

2000 73

100 02

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
INVESTIGACION AGRICOLA REGIONAL NUEVE

CONVENIO ICA CORPOICA - CIRAD-FLHOR

PROYECTO UE/CSI CT930028

ECOFISIOLOGIA DE LOS PLATANOS EN ZONA DE ALTITUD DE COLOMBIA EN
RELACION CON SU SUSCEPTIBILIDAD A LAS CERCOSPORIASIS

INFORME FINAL

ELABORADO POR : JORGE ALBERTO VALENCIA MONTOYA
MARTA CECILIA AGUIRRE GAVIRIA

MANIZALES, DICIEMBRE DE 1997

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. LOCALIZACIÓN	2
2.1 EN LA FASE I	2
2.2 EN LA FASE II	3
3. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LOS SITIOS DE EXPERIMENTACIÓN.	3
4. CONDICIONES FÍSICOQUÍMICAS DE LOS SUELOS.	4
5. PERSONAL DE APOYO	7
6. EXPERIMENTOS ADELANTADOS	7
7. AVANCES EN LA EXPERIMENTACIÓN	9
7.1 EPIDEMIOLOGÍA DE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet (Sigatoka Negra) y <i>M. musicola</i> Leach (Sigatoka Amarilla) EN PLÁTANO (<i>Musa</i> AAB).	9
7.2 EPIDEMIOLOGÍA DE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet (Sigatoka Negra) Y <i>M. musicola</i> Leach (Sigatoka Amarilla) EN SIETE GENOTIPOS DE MUSACEAS, FASE II.	29
7.3 PROGRESO DE LAS SIGATOKAS NEGRA Y AMARILLA EN FUNCIÓN DEL HOSPEDERO.	74
7.4 ESTUDIOS DE COMPONENTES ECOFISIOLÓGICOS SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD DE PLÁTANO Y BANANO A <i>Mycosphaerella fijiensis</i> FASE I Y II.	89
7.5 MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA FASE I Y II	105
Anexo 1	124
Anexo 2	125

INDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Condiciones climáticas de los sitios de experimentación	5
Tabla 2. Resultados de análisis de muestras de suelo de los sitios experimentales Fases I y II.	6
Tabla 3. Personal participante en el proyecto Fases I y II	8
Tabla 4. Formulario para el registro de la información epidemiológica de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> y <i>M. musicola</i> , en siete genotipos de musáceas.	14
Tabla 5. Variables de crecimiento en plantas del ensayo de epidemiología de las Sigatocas Negra y Amarilla en plátano.	15
Tabla 6. Variables de crecimiento en plantas del ensayo de epidemiología de las Sigatocas Negra y Amarilla en plátano.	16
Tabla 7. Variables de desarrollo en plantas del ensayo de epidemiología de las Sigatocas Negra y Amarilla en plátano.	18
Tabla 8. Variables de producción en plantas del ensayo de epidemiología de las Sigatocas Negra y Amarilla en plátano.	19
Tabla 9. Comportamiento de la Sigatoka Negra y Amarilla en diferentes localidades, en el genotipo Hartón y Dominico Hartón.	21
Tabla 10. Reacción reportada a las Sigatocas Negra y Amarilla, de los siete genotipos de plátano y banano evaluados.	33
Tabla 11. Resultados de análisis de muestra de suelos del sitio experimental. Finca Campoalegre, vereda la Ceiba, municipio Fresno, departamento del Tolima, 1997.	34
Tabla 12. Promedios de las variables de crecimiento y desarrollo de los siete genotipos en estudio en Fresno-Tolima, a una altura de 1.250 m.s.n.m., 1996-1997.	40
Tabla 13. Promedio de las variables epidemiológicas para cada enfermedad por genotipo estudiado en Fresno-Tolima, a 1.250 m.s.n.m. 1996-1997.	44

	Pág.
Tabla 14. Promedio semanal de temperatura mínima, media y máxima, de la humedad relativa y la precipitación acumulada semanal presente en la finca Montelindo, vereda La Ceiba, municipio de Fresno Tolima, 1.250 m.s.n.m.	47
Tabla 15. Promedios de las estacas de desarrollo de Sigatoka Negra en siete genotipos de musáceas, Fresno-Tolima, 1.250 m.s.n.m.	64
Tabla 16. Promedio semanal de conidios capturados/cm ² de <i>Paracercospora fijiensis</i> y <i>Pseudocercospora musae</i> en siete genotipos de musáceas afectadas por Sigatoka Negra y Amarilla y las condiciones climáticas: temperatura mínima y precipitación imperantes en la semana anterior al muestreo.	68
Tabla 17. Promedio del número de conidios capturados/cm ² de <i>Paracercospora fijiensis</i> y <i>Pseudocercospora musae</i> por genotipo en plantas donde están coexistiendo la Sigatoka Negra y Sigatoka Amarilla. Finca Campoalegre, vereda La Ceiba.	70
Tabla 18. Promedio del ratio de esporulación de <i>Paracercospora fijiensis/Pseudocercospora musae</i> , en siete genotipos de musáceas. Fresno-Tolima, 1.250 m.s.n.m.	71
Tabla 19. Variables de crecimiento, correspondientes a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las Sigatokas Negra y Amarilla en función del hospedero.	77
Tabla 20. Variables de crecimiento, correspondientes a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las Sigatokas Negra y Amarilla en función del hospedero.	78
Tabla 21. Variables de desarrollo, correspondientes a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las Sigatokas Negra y Amarilla en función del hospedero.	79
Tabla 22. Variables de producción, correspondiente a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las Sigatokas Negra y Amarilla en función del hospedero.	80
Tabla 23. Comportamiento de las Sigatokas Negra y Amarilla en diferentes genotipos de musáceas y pisos altitudinales.	83

Tabla 24.	Variables de crecimiento, correspondiente a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con susceptibilidad de los plátanos a las Sigatocas Negra y Amarilla.	92
Tabla 25.	Variables de crecimiento, correspondiente a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con susceptibilidad de los plátanos a las Sigatocas Negra y Amarilla.	93
Tabla 26.	Variables de desarrollo en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con susceptibilidad de los plátanos a las Sigatocas Negra y Amarilla.	94
Tabla 27.	Variables de producción, en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con susceptibilidad de los plátanos a Sigatocas Negra y Amarilla.	95
Tabla 28.	Comportamiento de diferentes materiales de musáceas frente a la Sigatoka Negra y Amarilla en diversas condiciones ecológicas.	98
Tabla 29.	Variables de crecimiento y desarrollo y producción correspondientes al ensayo de manejo de Sigatoka Negra. Albania, Tolima. Fase I.	110
Tabla 30.	Evolución de la enfermedad en los diferentes tratamientos de manejo. Albania. Fase I.	113
Tabla 31.	Variables de crecimiento y producción en el ensayo de evaluación de métodos de control y manejo de la Sigatoka Negra. Albania. Fase II.	118
Tabla 32.	Progreso de la Sigatoka Negra bajo diferentes métodos de control y manejo de la enfermedad. Albania. Fase II.	120

