cultivo completó su madurez fisiológica empezando a botar las hojas, especialmente las más viejas, que a su vez, presentaban la mayor cantidad de infección.

La tasa diaria de incremento de incidencia de la roya del frijol común fue alta  $r = 0,119$  y para severidad  $r = 0,077$  (Cuadro 24). Esto sugiere que el número de hojas que se infectan es relativamente grande por unidad de tiempo, pero que la cantidad de área foliar afectada aumenta paulatinamente.

Las tasas diarias de incremento por muestreo se presentan en el Cuadro 23, en el que se observaron tasas negativas, cuando los índices de la enfermedad registraron valores menores a los muestreos anteriores.

Cuadro 23. Promedios de Incidencia, Severidad y sus respectivas tasas diarias de incremento de roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia		Severidad	
		I (%)	tasa	S (%)	tasa
61	30 I 77	24,30		0,61	0,069
66	4 II 77	64,26	0,380	3,88	0,221
73	11 II 77	55,48	-0,059	2,90	-0,033
79	17 II 77	82,98	0,265	8,86	0,160
88	26 II 77	73,37	-0,082	6,75	-0,051

Cuadro 24. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de la roya (*Uromyces phaseoli*) de frijol común, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Índices	Tasas diarias
Incidencia	0,119
Severidad	0,077

#### 4.5.2.1 Incidencia y severidad de roya del frijol común en dos sistemas de cultivos

Esta enfermedad se presenta a los 45 días de edad del frijol en el monocultivo y a los 50 días en el asociado. Al comienzo de la enfermedad el número de hojas afectadas es mayor en el monocultivo (i = 27,42%)

en comparación con el frijol asociado ( $I = 21,18\%$ ) lo mismo ocurre con severidad (Cuadro A/1).

Los análisis de la variabilidad de los valores de incidencia en el tiempo (Cuadro A/2), mostraron diferencias al nivel de 0,01 para los sistemas de cultivos, registrándose mayor incidencia en el monocultivo. Indicaron también diferencias al nivel de 0,05 para los muestreos. La prueba de DHS para muestreos, al mismo nivel, indicó que entre el segundo al quinto muestreo son iguales entre sí pero diferentes al primero, además el primero y tercero son iguales estadísticamente (Cuadro A/3).

Para severidad de la roya del frijol común, el análisis en el tiempo (Cuadro A/4) indicó diferencias al nivel de 0,01 para sistemas de cultivos, registrándose mayor severidad en el monocultivo. Para los muestreos revelan diferencias al nivel de 0,01. La prueba de DHS al 5% de probabilidad indicó diferencias entre el primer muestreo y los 4 restantes, los muestreos segundo y tercero son iguales entre sí pero diferentes al cuarto y quinto; estos 2 últimos son diferentes entre sí (Cuadro A/4).

Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia y severidad por muestreos individuales, en frijol sólo y asociado con maíz, revelan diferencias al nivel de 0,01 en el primero y segundo muestreo, registrándose mayor incidencia y severidad en el monocultivo. Sin embargo, el monocultivo registró mayor incidencia y severidad en todo el ciclo (Cuadro A/1).

Las tasas diarias de incremento de incidencia indican diferencias en el primer muestreo al nivel de 0,05, siendo mayor en el frijol

monocultivo; los otros muestreos no presentan diferencias significativas registrándose mayor tasa diaria de incremento de incidencia en el mismo sistema. Se observan tasas negativas para incidencia y severidad en los 70 y 88 días. Las tasas negativas en el último muestreo a los 88 días, posiblemente se debieron a que el cultivo llegó a su madurez, empezando a botar las hojas especialmente las más afectadas.

En el primer muestreo, los análisis de las tasas diarias de incremento de severidad, revelaron diferencias al nivel de 0,01 y en el tercero diferencias al nivel de 0,05, registrándose mayor tasa de incremento en el monocultivo; los otros muestreos también presentan valores mayores en el monocultivo. El promedio de las tasas diarias de incremento para incidencia y severidad son mayores en el monocultivo (Cuadro 25). Esto sugiere que el sistema asociado ejerce una barrera natural al viento, principal agente para la diseminación de las uredosporas a nuevos órganos; además, ejerce una disminución de la fuerza del impacto de las gotas de lluvia sobre las partículas del suelo tanto para la infección primaria como la diseminación secundaria dentro de la planta y de una planta a otra (30,55,64).

De las funciones probadas para ajustar el progreso de la epidemia, expresada por los índices de incidencia y severidad, en el tiempo fue el modelo raíz cuadrada el de mejor ajuste (Cuadro A46). Los coeficientes de regresión para incidencia y severidad en monocultivo fueron  $R^2 = 72,0\%$  y  $R^2 = 60,0\%$  respectivamente (Fig. 14b); el punto estacionario máximo para incidencia fue a los 81 días y para severidad a los 83 días de edad del cultivo.

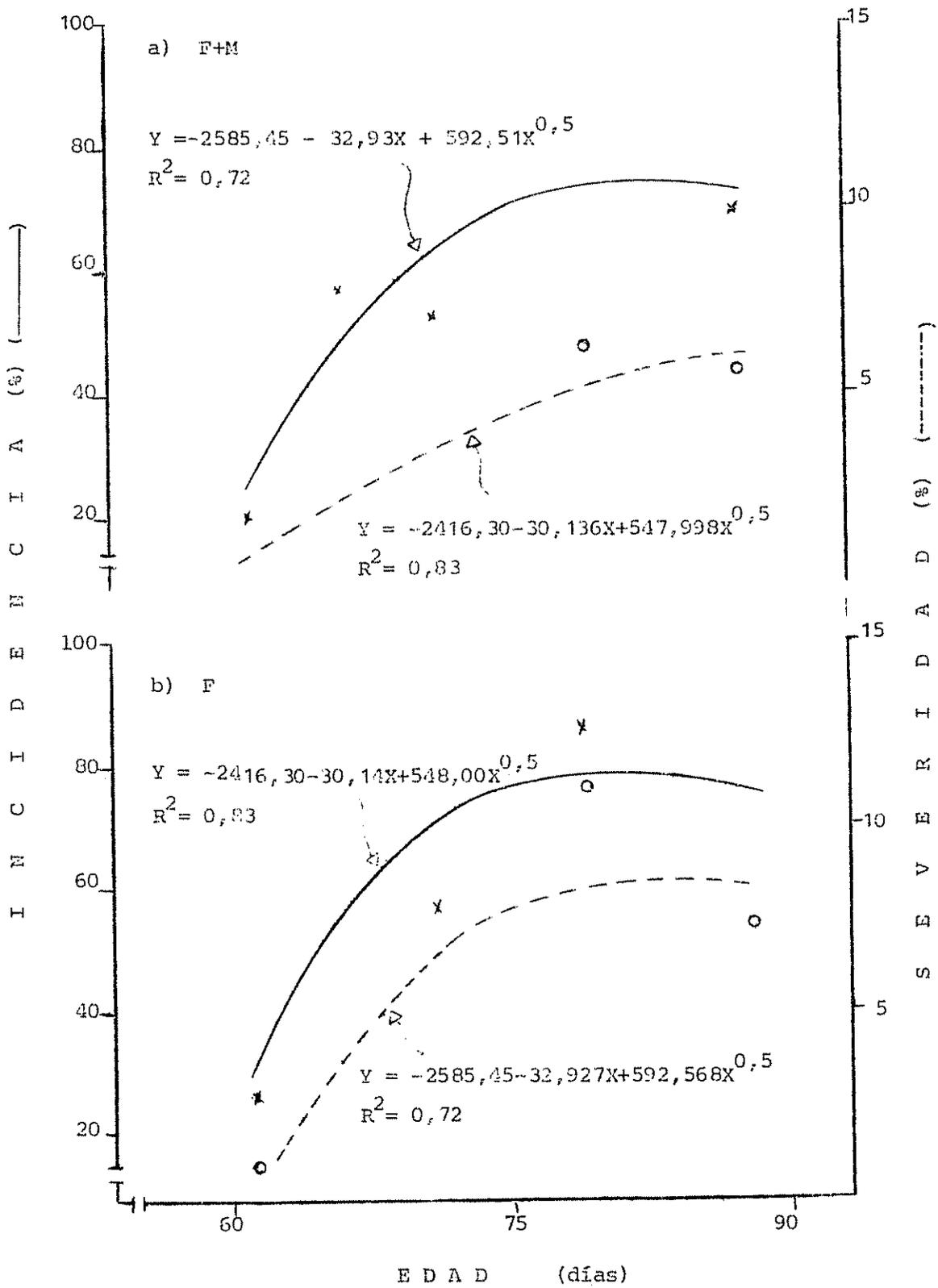


Figura 14. Incidencia y Severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en: a) frijol asociado con maíz (F+M) y b) frijol monocultivo (F), durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 25. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya del frijol común en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Sistemas de Cultivos	Incidencia	Severidad
F	0,123	0,068
F+M <sup>1/</sup>	0,115	0,068

1/ F = frijol; M = maíz; + = cultivo en asociación

F

Los coeficientes de regresión de incidencia y severidad en el frijol asociado fueron de  $R^2 = 83,0\%$  y  $R^2 = 72,8\%$  respectivamente (Fig. 14a), el punto estacionario máximo para incidencia fue a los 83 días y para severidad a los 81 días.

#### 4.5.2.2. Epidemiología de la roya del frijol común en cuatro labranzas de suelo

La forma de preparación del suelo influye sobre la incidencia y severidad de la roya del frijol común, especialmente al comienzo de la epifitía. El factor número de hojas enfermas, a los 66 días de edad del cultivo, muestra diferencia al nivel de 0,01. La prueba de DNS indicó diferencias al nivel de 0,05 entre el tratamiento arado ( $I = 35,32\%$ ), que es mayor que los tratamientos que incluyen cobertura vegetal. De estos últimos el CMNT ( $I = 19,67\%$ ) y el CMSR ( $I = 18,95\%$ ) son iguales entre sí, pero diferentes a CMSS ( $I = 23,26\%$ ). Los otros muestreos para incidencia no muestran diferencia significativas, sin embargo el mayor índice de la enfermedad se presenta en el TA, siguiendo en forma descendente CMSS, CMNT y el CMSR. A los 80 días de edad del frijol, se

registra menor incidencia el TA que en los de cobertura vegetal. Esto se debe a que en este tratamiento, el frijol completó primero su ciclo, deshojándose antes que los tratamientos de cobertura vegetal; por lo tanto, se registró menor número de hojas afectadas en el TA a los 88 días de edad del frijol (Cuadro A41).

Los análisis de severidad de la enfermedad mostraron diferencias al nivel de 0,01 para el primero, segundo y tercer muestreo, hasta los 73 días de edad del cultivo; la prueba de DNS indicó que el TA presenta mayor severidad y es diferente al nivel de 0,05 a los de cobertura vegetal. El cuarto muestreo a los 79 días de edad muestran diferencia al nivel de 0,05 presentando la misma tendencia anterior. A los 88 días de edad se registra mayor enfermedad en CMSR y CMSS presentando diferencia al nivel de 0,05 con los tratamientos TA y CMNT; en el tratamiento limpio y arado en este muestreo se detectó menor severidad por las razones expuestas anteriormente (Cuadro A41).

Los análisis de la variabilidad de los datos de incidencia en el tiempo, revelan que no existen diferencias entre las diferentes labranzas de suelo (Cuadro A42) no así para severidad que se registró diferencias al nivel de 5% (Cuadro A44). La prueba de DNS al nivel de 0,05 indicó que los tratamientos de labranza de terreno arado y cañas de maíz sobre el suelo son iguales entre sí, pero de severidad mayor a los tratamientos de cañas de maíz mezcladas con tierra y cañas de maíz sin remoción; y estos últimos son iguales entre sí (Cuadro A45).

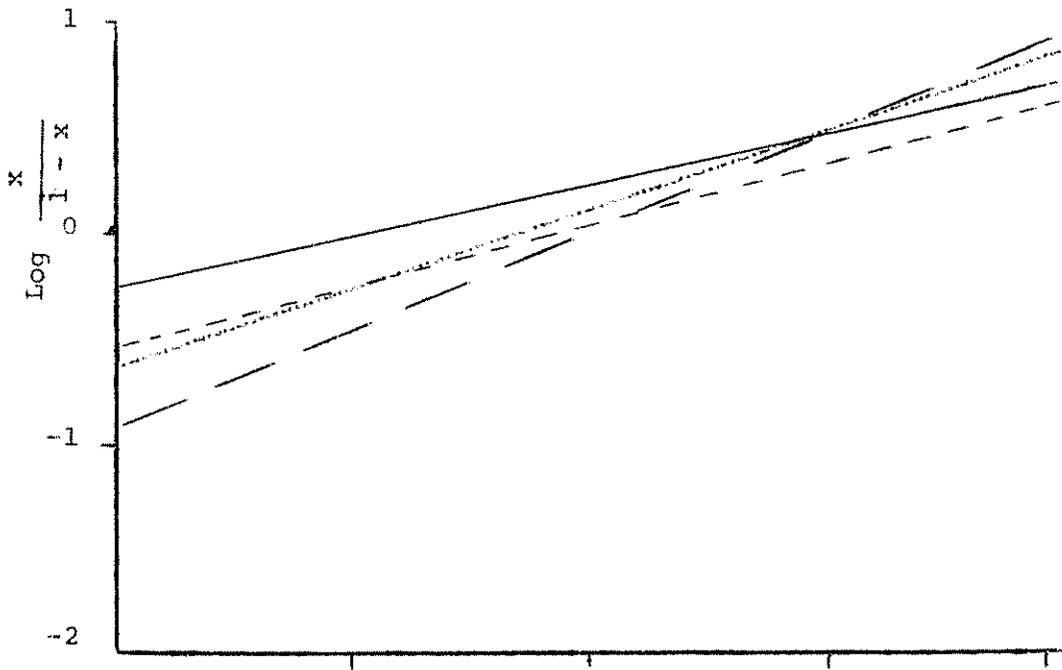
El tratamiento CMSR, en todo el ciclo del cultivo, registra menor enfermedad, suponiendo que las cañas de maíz del cultivo anterior sirvieron de tutor al frijol, permitiendo posiblemente un microclima no

favorable al patógeno.

En el primer muestreo, los análisis de la variabilidad de las tasas diarias de incremento de incidencia revelan diferencias al nivel de 0,05. La prueba de DMS al 0,05 de probabilidad indicó que el tratamiento arado fue mayor a los de cobertura vegetal. En los muestreos siguientes no presentan diferencias.