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de la Sigatoka Negra en el genotipo Hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Tulenapa, Carepa-Antioquia. 25 msnm.	23
Figura 2. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de la Sigatoka Negra en el genotipo Dominico Hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Albania, Mariquita-Tolima. 800 msnm.	24
Figura 3. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de las Sigatokas Negra y Amarilla en el genotipo Dominico Hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en La Normal, Falan-Tolima. 1175 msnm.	25
Figura 4. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de la Sigatoka Amarilla en el genotipo Dominico Hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en La Margarita, Palestina-Caldas. 1350 msnm.	26
Figura 5. Fluctuación semanal del ratio de incubación y evolución de la Sigatoka Negra sobre la Sigatoka Amarilla en el genotipo Dominico Hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en La Normal, Falan-Tolima. 1175 msnm.	28
Figura 6. Fluctuación semanal del ratio de incubación y evolución de la Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo Mbouroukou de la precipitación acumulada semanal y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm.	48
Figura 7. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo Fougamou de la precipitación y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm.	49
Figura 8. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo Dominico Hartón de la precipitación y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm.	50

- Figura 9. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo FHIA 1 de la precipitación y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm. 51
- Figura 10. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo Guineo, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm. 52
- Figura 11. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo Gros Michel, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm. 53
- Figura 12. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de Sigatoka Negra sobre Sigatoka Amarilla en el genotipo Bocadillo, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno-Tolima. 1250 msnm. 54
- Figura 13. Fluctuación semanal de la HMJM y del estado de evolución de la Sigatoka Negra, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Tulenapa, Carepa- Antioquia. 25 msnm. 85
- Figura 14. Fluctuación semanal de la HMJM y del estado de evolución de la Sigatoka Negra, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Albania, Maniquita- Tolima. 860 msnm. 86
- Figura 15. Fluctuación semanal de la HMJM y del estado de evolución de las Sigatokas Negra y Amarilla, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Normal, Falan- Tolima. 1175 msnm. 87
- Figura 16. Fluctuación semanal de la HMJM suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Negra, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en Tulenapa, Carepa- Antioquia. 25 msnm. 99
- Figura 17. Fluctuación semanal de la HMJM suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Negra, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Albania, Maniquita- Tolima. 860 msnm. 100

- Figura 18. Fluctuación semanal de la HMJM suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Negra, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Normal, Falan-Tolima. 1175 msnm. 101
- Figura 19. Fluctuación semanal de la HMJM, suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Amarilla, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Normal, Falan-Tolima. 1175 msnm. 102
- Figura 20. Fluctuación semanal de la suma bruta en hoja cuatro de la Sigatoka Negra en el genotipo Dominico Hartón en el ensayo de manejo Fase I. Albania, Mariquita-Tolima. 860 msnm. 114
- Figura 21. Fluctuación semanal del estado de evolución de la Sigatoka Negra en el genotipo Dominico Hartón en el ensayo de manejo Fase I. Albania, Mariquita-Tolima. 860 msnm. 115
- Figura 22. Fluctuación semanal de la suma bruta en hoja cuatro estado de evolución de la Sigatoka Negra en el genotipo Dominico Hartón en el ensayo de manejo Fase II. Albania, Mariquita-Tolima. 860 msnm. 121
- Figura 23. Fluctuación semanal del estado de evolución de la Sigatoka Negra en el genotipo Dominico Hartón en el ensayo de manejo Fase II. Albania, Mariquita-Tolima. 860 msnm. 122

ECOFISIOLOGÍA DE LOS PLÁTANOS EN ZONA DE ALTITUD EN COLOMBIA, EN RELACIÓN CON SU SUSCEPTIBILIDAD A LAS CERCOSPORIASIS

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano en Colombia se constituye en un renglón de primera importancia desde el punto de vista alimentario y social. Se calcula un área de siembra de 400.000 hectáreas, generando una producción de 2.5 millones de toneladas que suplen las necesidades energéticas de un amplio grupo de la población.

La zona Andina presenta el 70% del área cultivada y la producción, concentrado un amplio grupo de población colombiana consumidora, lo cual hace de ésta, la más importante desde el punto de vista de seguridad alimentaria.

Desde su aparición en el Urabá en el año 1981, la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, se ha dispersado a lo largo y ancho del país afectando y reduciendo la producción en las plantaciones de plátano Hartón y amenazando en la actualidad a los cultivos de Dominico hartón, localizados en la zona cafetera, puesto que se ha detectado su presencia en la zona marginal baja de esta importante región, en donde entra en competencia con la Sigatoka Amarilla *Mycosphaerella musicola* que se considera endémica.

Evaluar el potencial invasor y destructor de la Sigatoka Negra justifica el desarrollo de trabajos encaminados a mejorar el conocimiento epidemiológico y el manejo de esta enfermedad.

2. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Se ha considerado para el cumplimiento de los objetivos del proyecto la realización de dos fases de investigación:

2.1 EN LA FASE I

A partir de marzo de 1995, se buscó ubicar los ensayos en sitios con las siguientes características:

- Sitio con dominancia de sigatoka negra
- Sitio en donde se presenta la Sigatoka Negra y amarilla
- Sitio con dominancia de Sigatoka Amarilla

Se seleccionaron los siguientes lugares:

- Centro de Investigaciones Tulenapa, a 25 m.s.n.m. Carepa, Antioquia.
Sitio con dominancia de Sigatoka Negra.
- Normal Fabio Lozano Torrijos, a 1175 m.s.n.m. Falán, Tolima.
Sitio de transición con presencia de sigatokas amarilla y negra
- Parcelación La Albania, a 860 m.s.n.m. Mariquilla, Tolima.
Sitio de transición con dominancia de la Sigatoka Negra.
- Finca La Margarita, a 1350 m.s.n.m. Palestina, Caldas.
Sitio con presencia de Sigatoka Amarilla

2.2 EN LA FASE II

Con el fin de complementar las observaciones realizadas en la Fase I, se decidió establecer una nueva etapa de los estudios correspondientes a la epidemiología de las sigatocas negra y amarilla en zona de transición, para lo cual se ubicó un experimento en la finca Campoalegre, vereda La Ceiba, municipio de Fresno, Tolima. El lugar de experimentación está situado a 1250 m.s.n.m., con una temperatura que fluctúa entre 18 y 25°C, con una humedad relativa entre 65 y 100%, y una precipitación anual promedio de 1800 mm.

Por otra parte, se estableció un nuevo ciclo del experimento de manejo de la Sigatoka Negra, para lo cual se montó un ensayo en la parcelación La Albania, ubicada a 860 m s.n.m., municipio de Fresno, Tolima.

3. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LOS SITIOS DE EXPERIMENTACIÓN

Se efectuó un seguimiento de las variables temperatura, lluvia y en algunos casos humedad relativa en los diferentes sitios de experimentación, correspondientes a la Fases I y II de Investigación. De esta manera se puede evaluar el posible efecto del clima sobre las variables de crecimiento y desarrollo de las plantas y la Sigatoka Amarilla y negra. Las variables temperatura y lluvia, según los diferentes investigadores registran la mayor influencia sobre el comportamiento de ambos patógenos.

Durante el periodo de registro en las diferentes localidades se presentaron fallas en los equipos, generando interrupciones en los registros de las variables meteorológicas consideradas.

En la Tabla 1., se presentan los datos generados correspondientes a los registros meteorológicos promedios de los sitios de experimentación considerados en las Fases I y II.

4. CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUELOS

En la Tabla 2., se presentan los resultados del análisis de las muestras de suelo tomadas en las localidades consideradas, correspondientes a las Fases I y II del proyecto.

Con excepción de Tulenapa, los suelos se caracterizan por ser de textura franco arenosa, alta disponibilidad de materia orgánica, bajo contenido de fósforo, medio a alto contenido de potasio. El aluminio está alto en las localidades seleccionadas para la Fase II, asociado con un pH bajo, lo cual hizo necesaria la aplicación inicial de cal dolomítica, en cantidad de 500 g/sitio. El calcio y magnesio presentan contenidos medios a bajos en Albania, La Normal, La Margarita y Fresno.

En Tulenapa con suelos de textura franco arcilloso limoso hay disponibilidad alta de Ca y Mg y media de Boro. En las demás localidades el contenido de Boro es bajo.

Las condiciones físico químicas del suelo permitirían el establecimiento del cultivo del plátano, realizando labores de drenaje en el caso de Tulenapa y la aplicación de los elementos deficitarios de acuerdo con el análisis de suelo, en todas las localidades.

Tabla 1. Condiciones climáticas de los sitios de experimentación.

Municipio*	Altitud m.s.n.m.	Período de registros Semana			Temperatura en °C			Lluvia acumulada promedio mm/semana
		1995	1996	1997	Minima	Máxima	Media	
Carepa	25	48	22		24.00	30.31	26.95	63.44
Mariquita	860	1		34	19.68	28.96	25.46	48.51
Falán	1.175	23	44		18.84	25.47	22.26	49.94
Fresno	1.250		51	48	18.40	25.80	21.90	51.00
Chinchiná	1.310	1		1	16.82	27.28	21.02	55.82

Tabla 2. Resultados de análisis de muestras de suelo de los sitios experimentales. Fases I y II

FASE I

Sitio	Municipio	Altitud	Textura	pH	%MO	P(ppm)	Meq/100 g suelo				ppm				
							Al	Ca	Mg	K	Fe	B	Cu	Mn	Zn
Tulnapa	Carapa	25	Franco Arcilloso Limoso	0.2	1.1	5.5	-	14.5	5.0	0.13	120	0.38	4.6	3.2	1.7
Albania	Mariquita	860	Franco Arenoso	5.7	10.2	2.7	0.6	3.0	1.3	0.89	102	0.13	1.8	7.9	1.6
Normal	Falco	1,176	Franco Arenoso	5.8	8.8	1.3	0.3	1.2	0.4	0.50	238	0.13	1.7	6.2	1.3
La Margarita	Palestina	1,350	Franco Arenoso	5.5	5.7	3.7	0.4	4.8	1.5	0.24	227	0.09	5.6	9.6	2.2

FASE II

Sitio	Municipio	Altitud m.s.n.m.	Textura	pH	%M.O	P (ppm)	Meq/100 g suelo			
							Al	Ca	Mg	K
Albania I	Mariquita	860	Franco arenoso	4.9	9.4	3	2.2	1.2	0.5	0.85
Albania II	Mariquita	860	Franco arenoso	5.2	13.3	4	6.7	3.7	1.0	0.42
Camino Alegre	Fresno	1,260	Franco arenoso	4.9	6.7	11	1.3	0.8	0.2	0.36

Método de Análisis

pH: 1 Potenciométrico relación 1:2.5

2 Potenciométrico en agua 1:1

AL: 1 (acidez intercambiable KCl 1N)

2 Yuan absorción atómica

MO: 1 Walkley-Black

2 Walkley-Black colorimétrico

P (ppm): 1 Bray II

2 Bray II colorimétrico

Bases intercambiables: 1 Acetato de amonio normal y neutro

2 Acetato de amonio absorción atómica

5. PERSONAL DE APOYO

En la Tabla 3., se registran los nombres del personal encargado de la ejecución del proyecto en los diferentes sitios de trabajo.

6. EXPERIMENTOS ADELANTADOS

Durante la Fase I se desarrollaron los siguientes experimentos:

- **EPIDEMIOLOGÍA DE *Mycosphaerella fijiensis* MORELET (SIGATOKA NEGRA) Y *M. Musicola* LEACH (SIGATOKA AMARILLA) EN PLÁTANO (*MUSA AAB*)**

Localidades: Tulenapa, Falán, Mariquita y Palestina.

- **PROGRESO DE LAS SIGATOKAS NEGRA Y AMARILLA EN FUNCIÓN DEL HOSPEDERO**

Localidades: Tulenapa, Falán y Mariquita.

- **ESTUDIO DE COMPONENTES ECOFISIOLÓGICOS SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS PLÁTANOS A *Mycosphaerella fijiensis* .**

Localidades: Tulenapa, Falán y Mariquita.

- **PRÁCTICAS DE MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA**

Localidades: Tulenapa y Mariquita.