Las tasas diarias de incremento de severidad, mostraron diferencias al nivel de 0,05 únicamente a los 61 días de edad del cultivo siendo mayor el TA; los siguientes muestreos no presentan diferencias significativas. En el Cuadro 26 se indica los promedios de las tasas diarias de incremento para incidencia y severidad en cada labranza de suelo. En la Fig. 15 se presentan las rectas del incremento de incidencia y severidad. El tratamiento TA indica menor tasa de incremento que los de cobertura vegetal; a pesar de registrarse mayores índices de incidencia y severidad en todo el ciclo del cultivo, sin embargo, esto probablemente se debe a que el ataque al comienzo de la enfermedad fue mayor en este tratamiento. Además, en el TA las plantas de frijol secaron más rápido, botando las hojas más viejas que fueron las más afectadas. El tratamiento CHSR presentó menor incidencia y severidad, sin embargo, se registra mayor tasa diaria de incremento, esto probablemente se debe a que al comienzo de la enfermedad fue menor en este tratamiento, luego al tener suficiente tejido foliar sano para infectarse recibió suficiente inóculo secundario de las mismas plantas como de los otros tratamientos que estaban cerca y más afectados, razón por la cual al final del ciclo del cultivo se registró mayor incidencia y severidad de la enfermedad.

INCIDENCIA



- Terreno limpio y arado
- - - Cañas de maíz mezcladas con tierra
- ... Cañas de maíz sobre el suelo
- · - Cañas de maíz sin remoción

SEVERIDAD

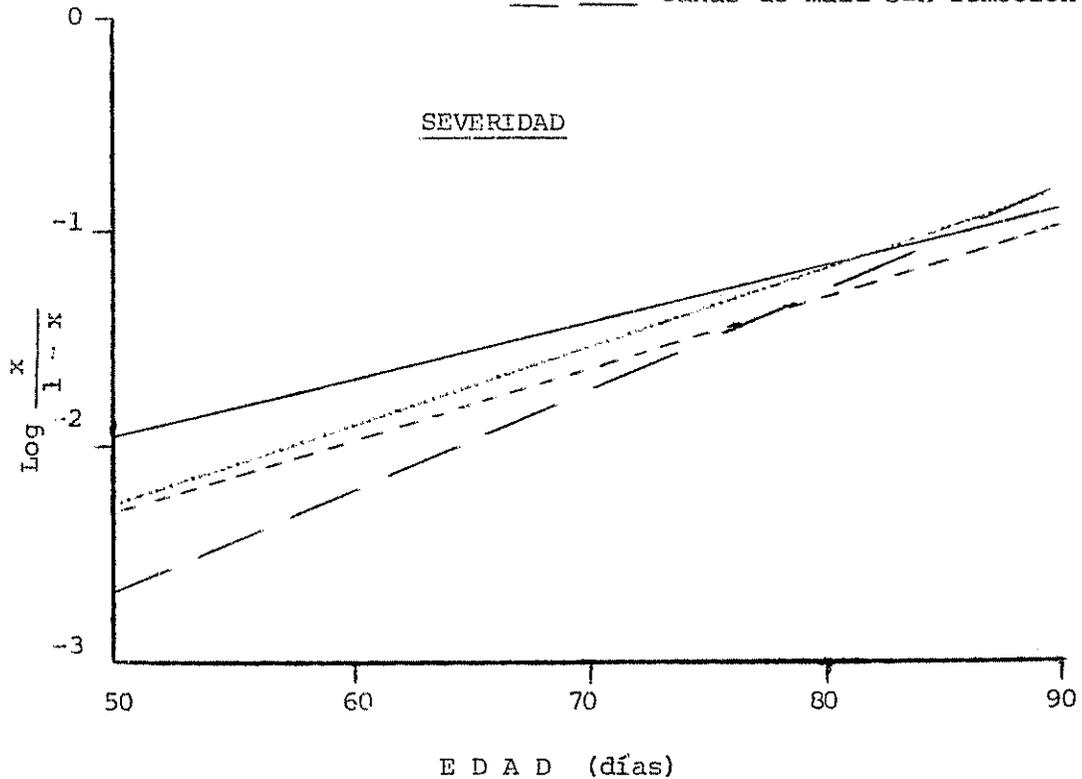


Figura 15. Incremento de Incidencia y Severidad de roya (*Ascochyta phaseoli*) en frijol común cultivado en cuatro diferentes labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 26. Tasas diarias de incremento de Incidencia y Severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común, en cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Labranzas de suelo	Incidencia	Severidad
TA <sup>1/</sup>	0,107	0,054
CMNT	0,098	0,049
CHSS	0,139	0,081
CHSR	0,155	0,090

1/ TA = terreno arado; CMNT = cañas de maíz mezcladas con tierra; CHSS = cañas de maíz sobre el suelo; CHSR = cañas de maíz sin remoción.

Estos datos nos sugiere que la cobertura vegetal sobre el suelo influye de manera notable sobre la cantidad de inóculo primario, impidiendo que el salpique provocado por el impacto de la fuerza de las gotas de lluvia caídas al suelo, llegue a diseminar el patógeno. Las plantas de frijol presentaron mejor apariencia en los tratamientos de cobertura vegetal y sin labranza sugiriendo que existió una buena disponibilidad de nutrimentos y buena humedad en el suelo, de esta manera el dosel de las plantas cubrían mejor el suelo.

Además, otras investigaciones de cobertura vegetal (46,49-73) sobre el suelo, indican que éstos influyen sobre el microclima del mismo, por lo tanto, puede ejercer un efecto retardador o un grado de control temporal sobre el inóculo primario en las plantas de frijol.

En los tratamientos de labranza, la función de mejor ajuste para incidencia y severidad en el tiempo fue la raíz cuadrada (Cuadro A16).

En el tratamiento arado los coeficientes de determinación para incidencia y severidad fueron 78,9% y 55,0% respectivamente. Los puntos estacionarios máximos fueron de 78 y 79 días respectivamente (Fig. 16a).

Para el tratamiento de CMIT los coeficientes de bondad de ajuste fueron de 77,7% para incidencia y 68,0% para severidad. Los puntos estacionarios máximos fueron 78 y 81 días respectivamente (Fig. 16b).

Los índices de incidencia y severidad de la roya en el tratamiento CMSS presentaron coeficientes de determinación de 71,2% y 68,0% respectivamente. Los puntos estacionarios máximos se encontraron a los 84 y 68 días (Fig. 16c).

La incidencia y severidad en el tratamiento CMSR se ajustaron a la misma función, con coeficientes de regresión de 83,7% y 94,2% respectivamente. El punto estacionario máximo para incidencia fue a los 101 días y para severidad se encontró el punto estacionario mínimo a los 56 días (Fig. 16d).

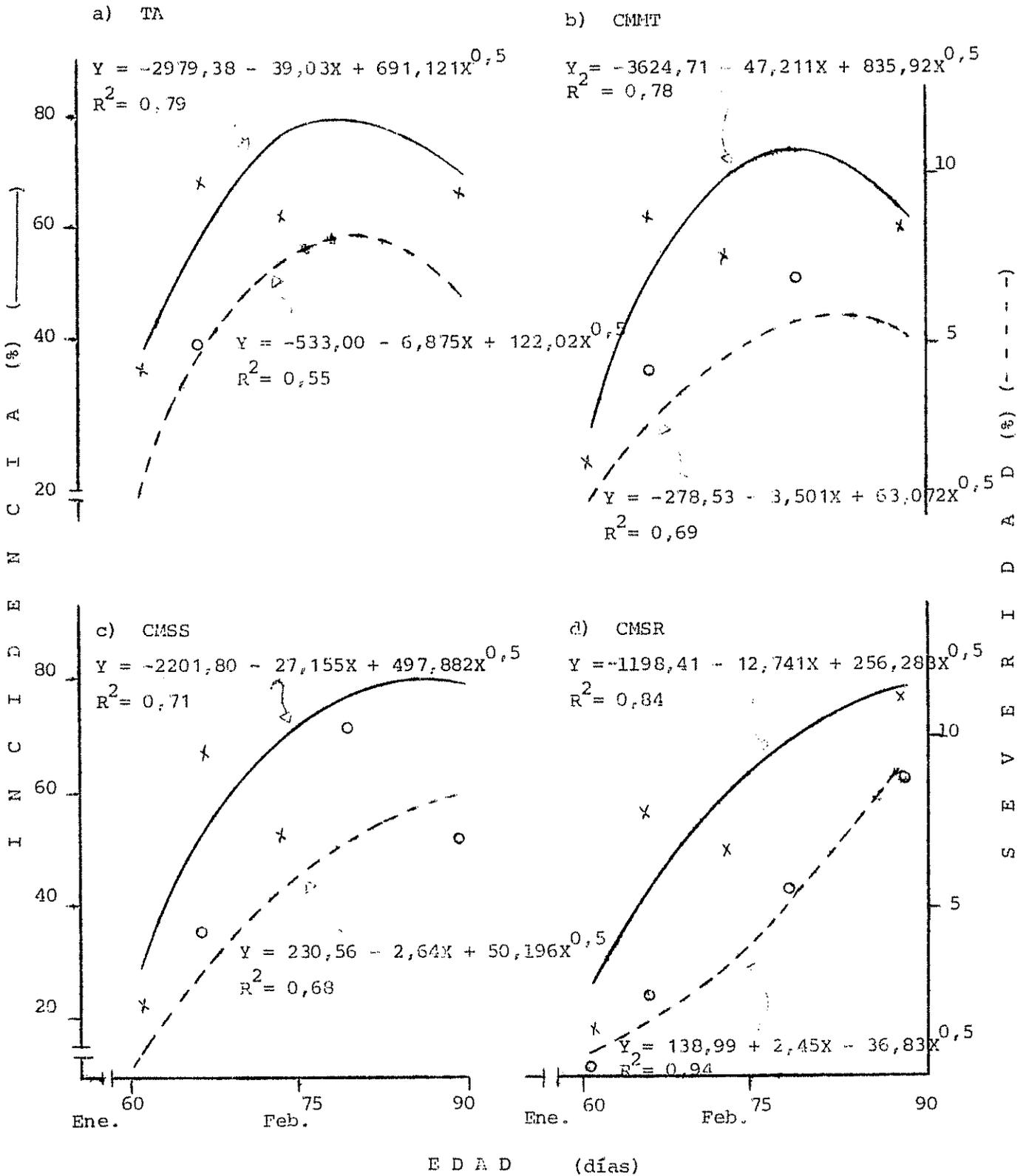


Figura 16. Incidencia y Severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común, en cuatro labranzas de suelo: a) terreno limpio y arado (TA); b) cañas de maíz mezcladas con tierra (CMMT); c) cañas de maíz sobre el suelo (CMSS); d) cañas de maíz sin remoción (CMSR), durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a partir de las variables estudiadas en este trabajo permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

1. Durante las dos épocas experimentales (seca y lluviosa) se presentaron las mismas enfermedades foliares del maíz, pero el progreso de estas enfermedades fue diferente:
  - a. La enfermedad del tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) fue más severa en la época seca, pero en la época lluviosa el mayor daño foliar lo causó la mancha Biploidia (*Biploidia microspora*).
  - b. Las enfermedades de roya tropical (*Physopella zae*), roya común (*Puccinia polysora*) y mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) presentaron mayor velocidad de propagación en la época lluviosa y por lo tanto mayor severidad.
2. En las dos épocas experimentales, la incidencia del tizón de la hoja y Biploidia presentaron dos fases diferentes determinadas según el desarrollo de la enfermedad en el tiempo y la severidad presentó tres fases bien definidas en su curva de progreso en el tiempo.
3. Según los sistemas de cultivo en que se cultivó el maíz existen diferencias en el desarrollo de las enfermedades foliares que lo afectan y por lo tanto, parece posible modificar el progreso de una epifitia según sea el sistema de cultivo empleado.
4. El comienzo de las enfermedades foliares del maíz se afecta por el sistema de labranza de suelo, especialmente al tizón de la hoja y mancha Biploidia. Una vez desarrolladas las enfermedades del maíz

no existen diferencias significativas entre los tratamientos de cobertura, ni con el terreno limpio y arado. Sin embargo, existe la tendencia de presentar mayor área foliar afectada en los primeros.

5. La edad del cultivo y la época del año son factores determinantes en la aparición y desarrollo de las enfermedades del maíz. El número mayor de enfermedades foliares del maíz se registran después de la floración.

6. La temperatura fue la variable climática más estrechamente relacionada al desarrollo de las enfermedades del frijol común.

7. El estado de crecimiento del cultivo dominante, en la asociación de cultivos, puede modificar el desarrollo de una epifitía. Durante el período seco, el maíz modificó el progreso de la mancha angular y la roya del frijol.

8. Los sistemas de labranza del suelo también pueden influir sobre el comienzo de una epifitía en las enfermedades foliares del frijol.

9. La edad del cultivo es determinante en el ataque de las enfermedades del frijol común, especialmente la roya.

### C. RESUMEN

Este trabajo se realizó con el propósito de evaluar la incidencia (porcentaje de hojas enfermas) y la severidad (porcentaje de área foliar enferma) de cinco enfermedades del maíz (*Zea mays* L.) y dos del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). El maíz y el frijol común se cultivan en dos sistemas de cultivos (monocultivos y asociados) durante la estación seca. En la estación lluviosa se cultivó sólo maíz, en las mismas parcelas que se había cultivado frijol y/o maíz. Las rotaciones resultantes se cultivaron en cuatro tipos diferentes de labranzas de suelo, que incluían dos tipos de coberturas con residuos de vegetación, no labranza y cobertura vegetal y labranza tradicional (labor mecanizada).

Los datos de los índices de incidencia y severidad de las enfermedades de maíz y frijol se obtuvieron de mediciones periódicas, realizadas a partir de diciembre de 1976 y finalizadas en noviembre de 1977, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

Según los resultados que se obtuvieron, las enfermedades del maíz que mayor área foliar afectaron en orden de importancia decreciente fueron: tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en el período seco y mancha diplodia (*Diplodia macrospora*) en el período lluvioso. Luego considerando los dos periodos experimentales siguen: roya tropical (*Physopella zae*), roya común (*Puccinia polysora*) y mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*). Estas tres últimas enfermedades presentaron mayor ataque en la época lluviosa. Las enfermedades de mayor importancia del frijol de acuerdo al criterio de mayor área foliar afectada, fueron:

mancha angular (*Isariopsis griseola*) y roya (*Uromyces phaseoli*) en su orden.

En la estación seca, el sistema de cultivos de maíz asociado con frijol, modificó el desarrollo y diseminación de las enfermedades del maíz, presentando menor área foliar infectada la asociación que el monocultivo. Las diferentes labranzas del suelo modificaron en cierto grado las enfermedades del maíz. Lo mismo ocurrió con las enfermedades de frijol, en que tanto los sistemas de cultivos como las de labranzas de suelo modificaron el desarrollo y diseminación de las enfermedades. Se presentó menor incidencia y severidad en el cultivo asociado y así mismo, los tratamientos de cobertura vegetal presentaron menor enfermedad que los con labranza tradicional principalmente.