Tabla 3. Personal participante en el proyecto Fases I y II

Nombre	Grado Académico	Especialidad	Sede	Entidad
Victor M. Merchán Ejecutor Fase I	I.A. Ph.D	Fitopatología	Manizales	ICA
Maria Ruby Orozco Profesional de campo	I.A.	Agronomía	C. I. Tulenapa Tulenapa	CORPOICA
Miguel Darío Colonia G. Recolector datos de campo	Estudiante	Agronomía	C. I. Tulenapa	Univ. Nacional
René Arango G. Recolector datos de campo	Estudiante	Agronomía	C. I. Tulenapa	Univ. Nacional
Cristóbal Chaverri C. Práctico Agrícola	Bachiller		C. I. Tulenapa	Corpoica
Luis Eduardo Zuluaga Auxiliar de Investigación	Bachiller Agrícola		Manizales	Corpoica
Orlando Becerra A. Recolector datos de campo	Bachiller Agrícola		Falán	Normal Fabio Lozano Torrijos
Rodrigo Hernández Recolector datos de campo	Bachiller Agrícola		Falán	Normal Fabio Lozano Torrijos
Fabio Osorio Recolector datos de campo	Estudiante Bachiller		Armenia	Particular
Maria Victoria Valencia	Secretaria		Manizales	Corpoica
Diva Elsa Ramírez C.	Secretaria		Manizales	Corpoica
Gloria Inés López H.	Secretaria		Armenia	Corpoica
Jorge Alberto Valencia M.	I.A.	Garnoplasma	C. I. El Agrado	Corpoica
Marta Cecilia Aguirre G.	I.A. Estudiante	Fitopatología	C. I. Nataima	Corpoica

Durante la Fase II se desarrollaron los siguientes experimentos:

- EPIDEMIOLOGÍA DE *Mycosphaerella fijiensis* MORELET (SIGATOKA NEGRA) Y *M. musicola* LEACH (SIGATOKA AMARILLA) EN SIETE GENOTIPOS DE MUSÁCEAS.

Localidad: Fresno.

- ESTUDIOS DE COMPONENTES ECOFISIOLÓGICOS SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS PLÁTANOS A *Mycosphaerella fijiensis*.

Localidades: Fresno y Albania

- PRÁCTICAS DE MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA

Localidad: Albania

7. AVANCES EN LA EXPERIMENTACIÓN

- ### 7.1 EPIDEMIOLOGÍA DE *Mycosphaerella fijiensis* MORELET (SIGATOKA NEGRA) Y *M. musicola* LEACH (SIGATOKA AMARILLA) EN PLÁTANO (MUSA AAB), FASE I.

7.1.1 Justificación

Las variedades comerciales de plátano y banana, cultivadas en la actualidad son susceptibles a la Sigatoka Negra (*M. fijiensis*) y a la Sigatoka Amarilla (*M. musicola*).

Luego de la aparición de la Sigatoka Negra en Urabá en el año 1981, se hace necesario el estudio del comportamiento epidemiológico de la enfermedad en función

de la altitud y el clima en las diferentes localidades seleccionadas y la evaluación del efecto sobre el crecimiento y producción del cultivo de plátano. La información obtenida permitirá proyectar en el tiempo la posible evolución de la Sigatoka Negra en la zona cafetera, en competencia con la Sigatoka Amarilla la cual es endémica en las zonas plataneras de la Región Andina.

7.1.2. Objetivo General

- Evaluar el efecto del clima y la altitud sobre el progreso individual y en conjunto de *M. fijiensis* y *M. musicola*.

7.1.3. Objetivos Específicos

- Cuantificar en cada altitud los períodos de tiempo para la expresión y ubicación en la planta de los diferentes estados de desarrollo de las dos enfermedades, en función de las condiciones climáticas imperantes en cada una de las fases del ciclo de la planta.
- Relacionar la producción de cuerpos fructíferos y severidad de las dos enfermedades con las condiciones climáticas
- Evaluar el efecto de los dos patógenos sobre variables de crecimiento, desarrollo, y producción de plátano.

7.1.4 Materiales

Semilla: Colino agujas de plátano Hartón en Tulempa y plátano Dominico hartón en las restantes localidades.

Fertilizantes: Cloruro de Potasio (60% K_2O), MAP (11% de N y 56% de P_2O_5) y Cal Dolomítica. Se efectuaron fertilizaciones en las fases de emisión de hoja 5. (30% dosis), hoja 15 (50% dosis) y hoja 30 (20% dosis).

Insecticidas: Aldicarb y Carbofuran para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).

Herbicidas: Glifosato

7.1.5 Métodos

En cada sitio experimental se evaluaron 30 matas de plátano, sembradas en tres surcos con 10 plantas cada uno, a una distancia de 1.5m entre plantas y 3.0m entre surcos.

Se efectuaron lecturas dos veces por semana de las siguientes variables.

- **Variables del hospedante**

- Estado de desarrollo de la hoja cigarro o candela (Escala de Brun, 1963 citado por INIBAP, 1977).
- Número total de hojas emitidas con más de 10 cm de ancho en la sección media.

- Tasa de emisión foliar dos veces por semana "TEFS".
 - Número de hojas activas (aparentemente sanas y manchadas) presentes por planta "NHA".
 - Duración en días hasta secamiento o agobio de cada hoja "VH".
 - Altura delseudotallo en época de floración "AS".
 - Perímetro delseudotallo a 1 m del nivel del suelo en época de floración "PS".
 - Duración en días de los períodos de siembra a floración "PSF" y de siembra a cosecha "PSC".
 - Variables de producción: Peso del racimo con 20 cm de raquis desde la primera mano, número de manos y dedos por racimo.
-
- **Variables de la enfermedad**
-
- Estado de desarrollo de la Sigatoka Amarilla "SA" (cinco estados según Brun (1963)) y posición en las hojas afectadas.
 - Estados de desarrollo de Sigatoka Negra "SN" (seis estados según escala de E. Foure, 1986), posición de las hojas afectadas. La evolución de los estados de "SA" y "SN" se efectuó en hojas seleccionadas en estado de desarrollo 2, correspondiente a cigarro.
 - Índice de severidad de tejido necrosado según la escala de Stover, modificado por Gauhi en 1984 (Gauhi, 1990).
 - Hoja más joven manchada "HMJM" (manchas en estado 4 para "SA" y estado 5 para "SN").

Para el seguimiento de las anteriores variables se empleará el formulario modelo de la Tabla 4.

- **Variables del clima**

- Temperatura diaria (mínima "TMIN", máxima "TMAX" y media "TMED").
- Humedad relativa diaria "HR".
- Precipitación diaria en mm "LL".
- Duración de la lluvia en horas "H-LL".
- Días con lluvia "D-LL".

7.1.6 Resultados

7.1.6.1 Variables del hospedero

En las Tablas 5 y 6, se presentan los datos finales correspondientes a las variables de crecimiento del hospedero en las localidades consideradas. Al respecto se observa que la mayor altura promedio de planta en el clon Dominico hartón, se registra en la Margarita con 3.97 m. La menor altura de planta se presentó en Albania con 2.82 m. En Tulenapa en donde se cultiva el clon Hartón, se registró una altura promedio de 3.33 m.