En la época lluviosa, la rotación maíz seguido del maíz presentó la mayor incidencia y severidad de la enfermedad causada por *Diplodia macrospora*. La rotación frijol seguido de maíz fue más atacada por las royas del maíz.

La edad del cultivo y la época del año son determinantes en la aparición y desarrollo de las enfermedades de maíz y frijol.

### 6a. SUMMARY

This study was made to evaluate the incidence (percent of diseased leaves) and severity (percent of diseased foliar area) of five maize (*Zea mays* L.) diseases and two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) diseases. Maize and common bean are cultivated in cropping systems (monoculture and in association) during the dry season. In the wet season maize is cultivated alone in the same plots where beans and/or maize were grown.

The resulting rotations were grown with four different types of soil preparations that included two types of vegetative mulch, no tillage and vegetative mulch and traditional preparation (plowed).

Data in incidence and severity of maize and bean diseases were obtained periodically beginning in December 1976 and terminated in November 1977 at the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

The maize diseases that affected the greatest foliar area, in descending order, were: Northern leaf blight (*Helminthosporium turcicum*) in the dry season and Diplodia leaf spot (*Diplodia macrospora*) in the wet season. Considering both seasons combined, the following affected the greatest foliar area: Tropical rust (*Physopella zae*), common rust (*Puccinia polysora*) and tar spot (*Phyllachora maydis*). The last three diseases were prevalent in the wet season. The bean diseases of most importance, based on foliar area affected, were angular leaf spot (*Isariopsis griseola*) and rust (*Uromyces phaseoli*).

In the dry season, less foliar area was affected with the maize diseases in the systems of maize and beans grown in association than when maize was grown alone. The different methods of soil preparation affected the maize diseases. Incidence and severity of the bean diseases were similarly affected by both the cropping systems and soil preparation. Less incidence and severity were observed when the crops were associated and treatments with vegetative mulch had less disease than those with traditional preparation.

In the wet season the rotation of maize followed by maize presented the greatest incidence and severity of the disease caused by *Diplodia macrospora*. Bean followed by maize as the rotation most severely attacked by maize rusts.

Crop age and season were determinants in the appearance and development of the maize and bean diseases.

## 7. LITERATURA CITADA

1. AGRICOS, G.M. Plant pathology. New York, Academic Press, 1970. 629 p.
2. ALBERTY, R.A. Evaluación de rendimientos y cambios físicos y químicos con suelos de ladera cultivados con maíz y frijol, con diferentes cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR-CATIE, 1977. 211 p.
3. ALMEIDA, A.M.R., CHAVEZ, G.M. y ZAMBOLINI, L. Influencia da época de ataque de *Uromyces phaseoli typica* Arth. sobre o rendimento de duas variedades de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em casa-de-vegetacao. Fitopatologia Brasileira 2 (1):17-21. 1977.
4. AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. A compendium of corn diseases. St. Paul, Minnesota 1973. 64 p.
5. ARAUJO, E. Diseminación de patógenos foliares del caupí (*Vigna unguiculata* L.) walp = *V. sinensis* Endl) en diferentes asociaciones de cultivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 90 p.
6. AYLOR, D.E. and DAY, P.R. Conidial release in *Helminthosporium*. Phytopathology 66(5):537. 1976.
7. BARKER, N.R. No tillage farming in the wheat soybean rotation. In Latin American Wheat Conference, Porto Alegre, Brasil, 1974. Proceedings. Porto Alegre, Brasil, 1974. pp 226-237.
8. BARREDO, F.C. Some diseases of corn, sorghum, legumes and sweet potato and their control. In Cropping Systems Specialist Course. Lecture Syllabus. Los Baños, Phillipines, 1975. Handout n° 70. 1975 pp 299-310.
9. BARROS, O., CAREÑOSA, R. and SKILES, R.L. The severity and control of angular leaf spot of bean in Colombia. Phytopathology 47(1): 3. 1957.
10. BAZANI, R. Sistemas de producción agrícola y transferencia de tecnología al pequeño agricultor. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1976. 24 p.
11. BAZANI DE SEGURA, C. Enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales. Lima, Editorial Jurídica, 1965. 430 p.
12. BERGER, R.D. Forecasting *Helminthosporium turcicum* attacks in Florida sweet corn. Phytopathology 60(9):1284. 1970.
13. BERGQUIST, R.R. Helminthosporium leaf blight race 2. Hawaii. University Agriculture Experiment Station. Miscellaneous Publication n° 122. 1975. pp 6-7.

14. BOOSALIS, N.G., COLVILLE, H.L. and SUMNER, O.R. Effect of intensive cultural practices on soil-born and related corn diseases. In Browning, A.J. Diseases consequences of intensive and extensive culture of field crops. Iowa Agriculture and House Economics Experiment Station. Special Report, n° 64. 1964. pp. 12-20.
15. BULLOU, J.F. VON. As ferrugens (*Puccinia sorghi*, *P. polysora*, *Physopella zae*) do milho (*Zea mays*). I. revisao bibliografica. Brasil. Instituto de Pesquisas e Experimentacao Agropecuarias Do Centro Sul. Boletín Técnico. n° 27, 1966. pp 249-262.
16. CALVO, M.F. Regresión múltiple. Universidad Costa Rica. Boletín s.n. 1973. 31 p.
17. CARDONA, C. and WALKER, J.C. Angular leaf spot of bean. *Phytopathology* 46:610-615. 1956.
18. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de los datos meteorológicos desde la iniciación de las observaciones hasta 1977. Turrialba, Costa Rica, 1977. 2 p.
19. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Red de ensayos agronómicos internacionales 1976. Instructivo General. México D.F., 1976. 15 p.
20. COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE. Distribution maps of plant diseases: *Helminthosporium turcicum* Pass on maize (*Zea mays*) and other Gramineae. 2a. ed. n.p., 1961. map n° 290.
21. \_\_\_\_\_. Distribution map of plant diseases: *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger on beans (*Phaseolus*, *Dolichus*), Vigna. 2a. ed. n.p., 1964. map n° 290.
22. \_\_\_\_\_. Distribution map of plant diseases: *Puccinia polysora* Underw on maize (*Zea mays*). 5a. ed. n.p., 1970. map n° 237.
23. \_\_\_\_\_. Distribution map of plant diseases: *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc) Ferraris on bean (*Phaseolus*). 2a. ed. n.p. 1970. map n° 328.
24. \_\_\_\_\_. Distribution map of plant diseases: *Physopella zae* (Hains) Cummins y Ramachar on maize (*Zea mays*). n.p. 1970. map n° 469.
25. CROKALL, D.C., CLYBNE, D.C. and JENKINS, J.E.E. The measurement of losses caused by apple-tree diseases with special reference to apple scab. *Annals of Applied Biology* 40:600-603. 1953.
26. CHESTER, J.S. Plant diseases losses: their appraisal and interpretation. *Plant Disease Reporter Supplement*. 193:190-346. 1950.

27. CHIRIBOGA, C. Adaptabilidad y estabilidad de 8 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en cinco localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central, Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria, 1977. 86 p.
28. ECHANDI, E. Bean (*Phaseolus vulgaris*) diseases in the Tropical Americas. In Bird, J. y Haramoroch, K. Tropical disease of legumes. New York, Academic Press, 1975. pp. 165-166.
29. \_\_\_\_\_, Principales enfermedades de hongos del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en los Trópicos Americanos en diferentes zonas ecológicas. Fitopatología Brasileira 1 (1):171-176. 1976.
30. ENFERMEDADES DE las plantas y sistemas de cultivos. Actividades en Turrialba (Costa Rica) 3(4):3-4. 1975.
31. EVANS, A.C. Studies of intercropping. I. Maize or sorghum with groundnuts. East African Agricultural and Forestry Journal 26:1-10. 1960.
32. FERRANDEZ VALIELA, M.V. Introducción a la fitopatología. 3a. ed. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agrícola, 1975. 321 p.
33. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Crop loss assessment methods. Rome, 1970. 84 p.
34. FORSYTHE, W.H. Relaciones suelo-agua en suelos derivados de ceniza volcánica de Centro América. In Seminario sobre Manejo de Suelos y el Proceso de Desarrollo en América Tropical, Cali, 1974. Manejo de suelos en la América Tropical. Ed. por E. Bornemisza y A. Alvarado. Raleigh, North Carolina State University, 1974. pp. 158-171.
35. GARCIA ALVAREZ, H. Patología vegetal práctica. 3 ra. ed. México, D.F., Limusa, 1977. 156 p.
36. GONZALES, L.C. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1976. 148 p.
37. GRAINGER, J. Diseases assessment and the prevention of crops loss. World Crops 20(5):21-26. 1968.
38. HARTER, L.L., and ZAUMEYER, W.J. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin, n° 868. 1944. 160 p.
39. HILU, H.H., and HOOKER, A.L. Monographic chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn seedling. Phytopathology 53:900-912. 1963.

40. HOLDRIDGE, L.R. Life zone ecology. 2a. ed. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1967. 206 p.
41. HYRE, R.A. Effect of relative humidity and air speed on release of conidia of *Helminthosporium maydis* on corn (*Zea mays*). Plant Disease Reporter 57(8):627-629. 1973.
42. \_\_\_\_\_. Effect of relative humidity on sporulation by *Helminthosporium maydis* on corn (*Zea mays*). Plant Disease Reporter 58(4):297-300. 1974.
43. IGBOZURILE, M.V. Ecological balance in tropical agriculture. The Geographical Review 61:519-529. 1971.
44. INGOLD, C.T. Dispersal in fungi. London, Oxford, 1953. 197 p.
45. JAMES, C.W., and SHIH, C.S. Relationship between incidence and severity of powdery mildew and leaf rust on winter wheat. Phytopathology 63(1):183-187. 1973.
46. \_\_\_\_\_. Assessment of plant diseases and losses. Annual Review of Phytopathology 12:36-48. 1974.
47. KRANS, J. Comparison of epidemics. Annual Review of Phytopathology 12:355-374. 1974.
48. LAL, R. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. Plant and Soil 40(1):129-143. 1974.
49. \_\_\_\_\_. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. Plant and Soil 40(2):321-331. 1974.
50. LARGE, F.C. Measuring plant diseases. Annual Review of Phytopathology 4:9-28. 1966. 1
51. LARIOS, J.F. Epifitiología de algunas enfermedades foliares de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en diferentes sistemas de cultivos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 115 p.
52. \_\_\_\_\_, y MORENO, R.A. Epidemiología de algunas enfermedades foliares de la yuca en diferentes sistemas de cultivos. I. Mildiu polvorosa y roña. Turrialba, (Costa Rica) 25(4):389. 1976.
53. LARSEN, P.O., SLEESMAN, J.P., and WHITE, D.G. Effect of duration of high humidity on lesion production by *Helminthosporium maydis* (Raza T and O) on corn (*Zea mays*) seedlings. Plant Diseases Reporter 57(1):76-78. 1973.

54. LOZANO, J.C., y BOOTH, R.H. Enfermedades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Centro internacional de Agricultura Tropical. Folleto Técnico n° 5. 1974. 48 p.
55. LLANOS, M.C. Patogenicidad de *Isariopsis griseola* Sacc. en frijol. Acta Agronómica (Colombia) 7(12):165-190. 1957.
56. MARTIN, J.P., and CRAGGS, B.A. Influence of temperature and moisture on the soil aggregating effect organic residues. Journal of the American Society of Agronomy 38(4):332-339. 1946.
57. MATEO, M.H. Evaluación agronómica de un sistema de producción con maíz (*Zea mays* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L. Lamn). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 75 p.
58. MESSIER, C.H., y LAFON, R. Enfermedades de las hortalizas. Trad. del francés por Pedro Campo Lluñell. Barcelona, Oikos-tau, 1968. 361 p.
59. MILLER, P.R. Pérdidas de los cultivos y su evaluación. In Sarasola A. y Rocca de Sarasola, M.A. Fitopatología: curso moderno. I. Fitopatología General-control. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. pp. 179-181.
60. \_\_\_\_\_, and POLLARD, H.L. Multilingual compendium of plant diseases. Minnesota. The American Phytopathological Society, 1976. 457 p.
61. MONT, R. y DELGADO, A. Criterios en la evaluación de daños por algunos fitopatógenos. Anales Científicos (Perú) 2 (3-4):166-176. 1971.
62. MOODY, J.E., SHEAR, G.N. and JONES, J. N. Jr. Growing corn without tillage. Proceedings of the Soil Science of America 25(6):514-517. 1961.
63. MORENO, R.A. Diseminación de *Ascochyta phaseolorum* en variedades de frijol de costa bajo diferentes sistemas de cultivo. Turrialba (Costa Rica) 25(4):361-364. 1975.
64. \_\_\_\_\_. Efecto de diferentes sistemas de cultivo sobre la severidad de la mancha angular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) causada por *Isariopsis griseola* Sacc. Agronomía Costarricense 1(1):39-42. 1977.
65. NELSON, R.A., and TUNG, G. The influence of climatic factors on colonization of a susceptible corn hybrid by an isolate of race T of *Helminthosporium maydis*. Plant Disease Reporter 57(2): 145-148. 1973.

66. PLAIK, J.E. VAN DER. Analysis of epidemics. In Horsfall J.G. and Dimond, A.E. eds. Plant pathology and advanced treatise, New York, Academic Press, 1960. v. 3, pp. 229-289.
67. \_\_\_\_\_. Plant diseases: epidemics and control. New York, Academic Press, 1963. 349 p.
68. \_\_\_\_\_. Diseases resistance in plants, New York, Academic Press, 1963. 206 p.
69. PETERSON, R.E., CAMPBELL, A.B. and HANNAH, A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research 25(5):496-500. 1948.
70. QUIROGA, V. Manual práctico para análisis de experimentos de campo. IICA. Publicación miscelánea n° 142. 1976. 113 p.
71. REIFRO, F.L., y ULLSTRUP, A.J. Una comparación de la enfermedad del maíz en ambientes templados y tropicales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Traducciones y sobretiros n° 14. 1975. 11 p.
72. REYNOLDS, S.G. The effect of mulches on southern blight (*Sclerotium rolfsii*) in dwarf bean (*Phaseolus vulgaris*) Tropical Agriculture (Trinidad) 47(2):137-144. 1970.
73. ROCCA DE SARASOLA, M.A. Menor predisposición a la podredumbre basal y al vuelco en maíces cultivados con labranza mínima (sin aporcadura). Revista de Investigaciones Agropecuarias, Serie 5: Patología Vegetal 5(2):9-17. 1967.
74. ROCHA, J.A.H. Erosión de suelos de pendientes cultivadas con maíz y frijol con diferentes grados de cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 162 p.
75. SARASOLA, A. y ROCCA DE SARASOLA, M.A. Fitopatología curso moderno. Tomo I: Fitopatología General-control. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. 364 p.
76. \_\_\_\_\_, ROCCA DE SARASOLA? m.A., y FERNANDO, J.C. Predisposición del maíz a roya (*Puccinia sorghii*) en relación con sistemas de labranza. Fitopatología 12(2):82-86. 1977.
77. SILVERA, A.G. Evaluación de la resistencia de frijol a la mancha angular. Algunos aspectos fisiológicos de *Isariopsis griseola* Sacc., y patogenicidad de algunas capas cosechadas en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 59 p.
78. STEEL, R.D. and TORRIE, H.J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.