Tabla 5. Variables de crecimiento en plantas del ensayo de epidemiología de las sigatokas negra y amarilla en plátano

REP	Altura (m)				Perímetro (cm)			
	TUL	FAL	ALB	MAR	TUL	FAL	ALB	MAR
1	3.05	3.45	2.48	3.86	51	54	45	61
2	3.46	3.72	2.95	3.99	58	54	52	61
3	3.47	3.53	2.89	4.03	57	56	52	61
X	3.33	3.58	2.82	3.97	55	55	50	61

REP: Repetición
 TUL: Tulenapa
 FAL: Fañán
 ALB: Albania
 MAR: Margarita

Tabla 6. Variables de crecimiento en plantas del ensayo de epidemiología de las sigatocas negra y amarilla en plátano

REP	*Hojas funcionales a floración				Hojas manchadas a floración			
	TUL	FAL	ALB	MAR	TUL	FAL	ALB	MAR
1	9.8	10.9	8.1	10.8	6.7	5.9	3.9	5.8
2	11.0	10.1	8.8	11.1	7.4	4.9	4.3	6.1
3	11.0	10.1	8.4	11.0	6.6	5.4	3.9	6.4
X	10.6	10.3	8.4	11.0	6.9	5.3	4.0	6.1

REP: Repetición

TUL: Tulenepa

FAL: Falén

ALB: Albania

MAR: Margarita

En relación al perímetro del pseudotallo los valores correspondientes fueron de 61 cm para la Margarita, 50 cm en Albania y 55 cm en Falán, el valor correspondiente al clon Hartón cultivado en Tulenapa fue de 55 cm.

En cuanto al número de hojas funcionales a floración se observa que en La Margarita se alcanza un promedio de 11, seguido de Falán con 10.3 y Albania con 8.4, correspondientes al clon de plátano Dominico hartón. En Tulenapa, zona de cultivo del clon de plátano Hartón, el valor correspondiente fue de 10.6 hojas.

El número de hojas manchadas a floración fue de 6.1, 10.6, y 4.0, para La Margarita, Falán y Albania, respectivamente; en Tulenapa se contabilizaron 6.9 hojas manchadas a floración.

Se debe anotar que el registro del número de hojas manchadas correspondiente a la Margarita tiene como origen el ataque de la Sigatoka Amarilla, en contraste con lo ocurrido en Falán en donde se presenta una etapa de competencia entre la Sigatoka Negra y la Sigatoka Amarilla.

El registro de las variables de desarrollo se presenta en la Tabla 7. El mayor periodo de siembra a recolección para el clon Dominico hartón se presentó en La Margarita con 476 días y el menor en La Albania con 460 días, en este caso se observa que hay una relación directa entre la altitud y la duración del ciclo de cultivo. El menor ciclo de la planta se presentó en Tulenapa con un promedio de 380 días, correspondiente al Clon Hartón.

En la Tabla 8, se observan las variables de producción. Al respecto se observa que en la Margarita se obtuvo el mayor peso promedio de racimo con 15.0 kg, seguido por el obtenido en Falán con 14.1 kg, y Albania con 12.0 kg. En estas localidades,

Tabla 7. Variables de desarrollo en plantas del ensayo de Epidemiología de las sigatokas negra y amarilla en plátano

REP	Siembra a floración (Días)				Floración a cosecha (Días)				Siembra a cosecha (Días)			
	TUL	FAL	ALB	MAR	TUL	FAL	ALB	MAR	TUL	FAL	ALB	MAR
1	288	360	402	352	86	116	102	128	374	476	504	480
2	298	353	341	360	77	111	102	127	374	464	442	487
3	307	360	336	349	86	115	104	112	393	466	440	460
X	288	354	358	354	83	114	102	122	380	468	480	476

REP: Repetición

TUL: Tulenapa

FAL: Falán

ALB: Albania

MAR: Margarita

Tabla 8. Variables de producción en plantas del ensayo de epidemiología de las sigatocas negra y amarilla en plátano

REP	Total hojas emitidas				Peso racimo (kg)			
	TUL	FAL	ALB	MAR	TUL	FAL	ALB	MAR
1	38.8	38.0	42.0	34.0	13.0	14.3	12.0	14.7
2	39.0	38.0	40.0	34.6	14.4	12.7	12.1	15.3
3	39.0	38.0	40.0	34.0	13.3	15.5	11.9	15.0
X	38.9	38.0	40.0	34.0	13.5	14.1	12.0	15.0

REP: Repetición

TUL: Tulenapa

FAL: Falán

ALB: Albania

MAR: Margarita

la variedad de plátano cultivada es el clon Dominico Hartón. En Tulenapa en donde se cultiva el clon de plátano Hartón, se obtuvo un peso promedio de 13.5 kg.

7.1.6.2 Progreso de las Sigatocas negra y amarilla

Este se evaluó estableciendo los correspondientes periodos de Incubación, Evolución y Desarrollo de las Sigatocas negra y amarilla, así como la duración del periodo de manchado de la hoja, considerando tanto la Sigatoka Amarilla como a la Sigatoka Negra.

En la Tabla 9, se puede observar como el periodo de incubación de la Sigatoka Negra se incrementa a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar, registrando una fluctuación promedio de 21.43 días en Tulenapa hasta 29.74 días en Falan.

El periodo de evolución registró un mínimo de 23.40 días en Falan y un máximo de 25.86 días de Albarilla. En cuanto al periodo de desarrollo, los valores respectivos en las localidades evaluadas estuvieron relacionados de manera directa con la altitud, registrando valores promedios de 45.35 días en Tulenapa y 52.82 días en Falan.

La duración promedio del periodo de manchado por sigatoka en las hojas presentó valores que se incrementaron con la altitud, con registros de 32.04 días en Tulenapa y 54.47 días en Falan.

La duración de la hoja fue menor en baja altitud, es así como en Tulenapa se registró una vida promedio de 75.46 días, valor que se incrementó con la altura, presentando en Falan una duración promedio de 103.84 días.

Tabla 9. Comportamiento de la Sigatoka Negra y amarilla en diferentes localidades, en el genotipo Hartón y Dominico Hartón.

		Periodo promedio (Días)					
Localidad	Sigatoka	Incubación	Evolución	Desarrollo	Mancha	Duración hoja	% duración de hoja con mancha
Tulenapa	Negra	21.43	23.87	45.35	32.04	75.46	42
Albaria	Negra	23.80	25.86	49.48	37.81	86.85	44
Fañon	Negra	29.74	23.40	52.82	56.47	103.84	52
Fañon	Amarilla	35.12	29.75	62.66	32.81	103.84	32
Margarla	Amarilla	31.66	27.23	58.91	87.15	144.11	60

Al relacionar el período de duración del manchado de la hoja con su duración total, se observa que con el incremento en altitud se aumenta el porcentaje de tiempo en el cual la hoja es afectado por la enfermedad en el estadio de mancha. Los valores respectivos fluctuaron entre el 42% en Tulenapa al 52% en Falan.

En la Tabla 9, se observa el comportamiento registrado por la Sigatoka Amarilla en las localidades de La Margarita y Falan, esta última con presencia también de Sigatoka Negra. Al respecto, el menor período de incubación se registró en La Margarita, ubicado a una mayor altitud que Falan, situación que también se presenta con el período de evolución y desarrollo. Este comportamiento indica la adaptación que presenta la Sigatoka Amarilla a las condiciones de altitud como las registradas en la zona cafetera, en donde esta enfermedad es endémica.

El período promedio de duración de la mancha causada por la Sigatoka Amarilla es de 32.8 días en Falan y de 87.15 días en La Margarita, situación que está relacionada con la mayor duración de la hoja en esta última localidad con un promedio de 144.11 días. El porcentaje del período de manchado de hoja por Sigatoka Amarilla en relación a la duración promedio de la hoja fue de 32% en la localidad de Falan y del 60% en la Margarita.

En relación al período de incubación de la Sigatoka Negra, se observa en las Figuras 1, 2, 3 y 4, el comportamiento de la curva epidemiológica durante el período de registro en las diferentes localidades. Al respecto, se presentaron en Tulenapa, valores mínimos de 14 días y máximos de 29.8 días en el período de incubación. Para Albania y Falan los registros mínimos respectivos fueron de 14.97 y 20.88 días y los registros máximos de 41.83 y 40.20 días, respectivamente.

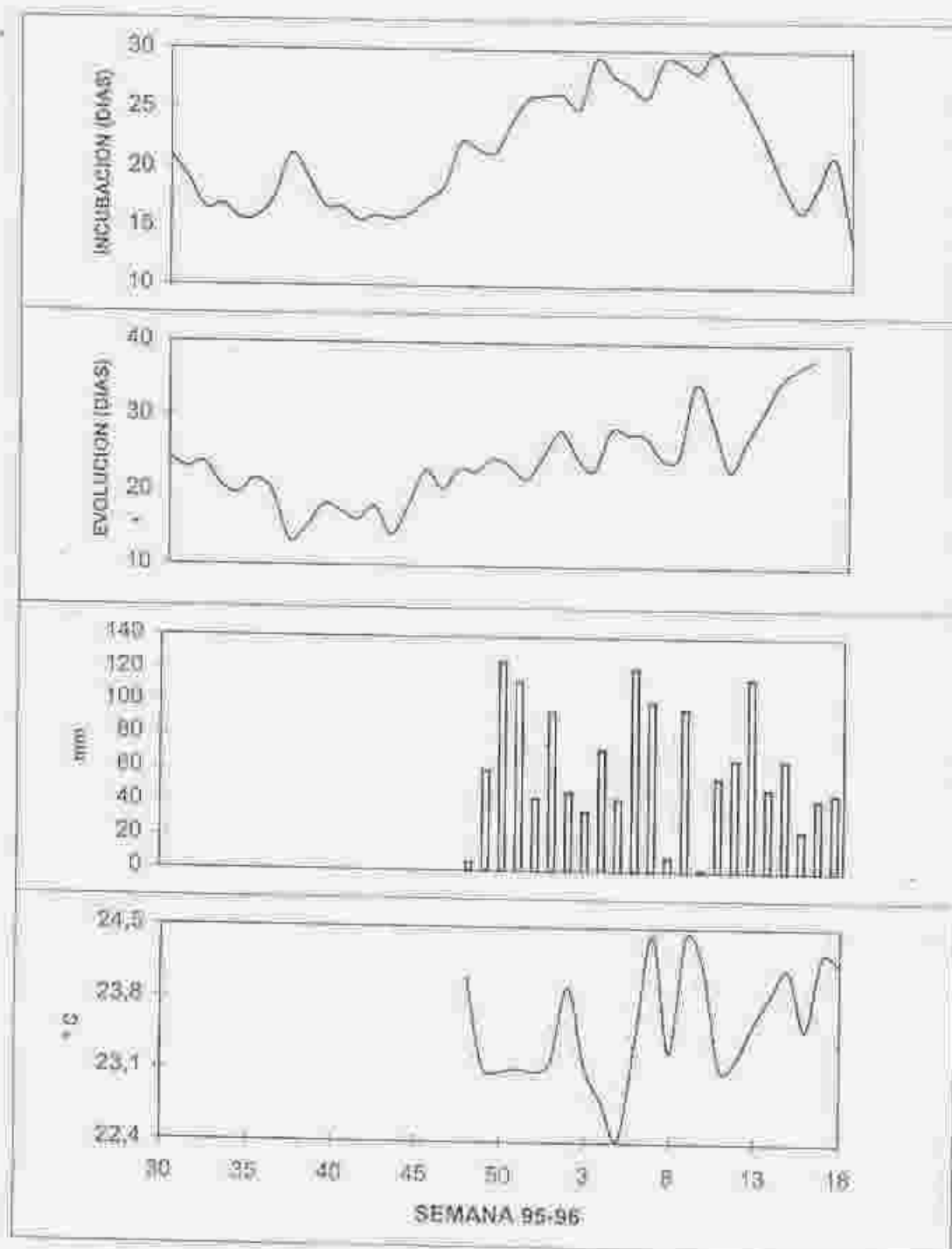


Figura 1. Fluctuación semanal del período de incubación y evolución de la sigatoka negra en el genotipo Hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Tulanapo, Carepa, Antioquia, 25 mm.