79. TOSI, J.A. Ecological maps of Costa Rica. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1966. Esc: 1:500.000.
80. ULLUSTRUP, A.J. Corn diseases in the United States and their control. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook n° 193, 1974. 56 p.
81. WALKER, J.C. Patología vegetal, Trad. de la 2a. ed. inglesa por Antonio Aguirre Azpeitic. 2da. ed. Barcelona, Omega, 1973. 818 p.
82. WELLIHAN, F.L. More diseases on corn in the Tropics than in the temperature zone. Ceiba (Honduras) 14(1):17-28. 1968.
83. WILLEY, R.W. and OSIRU, D.S. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular reference to plant population. Journal of Agricultural Science 79:517-529. 1972.
84. ZADOKS, J.D. Methodology of epidemiological research. Annual Review of Phytopathology (1):253-276. 1972.
85. ZAUMEYER, W.J. and THOMAS, H.R. A monographic study of bean disease and methods for their control. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin n° 868, 1957. pp. 34-42.
86. \_\_\_\_\_. Bean diseases and their control. U.S. Department of Agriculture, Farmer's Bulletin n° 1692, 1958. 38 p.
87. \_\_\_\_\_, y THOMAS, H.R. Enfermedades del frijol y como prevenirlas. U.S. Department Agriculture. Trad. del inglés por el Centro Regional de Ayuda Técnica, México. Manual de Agricultura n° 225, 1962. 22 p.
88. ZINGS, A.W., and WHIFIELD, C.J. A summary of research experience with stubble-mulch farming in the Western States. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin n° 1166. 1957. 56 p.

A P E N D I C E

LISTA DE ABREVIACIONES Y SIMBOLOS PARA LOS CUADROS DEL APENDICE

Símbolo	Significado
C	grados centígrados
cm	centímetros
CMNT	cañas de maíz mezcladas con tierra
CMSS	cañas de maíz sobre el suelo
CMSSR	cañas de maíz sin remoción
F	frijol
gr	gramos
ha	hectáreas
H.R.	humedad relativa
I	incidencia
kg	kilogramo
Ly	(Langleys)= cal . cm <sup>-2</sup>
M	maíz
mm	milímetros
MHE	número de hojas enfermas
MHE	número de mazorcas enfermas
MTH	número de hojas total
pl	planta
S	severidad
TA	terreno limpio y arado
v	vaina
X <sub>0</sub>	constante
X <sub>1</sub>	lluvia
X <sub>2</sub>	humedad relativa
X <sub>3</sub>	temperatura
X <sub>L</sub>	edad (días)
+	cultivo en asociación
→	cultivo en rotación
I	intercepción de la variable dependiente
n.s.	no significativo
*	significativo al 5% de probabilidad
**	significativo al 1% de probabilidad
t <sub>c</sub>	valor de t calculado
$\Sigma(^+dx) . f$	sumatoria de las desviaciones de temperatura por debajo (-dx) o por encima (dx) del promedio multiplicado por su frecuencia (f)
$\Sigma(^-dx) . f$	sumatoria de las desviaciones de humedad relativa por debajo (-dx) o por encima (dx) del promedio multiplicado por su frecuencia (f)

Para las diferencias de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de diferencia mínima significativa (MIS). Cifras con letras iguales no difieren entre sí al nivel de 5% de probabilidad.

Cuadro A1. Condiciones climáticas en dos períodos experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Mes	Precipitación <sup>1/</sup> (mm)		Temperatura (C)		Humedad relativa (%)		Radiación Ly		Evaporación (mm)		Balance hídrico Atmosférico (mm)
	Total	Prom/día	Max	Min	Med	Prom/día	Total	Prom/día	Total	Prom/día	
Dic.	301,2	9,4	26,2	16,5	20,6	97,1	14416	465,1	94,8	186,4	
Ene.	196,6	8,6	25,0	16,0	19,6	98,4	13878	447,7	84,1	17,9	
Feb.	27,0	1,3	26,3	16,9	20,9	87,7	13254	477,4	95,6	-58,6	
Mar.	58,2	1,8	25,0	17,6	21,1	90,0	14624	472,1	108,4	-52,2	
Acum/mes	327,6	2,2	25,9	16,6	20,6	93,3	36184	464,6	97,0	23,1	
Jun.	328,0	10,7	27,6	18,0	22,3	90,9	13035	434,5	89,9	232,1	
Jul.	324,7	10,5	26,6	18,8	21,7	92,1	12933	417,2	86,2	238,5	
Ago.	412,7	13,2	27,4	18,3	21,0	89,0	15036	485,0	11,7	300,3	
Set.	169,0	5,6	27,2	18,5	21,6	90,8	12738	424,6	95,1	73,9	
Acum/mes	1407,8	9,5	27,2	18,6	21,0	90,9	68199	445,5	95,7	211,2	

<sup>1/</sup> Precipitación medida directamente en el campo experimental.

Cuadro A2. Orden cronológico de las labores realizadas y sucesos registrados durante dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Fecha	Labores y sucesos
22-27 Nov. 1976	Preparación del suelo: corte, picada, dobla y pase de arado a cada parcela, según su respectivo tratamiento
28 Nov. 1976	Desinfección de semilla de maíz y frijol con Captan y Aldrin 25%
29 Nov. 1976	Instalación de caseta de Steevenson y pluviómetro
29 Nov. - 2 Dic. 1976	Aplicación de Aldrin en el hoyo de siembra
29 Nov. - 2 Dic. 1976	Siembra de maíz y frijol
2 Dic. 1976	Aplicación de fertilizantes a lo largo del surco sembrado
1º- 2 Dic. 1976	Aplicación de Gramoxone (paraquat 0,5 kg ia/ha) a tratamientos de cobertura de residuos de vegetación
5 - 9 Dic. 1976	Germinación de maíz y frijol
10 Dic. 1976	Aplicación de insecticida Sevin (Carbaryl = 1-Naftil metilcarbamato) (20 cc/bomba de 10 litros) al frijol en las repeticiones I y II, contra crisomálidos más 5 cc de Estravon-200
12 Dic. 1976	Toma de muestras de residuos de cañas de maíz para inocular en el laboratorio plántulas de maíz
13 Dic. 1976	Señalamiento de plantas de maíz 1º de frijol por parcela para los muestreos de las enfermedades
16 Dic. 1976	Primer muestreo de Incidencia (I) y Severidad (S) de <i>Helminthosporium turcicum</i> en maíz
18 - 20 Dic. 1976	Resiembra de maíz y frijol
19 Dic. 1976	Conteo de plantas de frijol atacados por babosa
20 Dic. 1976	Aplicación de insecticida Volatón (Phoxim) al maíz contra el gusano cortador

Cont. Cuadro A2.

Fecha	Labores y sucesos
22 Dic. 1976	Toma de muestras de residuos de cañas de maíz para inocular, en el laboratorio
24 Dic. 1976	Segunda fertilización al maíz y frijol
25 Dic. 1976	Primera medición de altura de maíz y frijol
26 Dic. 1976	Segundo muestreo de enfermedades de maíz
27 - 28 Dic. 1976	Primer muestreo de Incidencia y Severidad de <i>Isariopsis griseola</i> , en frijol
29 Dic. 1976	Aplicación de Ortho-8 contra babosas
31 Dic. 1976	Segunda aplicación de insecticidas contra crisomélidos con Diazinon 60 E (20 cc/bomba de 16 lit) más 5 cc de fijador Estraven 200
3 Enero 1977	Deshierba de tratamiento arado
5 Enero 1977	Riego por aspersión (aproximadamente 10 mm)
5 Enero 1977	Tercer muestreo de enfermedades de maíz
6 Enero 1977	Raleo de maíz
6 Enero 1977	Segunda medición de altura de plantas de maíz y frijol
7 Enero 1977	Segundo muestreo de enfermedades de frijol
8 Enero 1977	Chapia con machete a malezas de tratamiento con cobertura de residuos de vegetación
8 Enero 1977	Presencia y conteo de plantas atacadas por bacterias
10 Enero 1977	Primer conteo de plantas afectadas por el virus rayado fino en maíz
13 Enero 1977	Cuarto muestreo de enfermedades de maíz
13 Enero 1977	Floración del frijol
14 Enero 1977	Tercer muestreo de enfermedades de frijol

Cont. Cuadro A2.

Fecha	Labores y sucesos
20 Enero 1977	Segundo conteo de plantas afectadas por virus rayado fino y bacterias
21 Enero 1977	Quinto muestreo de enfermedades de maíz
22 Enero 1977	Cuarto muestreo de enfermedades de frijol
25 Enero 1977	Tercer muestreo de altura de planta de maíz
26 Enero 1977	Frutificación del frijol
28 Enero 1977	Aplicación de citrolane al maíz para controlar el cogollero
29 Enero 1977	Sexto muestreo de enfermedades de maíz
30 Enero 1977	Quinto muestreo de <i>T. griseola</i> y primero de roya ( <i>Uromyces phaseoli</i> ) en frijol
3 Febrero 1977	Floración masculina del maíz
3 Febrero 1977	Séptimo muestreo de enfermedades de maíz
4 Febrero 1977	Sexto muestreo de enfermedades de frijol
10 Febrero 1977	Floración femenina y frutificación del maíz
11 - 12 Febrero 1977	Séptimo muestreo de enfermedades de frijol
17 - 18 Febrero 1977	Noveno muestreo de enfermedades de maíz
18 - 19 Febrero 1977	Octavo muestreo de enfermedades de frijol
25 Febrero 1977	Cuarto muestreo de altura de maíz
26 - 27 Febrero 1977	Décimo muestreo de enfermedades de maíz
27 - 28 Febrero 1977	Noveno muestreo de enfermedades de frijol
5 Marzo 1977	Onceavo muestreo de enfermedades de maíz
7 Marzo 1977	Cosecha de frijol
14 Marzo 1977	Dodecavo muestreo de <i>H. turcicum</i> , primero de <i>Physopella zae</i> y de <i>Puccinia polysora</i> en maíz
21 Marzo 1977	Treceavo muestreo de enfermedades de maíz

Cont. Cuadro A2.

Fecha	Labores y sucesos
28 Marzo 1977	Catorceavo muestreo de enfermedades de maíz
29 Marzo 1977	Doblada de cañas de maíz
9 Abril 1977	Cosecha de maíz
19 - 24 Abril 1977	Preparación de suelo para cada tratamiento
28 Abril 1977	Desinfección de semilla de maíz
29 Abril 1977	Aplicación de Aldrin en cada hoyo de siembra
29 Abril 1977	Segunda siembra de maíz
30 Abril 1977	Aplicación de gramoxone en tratamientos de cobertura vegetal y cañas sin remoción
10 Mayo 1977	No germinó el maíz por sequía
10 Junio 1977	Evaluación de malezas (peso y conteo)
15 Junio 1977	Aplicación de Volaton (40 cc/bomba de 16 lit) al suelo antes de la siembra
16 Junio 1977	Tercera siembra de maíz
17 Junio 1977	Aplicación de gramoxone a parcelas de cobertura vegetal
21 Junio 1977	Germinación del maíz
25 Junio 1977	Señalamiento de 6 plantas maíz por parcela para los muestreos de las enfermedades
28 Junio 1977	Primer muestreo de <i>Diplodia macrospora</i> en maíz
28 Junio 1977	Conteo de plantas afectados por gusano cortador
1º Julio 1977	Segundo muestreo de enfermedades de maíz
5 Julio 1977	Control del gusano cortador con D.D.Tox (Toxafeno 0,4 kg/lit, DDT 0,2 kg/l)
6 Julio 1977	Tercer muestreo de enfermedades de maíz
6 Julio 1977	Control de cogollero y crisomélidos con Diazinon 60-E (20 cc/bomba) más Estravon 200

Cont. Cuadro A2.

Fecha	Labores y sucesos
13 Julio 1977	Primer conteo de daño de cogollero
14 Julio 1977	Cuarto muestreo de enfermedades de maíz
14 Julio 1977	Primera medición de altura de maíz
16 Julio 1977	Segunda fertilización
16 Julio 1977	Primera evaluación de malezas
20 Julio 1977	Deshierba del tratamiento limpio
21 Julio 1977	Quinto muestreo de enfermedades de maíz
29 Julio 1977	Sexto muestreo de enfermedades de maíz
30 Julio 1977	Segundo conteo de daño de cogollero
4 Agosto 1977	Sétimo muestreo de enfermedades de maíz
9 Agosto 1977	Cepia de los tratamientos de cobertura vegetal
12 Agosto 1977	Octavo muestreo de enfermedades de maíz
15 Agosto 1977	Segunda medición altura de maíz
21 Agosto 1977	Noveno muestreo de <i>D. macrospora</i> y primero de roya tropical ( <i>Physopella zae</i> )
21 Agosto 1977	Floración masculina del maíz
30 Agosto 1977	Floración femenina y frutificación del maíz
30 Agosto 1977	Décimo muestreo de <i>D. macrospora</i> , segundo de <i>P. zae</i> y primero de <i>Puccinia polysora</i>
8 Setiembre 1977	Onceavo muestreo de enfermedades de maíz
16 Setiembre 1977	Tercera medición de altura de maíz
19 Setiembre 1977	Doceavo muestreo de enfermedades de maíz
26 Setiembre 1977	Treceavo muestreo de enfermedades de maíz
10 Octubre 1977	Doblada de cañas de maíz
21 Octubre 1977	Segunda evaluación de malezas
22 Octubre 1977	Cosecha de maíz

Cuadro A3. Altura de plantas<sup>1</sup>(cm) de maíz y sus cuadrados medios en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante la época experimental de dic/76-mar/77. Se indican significancias Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Sistemas de cultivos				Labranzas de suelo			
		M	H+F	C. Medio	TA	CMHT	CMSS	CMSSR	C. Medio
24	25 XI 76	13,23 <sup>a</sup>	20,91 <sup>a</sup>	7,508 <sup>ns</sup>	15,13 <sup>b</sup>	22,58 <sup>b</sup>	21,15 <sup>a</sup>	22,93 <sup>b</sup>	104,13**
36	6 I 77	42,05 <sup>b</sup>	45,77 <sup>a</sup>	111,042*	36,34 <sup>b</sup>	47,06 <sup>a</sup>	43,80 <sup>a</sup>	47,54 <sup>b</sup>	232,01**
57	25 I 77	112,50 <sup>b</sup>	113,92 <sup>a</sup>	16,020 <sup>ns</sup>	93,69 <sup>b</sup>	116,98 <sup>b</sup>	117,79 <sup>b</sup>	124,37 <sup>a</sup>	1442,46**
87	25 II 77	197,53 <sup>b</sup>	192,34 <sup>a</sup>	183,744 <sup>ns</sup>	182,06 <sup>b</sup>	198,23 <sup>b</sup>	197,34 <sup>a</sup>	202,91 <sup>b</sup>	665,58*

1/ Promedios de altura de planta

Cuadro A4. Promedios de altura de plantas de maíz (cm) y sus cuadrados medios en tres rotaciones y cuatro labranzas de suelo, durante la época experimental de jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Rotaciones de cultivos			Labranzas de suelo					
		F→H	H→F→H	H→H	TA	CMHT	CMSS	CMSSR	C. Medio	
20	14 VIII 77	44,85 <sup>ab</sup>	47,51 <sup>a</sup>	44,81 <sup>b</sup>	38,79*	42,03 <sup>b</sup>	47,70 <sup>c</sup>	45,99 <sup>a</sup>	47,13 <sup>a</sup>	73,332**
50	15 VIII 77	198,54 <sup>a</sup>	195,57 <sup>a</sup>	191,83 <sup>a</sup>	282,85 <sup>ns</sup>	187,36 <sup>b</sup>	202,84 <sup>b</sup>	200,50 <sup>a</sup>	195,90 <sup>a</sup>	560,21*
90	16 IX 77	218,70 <sup>a</sup>	219,76 <sup>a</sup>	210,29 <sup>b</sup>	430,54*	215,13 <sup>a</sup>	219,37 <sup>a</sup>	217,43 <sup>a</sup>	213,98 <sup>a</sup>	89,63 <sup>ns</sup>

Cuadro A5. Promedios de altura (cm) de plantas de maíz registrados en dos épocas experimentales. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Período del cultivo	Epoca	
		dic/76-mar/77	jun-oct/77
26	Vegetativo	20,42	45,72
36	Vegetativo	43,91	---
57	Floración	113,21	196,65
90	Frutificación	197,13	216,26

Cuadro A6. Promedios de incidencia de plantas atacadas por bacterias (*Erwinia* sp y *Pseudomonas* sp) en dos épocas experimentales. Turrialba, Costa Rica, 1977.

Edad del cultivo (días)	Epoca	
	dic/76-mar/77	jun-oct/77
40	12,31	17,71
52	7,59	13,63

Cuadro A7. Promedios de plantas por parcela afectada por el virus rayado fino del maíz y sus cuadrados medios. Primera época experimental. (dic/76-mar/77). Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Sistemas de cultivos			Labranzas de suelo				
		H	H+F	C. Medio	TA	CHMT	CHSS	CHSR	C.Med.
41	10 I 77	3,56	3,56	0,00 <sup>ns</sup>	0,63	4,63	3,63	5,38	34,72 <sup>ns</sup>
51	20 I 77	4,31	5,06	4,25 <sup>ns</sup>	1,5	5,5	5,38	6,38	37,70 <sup>ns</sup>

Cuadro A8. Promedios de plantas afectadas por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y sus cuadrados medios en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Epoca Experimental	Sistemas de Cultivos			Labranzas de Suelo			Rotaciones de Cultivos					
	M	T+F	C.Medio	TA	CHMT	CMSS	CHSR	C.Medio	F+M	M+F+M	M+M	C.Medio
1	49,41 <sup>a</sup>	32,06 <sup>b</sup>	2520,50**	56,37 <sup>a</sup>	37,63 <sup>bc</sup>	40,13 <sup>b</sup>	29,63 <sup>c</sup>	1007,79**				
2				48,33 <sup>a</sup>	47,75 <sup>c</sup>	44,83 <sup>a</sup>	46,08 <sup>a</sup>	15,17 <sup>ns</sup>	47,88 <sup>a</sup>	45,75 <sup>a</sup>	47,38 <sup>a</sup>	19,75 <sup>ns</sup>

Cuadro A9. Promedio de número de plantas por parcela al final del ciclo del maíz y sus cuadrados medios, en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Epoca Experimental	Sistemas de Cultivos			Labranzas de Suelo			Rotaciones de Cultivos					
	M	T+M	C.Medio	TA	CHMT	CMSS	CHSR	C.Medio	F+M	M+F+M	M+M	C.Medio
1	90,31 <sup>a</sup>	95,31 <sup>b</sup>	200,00**	86,63 <sup>a</sup>	89,00 <sup>a</sup>	87,75 <sup>a</sup>	87,88 <sup>a</sup>	7,542 <sup>ns</sup>				
2				94,25 <sup>a</sup>	94,42 <sup>a</sup>	92,33 <sup>b</sup>	93,16 <sup>b</sup>	10,919*	93,62 <sup>a</sup>	93,56 <sup>a</sup>	94,00 <sup>a</sup>	0,896 <sup>ns</sup>

Cuadro A10. Incidencia (%), Severidad (%) y número de mazorcas enfermas afectadas por pudrición (*Diplodia macrospora* y *Diplodia maydis*) en la segunda época experimental, jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Índices	Rotaciones de Cultivos				Labranzas de Suelo				
	F→H	H→F→H	H→H	C. Medio	TA	CMWT	CMSS	CMSS	C. Medio
Incidencia	35,40 <sup>a</sup>	37,80 <sup>a</sup>	40,20 <sup>a</sup>	59,957 <sup>ns</sup>	22,66 <sup>c</sup>	29,80 <sup>bc</sup>	44,71 <sup>ab</sup>	49,55 <sup>a</sup>	1330,22*
Severidad	20,30 <sup>a</sup>	28,44 <sup>a</sup>	30,55 <sup>a</sup>	70,250 <sup>ns</sup>	19,61 <sup>c</sup>	20,87 <sup>bc</sup>	32,75 <sup>ab</sup>	40,56 <sup>b</sup>	1203,377**
MHE	32,00 <sup>a</sup>	34,44 <sup>a</sup>	35,30 <sup>a</sup>	46,640 <sup>ns</sup>	27,75 <sup>c</sup>	27,75 <sup>bc</sup>	39,17 <sup>b</sup>	43,17 <sup>a</sup>	871,361*

Cuadro A11. Promerios de rendimientos<sup>1/</sup> del maíz (ton/ha) y sus cuadrados medios de los sistemas y rotaciones de cultivos y labranzas de suelo en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Epoca Experimental	Sistemas de Cultivos			Labranzas de Suelo			Rotaciones de Cultivo					
	H	H→F	C. Medio	TA	CMWT	CMSS	CMSS	C. Medio	F→H	H→F→H	H→H	C. Medio
1	4,14 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>	1,100*	3,69 <sup>a</sup>	4,11 <sup>a</sup>	4,14 <sup>a</sup>	3,90 <sup>a</sup>	3,35 <sup>ns</sup>				
2				2,91 <sup>b</sup>	3,23 <sup>b</sup>	2,31 <sup>bc</sup>	1,77 <sup>c</sup>	5,069**	2,69 <sup>a</sup>	2,70 <sup>a</sup>	2,27 <sup>b</sup>	0,990*

1/ Humedad de 12%

Cuadro A12. Principales plagas<sup>1/</sup> registradas atacando al maíz y frijol común en dos épocas experimentales. Turrialba, Costa Rica. 1977.

Hombre vulgar	Nombre Científico	Orden - familia
Cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i> <sup>2/</sup>	Lepidoptera-Noctuidae
Cortador	<i>Agrotis</i> sp <sup>2/</sup>	Lepidoptera-Noctuidae
Taladrador tallo	<i>Diatrea lineolata</i> <sup>2/</sup>	Lepidoptera-Pyralidae
Pulgones	<i>Rhopalosiphum maidis</i> <sup>2/</sup>	Homoptera-Aphididae
Babosas	<i>Agriolimax</i> sp <sup>2/</sup> , <sup>3/</sup>	Pulmonata-Limacidae
Elotero	<i>Heliothis zea</i> <sup>2/</sup>	Lepidoptera-Noctuidae
?	<i>Eumecosomyia</i> sp <sup>3/</sup>	Diptera-Ortiidae
Vaquita	<i>Diabrotica</i> sp <sup>3/</sup>	Coleoptera-Ersonelidae
?	<i>Hyleinia pectura</i> <sup>3/</sup>	Diptera-Athracidae
Hinador de la hoja	<i>Agromyza inaequalis</i> <sup>3/</sup>	Diptera-Agromyzae

1/ En el maíz, en estado de elote, se registraron daño de pájaros (pizotes) (*ilazua nazua* L.)

2/ El número 2 = plagas en maíz; el número 3 = plagas en frijol

Cuadro A13. Promedios de altura de plantas (cm) de frijol común y sus cuadrados medios. dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Sistemas de Cultivos			Labranzas de Suelo				
	F	IF	C.Medio	TA	CMIT	CHSS	CMSP	C.Medio
24	15,94 <sup>a</sup>	16,44 <sup>a</sup>	2,050 <sup>ns</sup>	12,95 <sup>a</sup>	17,06 <sup>b</sup>	16,95 <sup>a</sup>	17,80 <sup>a</sup>	38,476 <sup>**</sup>
40	26,61 <sup>b</sup>	20,94 <sup>a</sup>	88,772 <sup>**</sup>	26,58 <sup>a</sup>	30,16 <sup>a</sup>	28,68 <sup>a</sup>	27,69 <sup>a</sup>	18,482 <sup>ns</sup>

Cuadro A14. Componentes<sup>1/</sup> del rendimiento de frijol sembrado en la época seca (dic/76-mar/77) y sus respectivos cuadrados medios. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Variables	Sistemas de Cultivos			Labranzas de Suelo				
	F	H+F	C. Medio	TA	CMMT	CMSS	CMSR	C. Medic
Número de plantas <sup>2/</sup>	425,00	426,19	11,201 <sup>ns</sup>	450,50	411,13	433,25	397,25	6068,45 <sup>ns</sup>
Número de vainas/pl	10,78 <sup>a</sup>	6,61 <sup>b</sup>		8,09	9,73	9,01	7,78	
Número de granos/v	5,22	5,04		5,31	5,19	4,90	5,02	
Peso de granos de 50 pl (gr)577,30 <sup>b</sup>	369,62 <sup>b</sup>	345,78,159**		434,16	543,21	469,10	447,56	18933,52 <sup>ns</sup>
Peso de 100 granos (gr)	20,51 <sup>b</sup>	22,17 <sup>a</sup>	2201,16**	20,23 <sup>c</sup>	21,53 <sup>c</sup>	21,25 <sup>b</sup>	22,38 <sup>a</sup>	628,960**
Rendimiento (kg/ha) <sup>3/</sup>	1956,20 <sup>a</sup>	1225,75 <sup>b</sup>	4268369,97**	1517,92	1698,11	1674,92	1473,85	90817,028 <sup>ns</sup>

1/ Los datos tomados de parcela útil 24m<sup>2</sup> (6m<sub>2</sub> x 4m)

2/ Densidad ideal de plantas es de 480 pl/24m<sup>2</sup>

3/ Humedad: 12%

Cuadro A15. Pasa fresco y número de malezas en tres metros cuadrados por parcela y sus respectivos cuadrados medios, en dos épocas experimentales: dic/76-mar/77 y jun-oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Épocas	Estado	Número de malezas						Peso de las malezas (kg)					
		TA	CHMT	CHSS	CHSR	C. Medio	TA	CHMT	CHSS	CHSR	C. Medio		
1	Después de la cosecha	20,17 <sup>a</sup>	7,92 <sup>b</sup>	2,75 <sup>b</sup>	2,67 <sup>b</sup>	1760,50***	10,61 <sup>c</sup>	2,02 <sup>b</sup>	2,26 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>	232,25**		
2	Vegetativo (a los 30 días)	49,25 <sup>a</sup>	14,50 <sup>b</sup>	13,33 <sup>b</sup>	15,50 <sup>b</sup>	3032,95***	12,75 <sup>a</sup>	4,33 <sup>b</sup>	3,12 <sup>b</sup>	2,32 <sup>b</sup>	278,42*		
2	Cosecha (a los 120 días)	100,50 <sup>a</sup>	81,25 <sup>b</sup>	122,00 <sup>b</sup>	96,25 <sup>b</sup>	11066,17***	45,70 <sup>a</sup>	52,70 <sup>a</sup>	44,96 <sup>a</sup>	52,86 <sup>a</sup>	71,83 <sup>ns</sup>		

Cuadro A16. Principales malezas<sup>1/</sup> registradas en el experimento de residuos de cosecha en tres sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo. Turrialba, Costa Rica. 1977

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
Valeriana	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Asclepiadaceae
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae
Estrellita	<i>Borreria latifolia</i> (Aubl)	Rubiaceae
Botoncillo	<i>Borreria laevis</i> (Lam) Griseb.	Rubiaceae
?	<i>Colocacia</i> sp	Colocaceae
Canutillo	<i>Commelina diffusa</i> Burn f.	Commelinaceae
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	Cyperaceae
Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.	Graminae
Hierba hedionda	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae
Gramilla	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L) Scop.	Graminae
Yerba estrella	<i>Drymaria cordata</i> (L) Willd.	Caryophyllaceae
Botón blanco	<i>Eclipta alba</i> (L) Hassk.	Compositae
Lechuguilla	<i>Elephantopus hypomalacus</i> Blako.	Compositae
Borlitas	<i>Emilia sonchifolia</i> (L) DC.	Compositae
Payrulla en mata	<i>Emilia coccinea</i>	Compositae
Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae
Galinsoga hermosa	<i>Galinsoga</i> sp.	Compositae
?	<i>Herpidodia obovifolia</i> (Willd) schum	Rubiaceae
Satatilla lila	<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae
Melampodio	<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cau) HBK	Compositae
Botón de oro	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich) DC	Compositae

Cont. Cuadro A16.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
?	<i>Melanthera niveae</i> (L.) Small	Compositae
Pepinillo	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
Oxalis	<i>Oxalis sepium</i> st. Hill	Oxalidaceae
Pasto guinea	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Graminae
Zacate peludo	<i>Panicum pilosum</i> Swartz.	Graminae
Paja de camino	<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Graminae
Chiverrillo	<i>Passiflora biflora</i> Lam.	Passifloraceae
Escoba	<i>Phyllanthus</i> sp	Euphorbiaceae
Jaboncillo	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kuntz	Phytolaccaceae
Ipecacuana	<i>Richardia scabra</i> L.	Rubiaceae
Gusanillo	<i>Setaria geniculata</i> (Lam) Beauv.	Graminae
Zorillo	<i>Solanum rugosum</i>	Solanaceae
Berenjena	<i>Solanum torvum</i> Sm.	Solanaceae

1/ Drs. Eduardo Locatelli y Byron Shenk. Especialistas en control de malezas. CATIF. Comunicación personal.