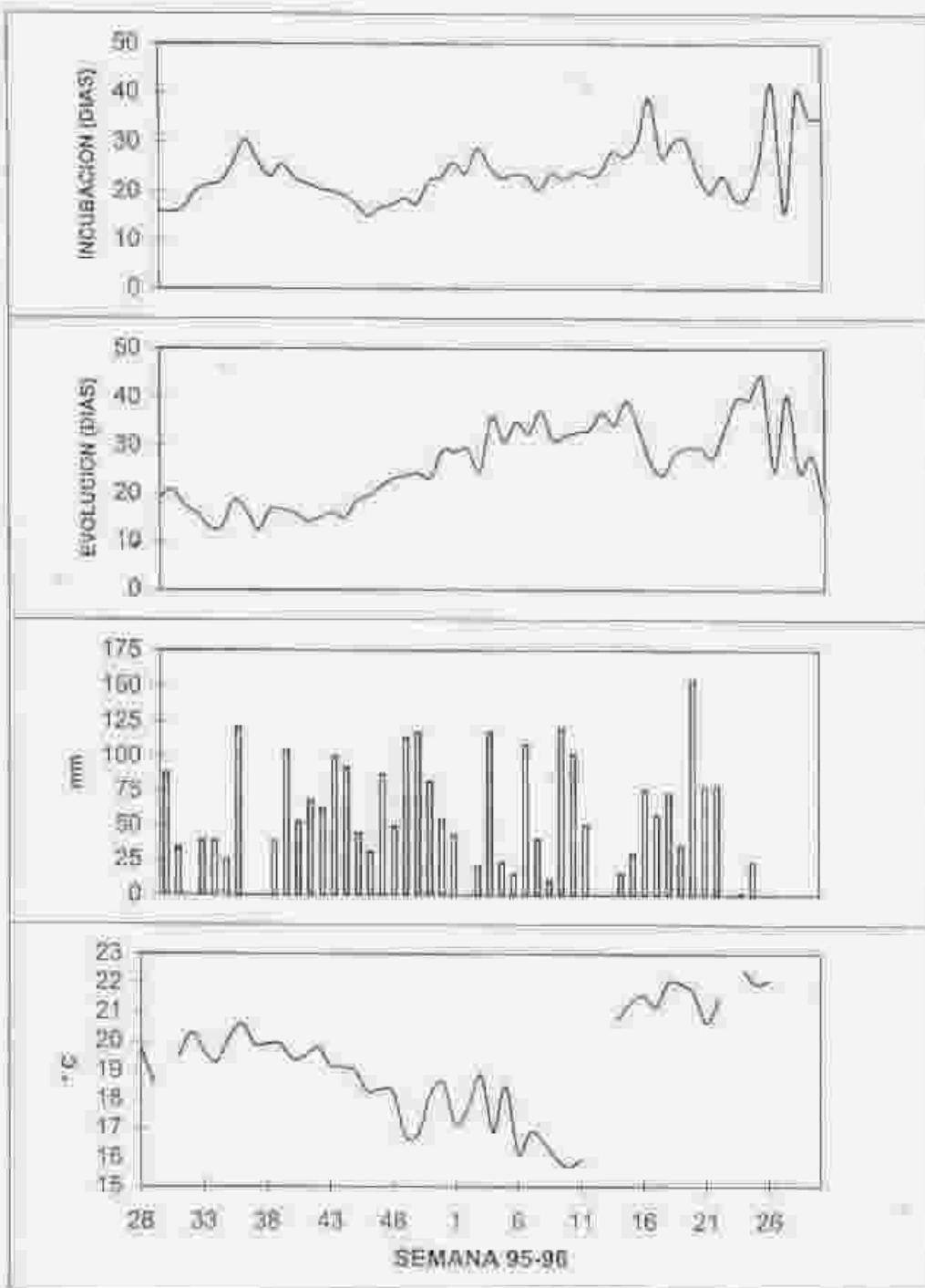


Figura 2. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de la Sigatoka negra en el genotipo Dominico frías. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Albania, Marqullia, Tollma 880 masn.

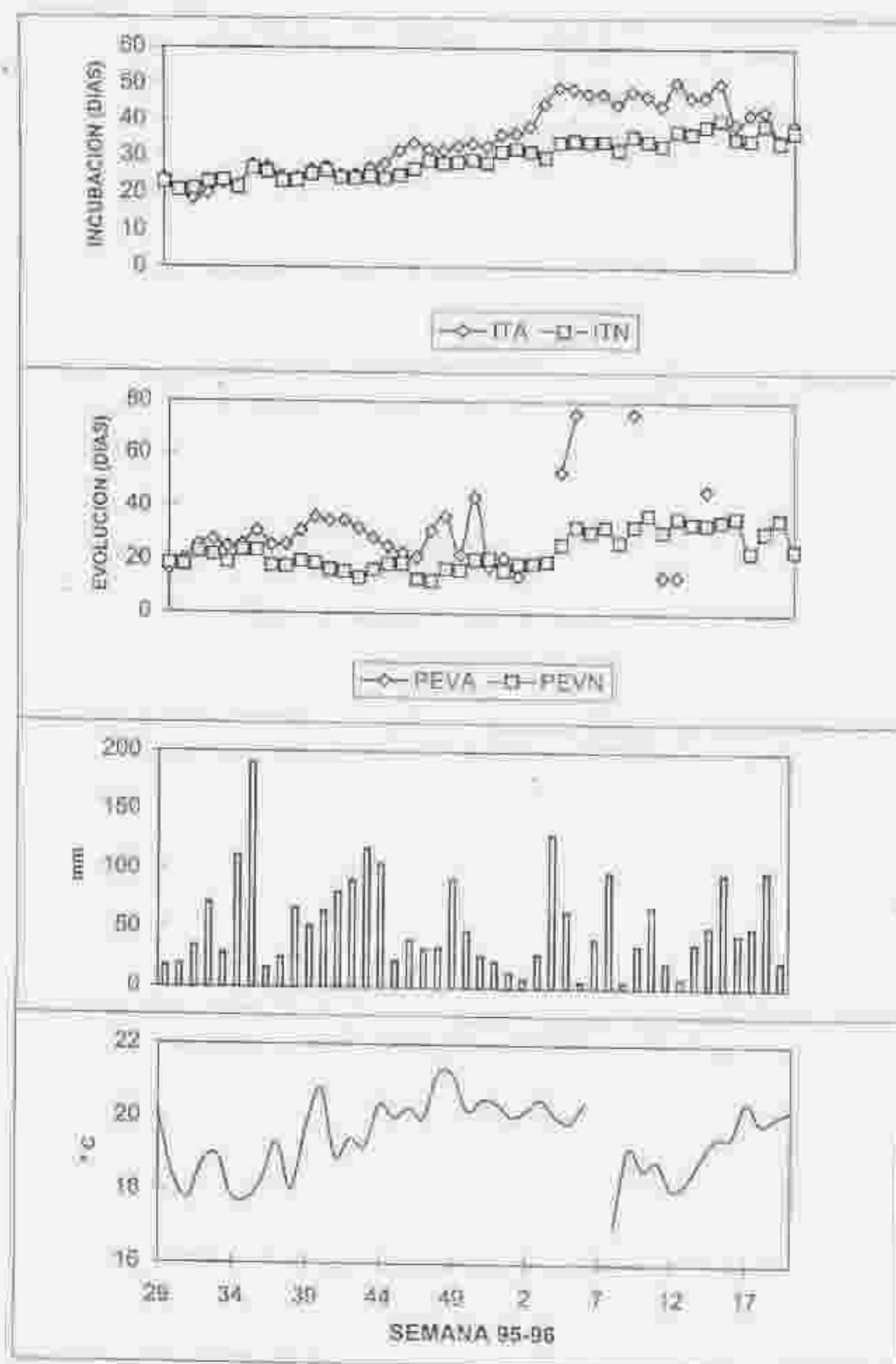


Figura 3. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de las *Sigatoka* negra y amarilla, en el genotipo *Dominica hartón*. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en La Normal, Fajón, Talimá, 1175 msnm.