Cuadro A17. Coeficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de *Helminthosporium turcicum* en maíz, en dos sistemas de cultivos con variables agromónicas y climáticas, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Variables	H			H+F			GLOBAL		
	I	S	I	I	S	I	MHE	I	S
Temperatura (C)	0,07	0,18	0,07	0,07	0,20	0,04	0,13	0,07	0,19
$\Sigma(dx).f$ (temp)	-0,16	-0,29	-0,26	-0,26	-0,26	-0,21	-0,18	-0,15	-0,28
$\Sigma(dx).f$ (temp)	-0,02	0,06	0,01	0,01	0,04	-0,01	-0,07	-0,01	0,05
Amplitud térmica	0,23	0,20	0,19	0,19	0,21	-0,13	-0,00	0,21	0,20
H.R. diaria (%)	-0,32	-0,31	-0,28	-0,28	-0,31	0,01	-0,02	-0,30	-0,31
$\Sigma(dx).f$ (H.R.)	0,35	0,20	0,32	0,32	0,22	0,44	0,53*	0,37	0,21
$\Sigma(dx).f$ (H.R.)	-0,33	-0,00	-0,25	-0,25	-0,00	-0,40	-0,40	-0,31	-0,00
Incidencia	1,00	0,75**	1,00	0,74**	0,74**	0,68**	0,81**	1,00	0,74**
Severidad	0,75**	1,00	0,74**	1,00	1,00	0,09	0,30	0,74**	1,00
MHE	0,80**	0,31	0,81**	0,30	0,30	0,06**	1,00	0,81**	0,30
MHT	0,67**	0,10	0,69**	0,09	0,09	1,00	0,06**	0,68**	0,09
Edad (edad)	0,82**	0,75**	0,83**	0,76**	---	---	---	---	---

Cuadro A18. Modelos de regresión múltiple para estimar el porcentaje de incidencia de *Helminthosporium turcicum* en maíz, monocultivo y asociado con frijol, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Modelo	Variables Independientes	M		M+F	
		b	t <sub>c</sub>	b	t <sub>c</sub>
I	X <sub>0</sub>	77,06		117,42	
	X <sub>1</sub>	-1,56	-4,38**	-1,30	-4,05**
	X <sub>2</sub>	0,39	0,60 <sup>ns</sup>	0,37	0,73 <sup>ns</sup>
	X <sub>3</sub>	-2,25	-0,84 <sup>ns</sup>	-4,45	-1,88 <sup>ns</sup>
	X <sub>4</sub>	0,28	3,54**	0,36	5,04**
	r <sup>2</sup>			0,26	0,97
II	X <sub>0</sub>	67,81		64,38	
	X <sub>1</sub>	-1,59	-8,18**	1,46	-7,30**
	X <sub>4</sub>	0,25	5,71**	0,28	6,16**
	r <sup>2</sup>			0,95	0,95
III	X <sub>0</sub>	42,03		46,15	
	X <sub>4</sub>	0,45	4,67**	0,46	5,13**
	r <sup>2</sup>			0,64	0,67

Cuadro 19 Modelos de regresión múltiple para estimar el porcentaje de Severidad de *Helminthosporium turcicum* en maíz en monocultivo y asociado con frijol, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Modelo	Variables Independientes	M		M+F	
		b	t <sub>c</sub>	b	t <sub>c</sub>
I	X <sub>0</sub>	133,04		143,01	
	X <sub>1</sub>	0,34	1,26 <sup>ns</sup>	0,41	1,61 <sup>ns</sup>
	X <sub>2</sub>	0,83	-1,12 <sup>ns</sup>	-0,92	-2,30 <sup>ns</sup>
	X <sub>3</sub>	-3,13	-1,57 <sup>ns</sup>	-3,30	-1,75 <sup>ns</sup>
	X <sub>4</sub>	0,20	3,42**	0,27	3,84**
	R <sup>2</sup>			0,73	0,76
II	X <sub>0</sub>	49,81		49,54	
	X <sub>2</sub>	-0,54	-1,70	-0,54	-1,84
	X <sub>4</sub>	0,12	4,27**	0,13	4,41**
	R <sup>2</sup>			0,66	0,68
III	X <sub>0</sub>	2,32		45,25	
	X <sub>4</sub>	0,12	3,00**	0,48	5,06**
	R <sup>2</sup>			0,56	0,67

Cuadro A20. Coeficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de *Dicladia macrospora* en maíz, en tres rotaciones de cultivos con variables climáticas y agronómicas, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Variables	F → M		MHF → F		H → H		GLOBAL			
	I	S	I	S	I	S	I	S		
Temperatura (C)	0,36	0,39	0,30	0,35	0,35	0,39	0,34	0,37	0,14	0,33
$\Sigma(\bar{d}\bar{x}) . f$ (temp)	-0,23	-0,27	-0,21	-0,26	0,27	-0,27	-0,24	-0,27	0,31	0,45
$\Sigma(\bar{d}\bar{x}) . f$ (temp)	0,57*	0,53	0,55*	0,54	0,56*	0,53	0,56*	0,54	0,49	0,99
Amplitud térmica	0,41	0,52	0,38	0,49	0,39	0,50	0,39	0,50	0,15	0,72**
H.R. diaria (%)	-0,25	-0,43	-0,24	-0,38	-0,23	-0,42	-0,24	-0,41	-0,10	-0,42
$\Sigma(\bar{d}\bar{x}) . f$ (H.R.)	0,33	0,15	0,35	0,19	0,36	0,14	0,35	0,16	-0,48	0,00
Precipitación (mm)	0,11	-0,43	0,36	-0,06	0,21	-0,51	0,23	-0,29	0,11	0,43
días con lluvia $\geq 5\text{mm}$ , 13	0,07	0,07	0,21	0,05	0,25	-0,08	0,20	-0,01	-0,45	-0,18
Incidencia	1,00	0,87**	1,00	0,92**	1,00	0,88**	1,00	0,89**	-0,14	-0,62**
Severidad	0,87**	1,00	0,92**	1,00	0,88**	1,00	0,89**	1,00	0,25	-0,67**
RHE	0,57*	0,41	0,51	0,45	0,52	0,41	0,54	0,42	0,25	1,00
MHT	-0,63**	-0,69**	-0,68**	-0,64**	-0,69**	-0,61**	-0,67**	-0,62**	1,00	-0,25
días (edad)	0,78**	0,95**	0,78**	0,91**	0,78**	0,94**	--	--	--	--

Cuadro A21. Coeficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en frijol común, en dos sistemas de cultivos con variables agronómicas y climáticas, durante dic/77-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Variables	F		F+H		MIT		GLOBAL	
	I	S	I	S	I	S	NHE	S
Temperatura (C)	0,73*	0,73*	0,75*	0,72*	-0,57	0,60	0,74*	0,73*
$\Sigma(dx).f$ (temp)	0,22	0,21	0,07	0,09	-0,19	0,34	0,15	0,16
$\Sigma(-dx).f$ (temp)	-0,28	-0,29	-0,16	-0,20	0,12	-0,32	-0,22	-0,25
Amplitud térmica	-0,17	-0,13	-0,16	-0,11	-0,35	-0,23	-0,17	-0,12
H.B. $\bar{x}$ diario (%)	0,95	-0,01	0,02	-0,03	-0,26	0,21	0,04	-0,02
$\Sigma(dx).f$ (H.B.)	0,43	0,41	0,31	0,39	-0,42	0,27	0,38	0,38
$\Sigma(-dx).f$ (H.B.)	-0,23	-0,24	-0,09	-0,12	0,00	-0,44	-0,16	-0,18
Precipitación (mm)	-0,26	-0,30	-0,23	-0,26	-0,21	-0,40	-0,25	-0,29
Días con lluvia $\geq$ 5 mm	-0,38	-0,39	-0,34	-0,36	-0,20	-0,51	-0,36	-0,38
Incidencia	1,00	0,99**	1,00	0,99**	-0,72*	0,62	1,00	1,00
Severidad	0,99**	1,00	0,99**	1,00	-0,70*	0,63	0,99**	0,63
NHE	0,67*	0,67*	0,56	0,56	-0,08	1,00	0,62	0,63
MIT	-0,69*	-0,68*	-0,74*	-0,72*	1,00	-0,08	-0,17	-0,70*
Días (edad)	0,87**	0,81**	0,84**	0,80**	--	--	--	--

Cuadro A22. Coeficientes de correlación de los valores acumulados de Incidencia y Severidad de la roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común en dos sistemas de cultivos con variedades agronómicas y climáticas, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Variables	F		F+K		NHT		GLOBAL	
	I	S	I	S	I	S	I	S
Temperatura (C)	0,71	0,64	0,81	0,84	-0,60	0,22	0,76	0,73
$\Sigma(dx)$ . <sup>c</sup> (temp)	0,23	0,20	0,13	-0,11	0,63	0,87	0,19	0,05
$\Sigma(-dx)$ . f (temp)	-0,60	-0,48	-0,61	-0,34	-0,19	-0,94*	-0,68	-0,43
Amplitud térmica	0,17	-0,07	0,11	-0,05	-0,49	-0,31	0,14	-0,03
H.A. $\bar{x}$ diaria (%)	-0,37	-0,39	-0,39	-0,55	0,04**	0,56	-0,38	-0,46
$\Sigma(dx)$ . f (H.A.)	0,91*	0,71	0,95	0,65	-0,22	0,76	0,89*	0,70
$\Sigma(-dx)$ . f (H.A.)	-0,53	-0,35	-0,44	-0,15	-0,40	-0,97**	-0,48	-0,23
Precipitación (mm)	0,29	-0,13	0,20	0,30	0,24	-0,72	-0,25	-0,17
Días con lluvia $\geq 5$ mm	0,27	-0,00	0,19	-0,28	0,38	-0,62	0,24	-0,13
Incidencia	1,00	0,91*	1,00	0,95*	-0,57	0,51	1,00	0,94*
Severidad	0,91*	1,00	0,95*	1,00	-0,65	0,34	0,94*	1,00
SHR	0,54	0,40	0,47	0,22	0,41	1,00	0,51	0,34
NHT	-0,54	-0,56	-0,60	-0,76	1,00	0,41	-0,57	-0,66
Días (edad)	0,72	0,71	0,81	0,92*	---	---	---	---

Cuadro A23. Promedio de Incidencia y Severidad de tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*) en maíz, durante dic/76-mar/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia (%)	Severidad (%)
14	18 XII 76	22,47	0,58
26	26 XII 76	72,72	10,56
35	5 I 77	69,92	9,74
43	13 I 77	76,39	10,02
51	21 I 77	73,61	8,50
59	29 I 77	72,47	7,61
65	3 II 77	77,70	8,17
72	10 II 77	87,60	6,46
79	17 II 77	84,91	8,23
87	26 II 77	88,47	9,67
95	5 III 77	87,57	14,03
104	14 III 77	87,86	12,13
111	21 III 77	94,21	16,39
118	28 III 77	87,33	22,90

Cuadro 824. Promedios de Incidencia (I%) y Severidad (S%) de *Helminthosporium tritici* en dos sistemas de cultivos de maíz y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-mar/77. Se indican cuadros los medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

	16 días		26 días		35 días		43 días		51 días		59 días		65 días	
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
Sistemas de cultivos														
C	23,4 <sup>a</sup>	0,50	74,81	11,02	71,04 <sup>a</sup>	10,35	77,38	10,32	72,21 <sup>b</sup>	8,68	72,01	7,46	78,21	8,37
M+F	21,4 <sup>c</sup>	0,57	79,64	10,11	68,81 <sup>b</sup>	9,12	75,40	9,71	75,00 <sup>a</sup>	8,33	72,44	7,77	77,18	7,96
Labranzas de suelo														
TA	3,60 <sup>b</sup>	0,31	65,75	8,14	69,84	7,97 <sup>b</sup>	77,26	9,32	73,76	9,18	72,55	7,63	78,58	8,21
CHMT	21,26 <sup>ab</sup>	0,54	71,92	9,00	67,97	9,09 <sup>ab</sup>	74,93	9,80	73,15	8,36	71,63	6,83	76,95	7,04
CMS	30,15 <sup>a</sup>	0,91	77,35	13,56	69,96	10,84 <sup>a</sup>	77,45	10,29	73,14	7,62	73,36	8,00	78,15	8,96
CHSR	28,90 <sup>c</sup>	0,96	75,25	11,56	71,92	11,00 <sup>a</sup>	75,92	10,66	75,35	8,86	73,36	7,97	78,00	8,96

F.V. Cuadros medios por muestreo en cada edad del cultivo

Sistema	23,010	0,004	139,263	6,618	39,772*	12,228	31,512	2,923	62,420*	9,973	9,033	2,300	9,504	1,742
Lab. de suelo	713,157*	0,676	214,560	48,793	20,04	17,93*	11,282	2,693	2,091	3,723	6,676	0,844	10,114	5,311
Sist. de Lab.	116,418	0,126	36,015	8,488	25,41	1,50	5,711	2,664	8,696	4,113	31,474	2,808	6,331	0,797

Cont. Cuadro A24.

	72 días		70 días		87 días		95 días		104 días		111 días		118 días	
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
Sistemas de cultivos														
N	39,38 <sup>a</sup>	7,20 <sup>c</sup>	85,34	8,41	88,39	9,79	87,21	14,79	28,53	12,33	94,76	18,39	94,46	23,14
M+F	25,82 <sup>b</sup>	7,73 <sup>b</sup>	84,48	8,05	88,55	9,55	87,93	13,27	87,19	11,92	93,67	15,39	97,19	22,65
Labranzas de suelo														
TA	87,95	6,04	86,03	8,75	89,99	10,12	75,44	13,79	84,10	11,91	96,47	18,91	96,71	24,87
CMMT	87,97	7,18	82,48	7,52	88,45	7,93	92,16	13,22	89,61	12,66	93,17	17,26	96,15	22,13
CMS	88,60	8,69	85,07	8,46	81,78	9,26	92,05	14,87	89,85	12,64	92,08	18,66	96,79	22,06
CMSR	86,86	5,05	86,06	8,20	87,65	9,39	89,62	14,24	87,81	11,29	93,14	18,72	97,65	22,53

F. V. Cuadrados medios por muestreos en cada edad del cultivo

Sist. 101, A97**	17,17**	5,92	1,07	0,19	0,45	9,12	18,43	14,23	1,36	9,43	0,00	9,59	1,94	
Lab. Suelo	5,18	2,68	22,64	2,22	9,22	1,33	527,13	3,90	57,09	3,47	19,46	3,62	9,83	14,23
Sist. x Lab.	13,95	2,61	4,73	3,66	13,18	4,10	9,64	12,38	2,47	5,31	20,92	14,17	8,81	40,19

Cuadro A25. Tasas diarias de incremento (r) de Severidad (S) e Incidencia (I) de *Helminthosporium blight* en maíz, en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-mar/77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

	14-20 días		26-35 días		35-43 días		43-51 días		51-59 días		59-65 días	
	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Sistemas de Cultivos												
H	0,271	0,251	0,000	0,025	0,002	0,043	0,028	0,32 <sup>a</sup>	0,018	0,004	0,21	0,058
H+F	0,276	0,262	-0,005	-0,012	0,009	0,044	-0,020	0,002 <sup>b</sup>	-0,014	-0,021	0,10	0,050
Labranzas de suelo:												
TA	0,298	0,357	0,006	0,018	0,024	0,005	-0,005	-0,010	-0,026	-0,021	0,017	0,077
CMHT	0,278	0,251	0,009	-0,021	0,011	0,046	-0,021	-0,009	-0,032	-0,006	0,011	0,030
CMSS	0,252	0,188	-0,026	-0,046	-0,007	0,050	-0,047	-0,026	0,011	-0,002	0,022	0,052
CMSC	0,267	0,230	0,003	-0,025	-0,006	0,028	-0,024	-0,006	-0,17	-0,019	0,013	0,057
F.V. Cuadrados medios por muestreo en cada edad del cultivo												
Sistema	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001	0,001
Labr. de Suelo	0,003	0,042	0,002	0,006	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,001	0,000	0,003
Sist. x Lab.	0,007	0,014	0,002	0,002	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001

Cont. Cuadro #25.

	65-72 días		72-79 días		79-87 días		87-95 días		95-104 días		104-111 d.		111-118 d.	
	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Sistemas de Cultivos														
N	-0,026	0,124 <sup>a</sup>	0,018	-0,057	0,014	0,038	0,072	0,015	-0,024	-0,008	0,064	-	0,051	-
M+F	-0,052	0,079 <sup>b</sup>	0,046	-0,011	0,022	0,057	0,051	-0,006	-0,014	-0,022	0,074	-	0,050	-
Labranzas de suelo:														
TA	-0,040	0,082	0,049	-0,011	0,013 <sup>b</sup>	0,051	0,053	-0,004	-0,016	0,023	0,076	-	0,065	-
CMPT	-0,032	0,133	0,010	0,069	0,035 <sup>a</sup>	0,064	0,043	0,050	0,006	-0,032	0,053	-	0,064	-
CMSS	-0,049	0,165	0,031	-0,043	0,007 <sup>b</sup>	0,044	0,080	0,054	-0,024	-0,025	0,060	-	0,032	-
CMRA	-0,056	0,087	0,039	-0,013	0,016 <sup>b</sup>	0,031	0,070	0,033	-0,030	-0,020	0,081	-	0,039	-
F.V. Cuadrados medios por muestreos en cada edad del cultivo														
Sistema	0,005	0,017*	0,006	0,016	0,000	0,003	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	-	0,000	-
Labranzas de suelo	0,005	0,004	0,002	0,006	0,001*	0,002	0,002	0,040	0,001	0,005	0,001	-	0,002	-
Sist. X Lab.	0,001	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,004	0,001	-	0,003	-

Cuadro A26. Coeficientes de regresión ( $R^2$ ) de Incidencia y Severidad de *Helminthosporium turcicum* en maíz, en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-mar/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Índices	Lineal	Cuadrática	Raíz Cuadrada	Logarítmica
<b>Sistemas de Cultivos</b>				
I. M	0,67**	0,75**	0,81**	0,81**
I. H+F	0,60**	0,80**	0,86**	0,85**
S. M	0,56*	0,65*	0,58*	0,47
S. H+F	0,57*	0,68**	0,60*	0,48
<b>Labranzas de Suelo</b>				
I. TA	0,65**	0,78**	0,86**	0,83**
I. CMNT	0,68**	0,79**	0,85**	0,84**
I. CMSS	--	0,75**	0,89**	0,81**
I. CMSR	--	0,77**	0,82**	0,83**
S. TA	0,66**	0,75**	0,69**	0,56*
S. CMNT	0,62*	0,72*	0,65*	0,52
S. CMSS	0,47	0,58*	0,59	0,39
S. CMSR	--	0,57*	0,49	0,40

Cuadro A27. Promedios de Incidencia y Severidad de roya tropical (*Physopella zeae*) en maíz en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-mar/77, Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia (%)		Severidad (%)	
		M	M+F	M	M+F
104	14 III 77	41,99 <sup>a</sup>	37,68 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>
111	21 III 77	69,92 <sup>a</sup>	63,84 <sup>a</sup>	3,83 <sup>a</sup>	6,37 <sup>a</sup>
118	28 III 77	82,07 <sup>a</sup>	77,47 <sup>a</sup>	10,15 <sup>a</sup>	7,36 <sup>a</sup>

Cuadro A28. Promedios de Incidencia y Severidad de roya tropical (*Physopella zeae*) en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia (%)				Severidad (%)				
		F→M	M→F→M	M→M	C.Medio	F→M	M→F→M	M→M	C.Medio	
66	21 VIII 77	60,39 <sup>a</sup>	52,69 <sup>b</sup>	56,69 <sup>b</sup>	80,55*	2,53	2,44	2,40	2,12 <sup>ns</sup>	
75	30 VIII 77	72,18	73,23	73,78	20,55 <sup>ns</sup>	5,52	4,04	4,53	6,46 <sup>ns</sup>	
84	8 IX 77	88,68 <sup>a</sup>	84,67 <sup>ab</sup>	83,64 <sup>b</sup>	32,51**	11,00 <sup>a</sup>	8,48 <sup>b</sup>	8,38 <sup>b</sup>	31,98**	
95	19 IX 77	96,07 <sup>a</sup>	93,16 <sup>b</sup>	93,14 <sup>b</sup>	137,96*	14,05 <sup>a</sup>	11,04 <sup>b</sup>	11,59 <sup>ab</sup>	31,57**	
102	20 IX 77	96,39 <sup>b</sup>	98,83 <sup>a</sup>	98,15 <sup>ab</sup>	139,15*	17,03	13,89	14,85	22,52 <sup>ns</sup>	

Cuadro A29. Promedios de Incidencia y Severidad de roya común (*Puccinia polysora*) en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Incidencia (%)				Severidad (%)				
	F→ H	H→F→ H	H→ H	C. Medio	F→ H	H→F→ H	H→ H	C. Medio	
75	30,36	35,42	34,26	1,65	4,56	3,00	2,95	2,53	
84	54,20 <sup>a</sup>	49,82 <sup>ab</sup>	45,24 <sup>b</sup>	3,43*	5,99 <sup>a</sup>	46,9 <sup>ab</sup>	4,30 <sup>b</sup>	3,79*	
95	85,27	80,89	82,79	2,20 <sup>ns</sup>	13,56	11,18	10,99	2,30 <sup>ns</sup>	
102	93,81	95,12	96,76	0,97 <sup>ns</sup>	12,76	13,09	12,83	0,13 <sup>ns</sup>	

Cuadro A30. Promedios de Incidencia y Severidad de *Diplodia macrospora* en maíz, durante jun-oct/77. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia (%)	Severidad (%)
12	28 VI 77	26,72	0,77
16	1 VII 77	28,79	0,82
20	6 VII 77	51,90	4,56
28	14 VII 77	86,63	8,07
35	21 VII 77	87,90	12,83
43	29 VII 77	84,53	16,29
49	4 VIII 77	94,50	15,87
57	12 VIII 77	93,93	15,53
66	21 VIII 77	89,52	14,58
75	30 VIII 77	93,21	16,22
84	8 IX 77	97,76	21,69
95	19 IX 77	98,52	22,81
102	26 IX 77	99,27	25,13

Cuadro A31. Promedios de Incidencia y Severidad de *Diplodia maydispora* en maíz en tres rotaciones de cultivos, durante jun-oct./77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia (%)			Severidad (%)				
		F + M	M+F	H + M	C.Medio	F + M	M+F + H	H + M	C.Medio
12	29 VI 77	25,33	26,67	29,17	15,44 <sup>ns</sup>	0,68	0,73	0,80	0,82 <sup>ns</sup>
16	1 VII 77	25,75	33,63	27,90	55,61 <sup>ns</sup>	0,71	0,95	0,79	1,30 <sup>ns</sup>
20	6 VII 77	56,29	48,80	50,60	38,91 <sup>ns</sup>	4,26	4,43	4,99	2,68 <sup>ns</sup>
24	14 VII 77	84,76	87,69	87,25	36,11 <sup>ns</sup>	7,48	0,94	7,70	8,25 <sup>ns</sup>
32	21 VII 77	86,33	86,79	88,64	17,85 <sup>ns</sup>	11,66 <sup>b</sup>	13,12 <sup>e</sup>	13,68 <sup>e</sup>	14,25 <sup>**</sup>
40	29 III 77	85,00	84,91	83,77	3,10 <sup>ns</sup>	15,53	16,68	16,39	3,19 <sup>ns</sup>
48	4 VIII 77	93,66	95,20	94,26	13,56 <sup>ns</sup>	15,11	16,47	16,04	4,91 <sup>ns</sup>
57	12 VIII 77	92,87	92,82	93,34	3,95 <sup>ns</sup>	15,10	15,84	15,64	1,56 <sup>ns</sup>
66	21 VIII 77	89,90	88,80	89,85	6,49 <sup>ns</sup>	14,05	14,63	15,06	2,93 <sup>ns</sup>
75	30 VIII 77	93,54	92,65	93,43	1,26 <sup>ns</sup>	16,06	16,17	16,43	9,46 <sup>ns</sup>
84	6 IX 77	98,41	97,43	97,43	22,70 <sup>ns</sup>	22,05	20,71	22,32	5,43 <sup>ns</sup>
95	19 IX 77	98,61	98,60	98,37	3,52 <sup>ns</sup>	23,14	22,13	23,17	3,48 <sup>ns</sup>
102	26 IX 77	98,99	99,09	94,71	12,81 <sup>ns</sup>	23,14	22,13	23,17	22,71 <sup>ns</sup>

Cuadro A32. Tasas diarias de incremento (r) de Incidencia y Severidad de *Diplodia macrospora* en maíz en tres rotaciones de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

Variable	12 días		16 días		20 días		35 días <sup>1/</sup>		43 días		49 días	
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
En rotación de cultivos:												
F → H	0,475	0,151	0,045	0,036	0,264	0,369	0,047	0,073	-0,113	0,046	0,100	-0,006
HAF → H	0,473	0,137	0,174	0,108	0,133	0,295	-0,099	0,067	0,032	0,038	0,200	-0,002
H → H	0,490	0,152	-0,009	-0,004	0,212	0,404	0,008	0,092	-0,061	0,029	0,272	-0,003
Labranzas de Suelo												
TA	0,411	0,095	0,286	0,199	0,140 <sup>b</sup>	0,343	0,035	0,070	-0,013	0,047	0,324	-0,003
CMPT	0,455	0,162	0,027	-0,034	0,240 <sup>b</sup>	0,402	0,039	0,082	-0,030	0,043	0,183	0,014
CRSS	0,520	0,103	0,017	0,057	0,146 <sup>b</sup>	0,297	-0,010	0,082	0,132	0,026	0,187	0,000
CRSA	0,502	0,157	-0,049	0,072	0,273 <sup>b</sup>	0,307	-0,114	0,074	-0,090	0,035	-0,310	-0,025

F. V. Cuadrados medios por muestreo de cada edad del cultivo

Rotación	0,001	0,001	0,070	0,082	0,035	0,25	0,09	0,003 <sup>b</sup>	0,27	0,001	0,051	0,000
Labranza de suelo	0,014	0,009	0,131	0,055	0,026 <sup>**</sup>	0,013	0,064	0,000	0,035	0,001	0,074	0,003
Rotación x Labranza	0,001	0,001	0,008	0,006	0,07	0,157	0,001	0,034	0,00	0,094	0,001	0,001

1/ Tasas de dos muestreos sucesivos.

Variable	57 días		66 días		75 días		84 días		95 días		102 días	
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
En rotación de cultivos:												
F → M	0,021	0,000	-0,053	0,009	0,059	-	0,226	0,051	0,020	0,004	0,124	0,023
M+F → M	-0,108	-0,005	-0,063	-0,011	0,000	-	0,172	0,047	0,094	0,004	0,112	0,013
M → B	-0,050	-0,004	-0,070	-0,005	0,054	-	0,163	0,051	0,079	0,002	0,208	0,030
Labranzas de Suelo												
TA	-0,111	-0,007	-0,079	-0,008	0,056	-	0,227	0,048	0,029	-0,001	0,139	0,035
CMRT	-0,034	-0,015	-0,048	-0,007	0,038	-	0,224	0,044	0,022	0,005	0,106	0,028
CMSS	-0,016	0,000	-0,062	-0,010	0,064	-	0,126	0,056	0,170	0,006	0,089	-0,007
CMSP	-0,060	-0,010	-0,060	-0,009	0,030	-	0,170	0,051	0,042	0,002	0,170	0,017
F. V. Cuadrados medios por muestreo en cada edad del cultivo												
Rotación	0,030	0,000	0,001	0,000	0,003	-	0,018	0,000	0,019	0,000	0,044	0,001
Labranza de suelo	0,025	0,001	0,002	0,000	0,008	-	0,028	0,000	0,064	0,000	0,024	0,002
Rotac. x Labranza	0,048	0,000	0,001	0,000	0,004	-	0,027	0,000	0,034	0,000	0,046	0,000

Cuadro A32. Coeficientes de regresión ( $R^2$ ) de Incidencia y Severidad de *Diplodia macrospora* en raíz, en tres rotaciones de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante junio/oct/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Índices	Lineal	Cuadrática	Raíz Cuadrada	Semi logarítmica
Rotaciones de cultivos:				
I. F → N	0,61*	0,85**	0,92**	0,83**
I. H+F → N	0,61*	0,85*	0,92**	0,83**
I. H → N	0,61*	0,84**	0,91**	0,82**
S. F → N	0,89**	0,92**	0,93**	0,93**
S. H+F → N	0,83**	0,90**	0,92**	0,93**
S. H → N	0,81**	0,89**	0,92**	0,92**
Labranzas de suelo:				
I. TA	0,63*	0,85**	0,92**	0,83**
I. CHMT	0,64*	0,88**	0,94**	0,87**
I. CHSS	0,60*	0,84**	0,91**	0,82**
I. CHSR	0,56*	0,81*	0,89**	0,78**
S. TA	0,89**	0,91**	0,92**	0,89**
S. CHMT	0,91**	0,93**	0,94**	0,93**
S. CHSS	0,89**	0,91**	0,92**	0,93**
S. CHSR	0,87**	0,91**	0,93**	0,93**

Cuadro A34. Promedios de Incidencia y Severidad de *Dipodella macrostipata* en maíz en cuatro labranzas de suelo, durante jun-oct/77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Incidencia (%)					Severidad (%)				
	TA	CHHT	CMSS	CMHR	C. Medio	TA	CHHT	CMSS	CMHR	C. Medio
12	14,09	26,00	34,89	31,11	22,4,2 <sup>ns</sup>	0,42	0,70	1,00	0,86	4,20 <sup>ns</sup>
16	25,33	27,17	35,50	27,17	40,65 <sup>ns</sup>	0,62	0,69	1,13	0,85	3,00 <sup>ns</sup>
20	41,07 <sup>b</sup>	54,03 <sup>b</sup>	53,97 <sup>a</sup>	58,53 <sup>a</sup>	117,93**	3,12 <sup>b</sup>	4,68 <sup>ab</sup>	4,78 <sup>ab</sup>	5,67 <sup>a</sup>	12,19*
24	60,21 <sup>b</sup>	64,23 <sup>ab</sup>	69,68 <sup>ab</sup>	92,12 <sup>a</sup>	326,21**	6,41	7,15	8,41	10,32	35,45 <sup>ns</sup>
32	63,01	67,23	69,67	91,15	18,29 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>b</sup>	12,07 <sup>ab</sup>	13,97 <sup>ab</sup>	15,60 <sup>a</sup>	56,17**
40	62,85	64,06	85,66	85,54	13,71 <sup>ns</sup>	13,22 <sup>b</sup>	15,94 <sup>ab</sup>	16,39 <sup>ab</sup>	19,25 <sup>a</sup>	43,42**
48	94,64	93,74	94,52	95,11	10,68 <sup>ns</sup>	14,24	15,65	16,30	17,30	11,07 <sup>ns</sup>
57	92,04	91,97	93,62	94,62	22,27 <sup>ns</sup>	13,60 <sup>b</sup>	14,12 <sup>ab</sup>	16,38 <sup>ab</sup>	16,01 <sup>a</sup>	21,10*
66	87,24 <sup>b</sup>	88,93 <sup>ab</sup>	90,24 <sup>ab</sup>	91,87 <sup>a</sup>	43,32*	12,75	13,37	15,26	16,04	27,41 <sup>ns</sup>
75	91,64 <sup>b</sup>	91,68 <sup>ab</sup>	94,03 <sup>ab</sup>	95,40 <sup>a</sup>	69,67**	15,19	14,01	16,45	19,23	39,61 <sup>ns</sup>
84	97,99	97,73	96,85	98,46	22,09 <sup>ns</sup>	20,02 <sup>ab</sup>	16,01 <sup>b</sup>	23,00 <sup>ab</sup>	25,68 <sup>a</sup>	66,01**
93	98,38	98,11	98,00	98,81	25,15 <sup>ns</sup>	20,54 <sup>a</sup>	19,22 <sup>b</sup>	24,79 <sup>ab</sup>	26,70 <sup>a</sup>	70,71**
102	94,01	99,05	90,50	99,56	14,66 <sup>ns</sup>	24,16 <sup>a</sup>	22,15 <sup>b</sup>	25,42 <sup>a</sup>	29,80 <sup>a</sup>	40,62*

Cuadro A35. Promedios de Incidencia y Severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en frijol común en dos sistemas de cultivos, durante dic/76-feb/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Edad del cultivo (días)	Fecha	Incidencia (%)		Severidad (%)	
		F	F+N	F	F+N
26	26 XII 77	10,50 <sup>a</sup>	10,50 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>
38	7 I 77	12,21 <sup>a</sup>	13,99 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>
44	13 I 77	15,84 <sup>a</sup>	10,00 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>
52	21 I 77	19,76 <sup>a</sup>	17,94 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>
61	30 I 77	16,96 <sup>a</sup>	15,93 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>
66	4 II 77	25,54 <sup>a</sup>	21,60 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>
73	11 II 77	23,99 <sup>a</sup>	21,95 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>	0,84 <sup>b</sup>
79	17 II 77	50,93 <sup>a</sup>	43,66 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>	2,99 <sup>a</sup>
88	26 II 77	55,50 <sup>a</sup>	58,51 <sup>a</sup>	4,13 <sup>a</sup>	4,00

Cuadro A36. Análisis de varianza de incidencia de mancha angular (*Isariopsis gliseola*) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calc.
Repeticiones	3	1542,174	514,058	1,34 <sup>ns</sup>
Labranzas	3	230,648	76,883	0,20 <sup>ns</sup>
Error (a)	9	3452,794	383,644	
Sistemas	1	320,316	320,316	3,31 <sup>ns</sup>
Labranza x sistema	3	116,213	38,723	0,40 <sup>ns</sup>
Error (b)	12	1160,175	96,681	
Muestra	8	68614,053	8576,757	9,16**
Muestra x labranza	24	5703,900	237,663	0,25 <sup>ns</sup>
Muestra x Sistema	8	710,595	89,824	0,10 <sup>ns</sup>
Error (c)	216	202239,356	936,293	

Cuadro A37. Prueba de DMS para comparaciones de medias de incidencia de mancha angular en frijol común en labranzas de suelo, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Labranzas de Suelo		Sistemas de Cultivos		Muestreos			
TA	24,56 <sup>a</sup>	F	25,81 <sup>a</sup>	1.	10,55 <sup>a</sup>	6	24,07 <sup>a</sup>
CMHT	24,59 <sup>a</sup>	F+M	23,70 <sup>a</sup>	2.	12,65 <sup>a</sup>	7	22,97 <sup>a</sup>
CHSS	26,17 <sup>a</sup>			3.	12,92 <sup>a</sup>	8	47,30 <sup>b</sup>
CHSR	23,69 <sup>a</sup>			4.	18,85 <sup>a</sup>	9	57,01 <sup>b</sup>
				5.	16,45 <sup>a</sup>		

Cuadro A38. Análisis de varianza de Severidad de mancha angular (*Isariopsis ariscoza*) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calc.
Repeticiones	3	15,807	5,269	2,30 <sup>ns</sup>
Labranzas	3	7,852	2,617	1,13 <sup>ns</sup>
Error (a)	9	20,822	2,314	
Sistemas	1	2,189	2,189	3,04 <sup>ns</sup>
Factor Labr. x Sist.	3	1,023	0,341	0,47 <sup>ns</sup>
Error (b)	12	8,643	0,720	
Muestra	8	572,852	71,607	24,31**
Muestra x Labr.	24	44,777	1,865	0,63 <sup>ns</sup>
Muestra x Sist.	8	9,011	1,126	0,38 <sup>ns</sup>
Error (c)	216	636,308	2,946	

Cuadro A39. Prueba de DMS para comparaciones de medias de Severidad de mancha angular en frijol común en labranzas de suelo, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Labranzas de Suelo		Sistemas de Cultivos		Muestreos	
TA	1,14 <sup>a</sup>	F	1,32 <sup>a</sup>	1. 0,17 <sup>a</sup>	6. 1,09 <sup>a</sup>
CMNT	1,27 <sup>a</sup>	F+H	1,14 <sup>a</sup>	2. 0,23 <sup>a</sup>	7. 0,86 <sup>a</sup>
CMSS	1,40 <sup>a</sup>			3. 0,19 <sup>a</sup>	8. 3,53 <sup>b</sup>
CMSR	1,03 <sup>a</sup>			4. 0,54 <sup>a</sup>	9. 4,07 <sup>b</sup>
				5. 0,38 <sup>a</sup>	

Cuadro N<sup>o</sup> 40. Coeficientes de determinación de los modelos de regresión de mancha angular (*Isariopsis griseola*) en frijol común en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Indíces	Lineal	Cuadrática	Raíz cuadrada	Logarítmica	Semi-logarítmica
Sistemas de cultivos:					
I. F	0,75*	0,88**	0,87**	0,80*	0,63
I. F+M	0,71*	0,92**	0,89**	0,72*	0,57
S. F	0,65	0,85**	0,83**	0,89**	0,52
S. F+M	0,65	0,90**	0,86**	0,74*	0,51
Labranzas de suelo:					
I. TA	0,68*	0,76*	0,77*	0,72*	0,58
I. CMMT	0,68*	0,90**	0,88**	0,60	0,54
I. CMSS	0,79*	0,89**	0,86**	0,74*	0,57
I. CMSR	0,70*	0,87**	0,83**	0,85**	0,58
S. TA	0,59	0,72*	0,72*	0,57	0,48
S. CMMT	0,62	0,80**	0,79*	0,70	0,50
S. CMSS	0,64	0,90**	0,86**	0,79*	0,50
S. CMSR	0,62	0,90**	0,85**	0,87**	0,48

Cuadro A41. Promedios de Incidencia (%) y Severidad (%) de roya (*Uromyces phaseolae*) en frijol común en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Se indican cuadrados medios y significancias. Turrialba, Costa Rica.

	61 días		66 días		73 días		79 días		88 días	
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
<b>Sistemas de cultivos:</b>										
F	27,42 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	70,57 <sup>a</sup>	5,09 <sup>a</sup>	57,57	3,10	86,15	11,58	74,91	7,51
F+H	21,18 <sup>b</sup>	0,41 <sup>b</sup>	57,94 <sup>b</sup>	2,67 <sup>b</sup>	53,39	2,70	79,81	6,14	71,04	5,98
<b>Labranzas de suelo:</b>										
TA	35,32 <sup>a</sup>	0,99 <sup>a</sup>	67,20	4,98	69,60	3,87 <sup>a</sup>	89,90	12,40 <sup>a</sup>	67,57	5,53 <sup>b</sup>
CHHT	19,67 <sup>c</sup>	0,41 <sup>c</sup>	62,85	4,91 <sup>a</sup>	55,63	2,92 <sup>b</sup>	83,87	7,21 <sup>b</sup>	61,17	4,89 <sup>b</sup>
CHSS	23,26 <sup>b</sup>	0,68 <sup>b</sup>	68,46	4,11 <sup>a</sup>	52,58	2,85 <sup>b</sup>	85,06	10,15 <sup>a</sup>	78,98	7,61 <sup>ab</sup>
CHSR	18,05 <sup>c</sup>	0,35 <sup>c</sup>	58,52	2,42 <sup>b</sup>	50,02	1,97 <sup>c</sup>	74,09	5,66 <sup>b</sup>	85,77	9,95 <sup>a</sup>
<b>F.V. Cuadrados medios por muestreo de cada edad del cultivo</b>										
Sistemas	139,92**	15,08**	488,86**	104,07**	51,75	4,56	144,24	220,22	75,35	18,84
Labranza de suelo	220,21**	9,00**	63,70	21,05**	102,81	16,51**	166,37	77,47*	980,18	27,98*
Sist. x Lab.	45,01	0,30	24,69	2,46	92,50	3,66	42,62	11,52	197,64	15,41

Cuadro A42. Análisis de varianza de incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calc.
Repeticiones	3	3181,605	1060,535	5,56*
Labranzas	3	1659,311	553,104	2,91 <sup>ns</sup>
Error (a)	9	1710,072	190,008	
Sistemas	1	1631,849	1631,849	9,35**
Factor Lab. x Sist.	3	263,101	287,700	1,65 <sup>ns</sup>
error (b)	12	2095,353	174,613	
Muestra	4	64303,186	16075,797	2,89*
Muestra x Labranza	12	5013,571	417,798	0,08 <sup>ns</sup>
Muestra x Sist.	4	451,445	112,861	0,02 <sup>ns</sup>
Error (c)	108	600702,841	5562,063	

Cuadro A43. Prueba de DMS para comparaciones de medias de incidencia de roya del frijol común en labranzas de suelo, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

	Labranzas	Sistemas de Cultivos	Muestreos
TA	64,53 <sup>a</sup>	F 63,22 <sup>a</sup>	1. 24,30 <sup>b</sup>
CMMT	56,63 <sup>a</sup>	F+M 56,83 <sup>b</sup>	2. 64,27 <sup>a</sup>
CMSS	61,59 <sup>a</sup>		3. 55,48 <sup>ab</sup>
CMSR	57,33 <sup>a</sup>		4. 82,81 <sup>a</sup>
			5. 73,27 <sup>a</sup>

Cuadro A44. Análisis de varianza de Severidad de roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común en el tiempo, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

M.F.V. S. Par.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calc.
Repeticiones	3	241,607	80,536	11,80**
Labranzas	3	87,008	29,003	4,25*
Error (a)	9	61,431	6,826	
Sistemas	1	166,060	166,060	11,03**
Factor Lab x Sist.	3	10,437	3,479	0,23 <sup>ns</sup>
Error (b)	12	180,629	15,052	
Muestra	4	1346,665	336,666	9,76**
Muestra x Trat.	12	257,907	21,492	0,56 <sup>ns</sup>
Muestra x Sist.	4	130,313	34,828	0,91 <sup>ns</sup>
Error (c)	108	4141,002	38,352	

Cuadro A45. Prueba de DMS para comparaciones de medias de Severidad de roya en frijol común en labranzas de suelos, sistemas de cultivos y muestreos, durante dic/76-feb/77. Turrialba, Costa Rica.

Labranzas de Suelo		Sistemas de Cultivos		Muestreos	
TA	5,553 <sup>a</sup>	F	5,616 <sup>a</sup>	1.	0,006 <sup>a</sup>
GMNT	3,008 <sup>b</sup>	F+N	3,578 <sup>b</sup>	2.	3,879 <sup>b</sup>
GMSS	5,078 <sup>a</sup>			3.	2,899 <sup>b</sup>
GNRS	3,869 <sup>b</sup>			4.	8,856 <sup>d</sup>
				5.	6,745 <sup>c</sup>

Cuadro A46. Coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de los modelos de regresión de la roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común en dos sistemas de cultivos y cuatro labranzas de suelo, durante dic/76-feb/77. Se indican significancias. Turrialba, Costa Rica.

Indíces	Lineal	Cuadrática	Raíz Cuadrada	Logaritmo	Semilogaritmo
Sistemas de cultivos:					
I. F	0,52	0,71	0,72	0,55	0,55
I. F+M	0,66	0,83	0,83	0,65	0,70
S. F	0,51	0,60	0,60	0,61	0,53
S. F+M	0,84	0,88*	0,88*	0,75	0,86
Labranzas de Suelo:					
I. TA	0,41	0,77	0,78	0,48	0,45
I. CMNT	0,42	0,79	0,79	0,49	0,46
I. CMSS	0,60	0,71	0,71	0,60	0,62
I. CMSR	0,81	0,83	0,84	0,72	0,82
S. TA	0,51	0,69	0,69	0,57	0,54
S. CMNT	0,31	0,57	0,55	0,69	0,65
S. CMSS	0,63	0,68	0,68	0,69	0,65
S. CMSR	0,91*	0,94*	0,94	0,84	0,89*