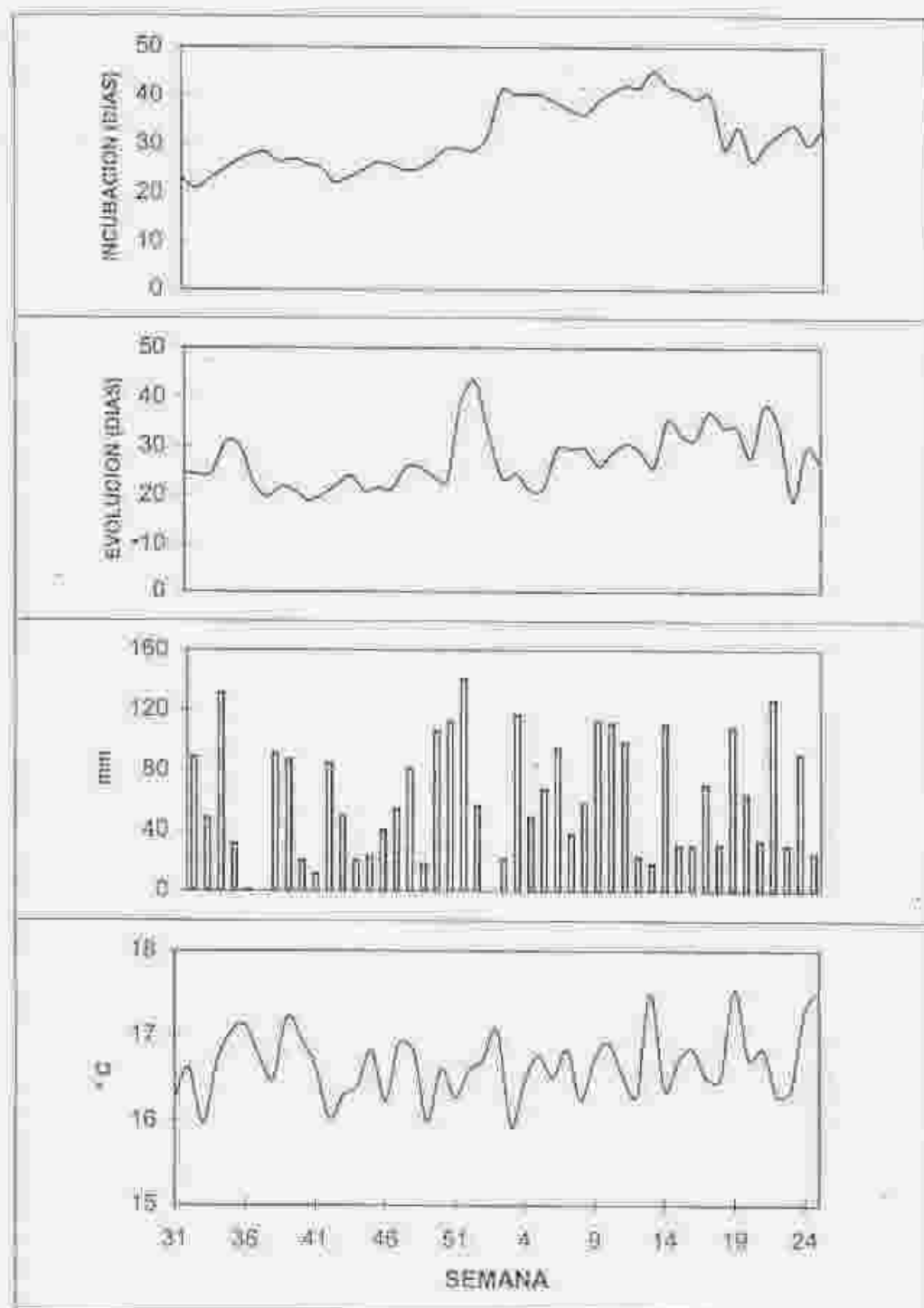


Figura 4. Fluctuación semanal del periodo de incubación y evolución de la Sigatoka amarilla en el genotipo Dominicano hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio en La Margarita, Palesina, Caldas, 1350 msnm.

El período de evolución de la Sigatoka Negra presentó fluctuaciones durante la época de estudio, registrando en Tulenapa valores mínimos de 13.46 días y máximas de 38 días. En Albania y Falan, los registros mínimos respectivos fueron de 12.45 y 12.24 días y máximos de 44.00 y 36.83 días, respectivamente.

En relación a la Sigatoka Amarilla, el comportamiento registrado en las localidades de Falan y La Margarita, indica que se presentaron variaciones en los períodos de incubación y evolución de la enfermedad dependiendo de la época considerada. En Falan, el período de incubación fluctuó con valores mínimos de 18.50 días y máximos de 50.77 días. En la localidad de la Margarita, los valores respectivos fueron de 20.96 y 45.13 días.

En cuanto a la evolución de la Sigatoka Amarilla, se registró en Falan un período mínimo y máximo de 16.13 y 75.56 días, respectivamente. En la Margarita la fluctuación estuvo entre un mínimo de 18.95 días y un máximo de 43.33 días.

Con los datos obtenidos en la localidad de Falan, se efectuó el cálculo del ratio para el período de incubación y evolución de la Sigatoka Negra sobre la Sigatoka Amarilla, el cual permite observar el comportamiento de las dos enfermedades en el tiempo. Al respecto, en la Figura 5, se observa el ratio correspondiente al período de incubación, con valores inferiores a 1, lo cual es un indicativo del establecimiento progresivo de la Sigatoka Negra en la localidad. Igual tendencia se observa al analizar el ratio correspondiente al período de evolución de la enfermedad, el cual registra valores inferiores a 1 durante la mayor parte del período de evaluación, con algunas excepciones que corresponden a registros aislados. Lo anterior indica nuevamente la tendencia de establecimiento progresivo por parte de la Sigatoka Negra, superando al daño ocasionado por la Sigatoka Amarilla bajo condiciones de altitud, como ocurre en Falan a 1.175 m.s.n.m.

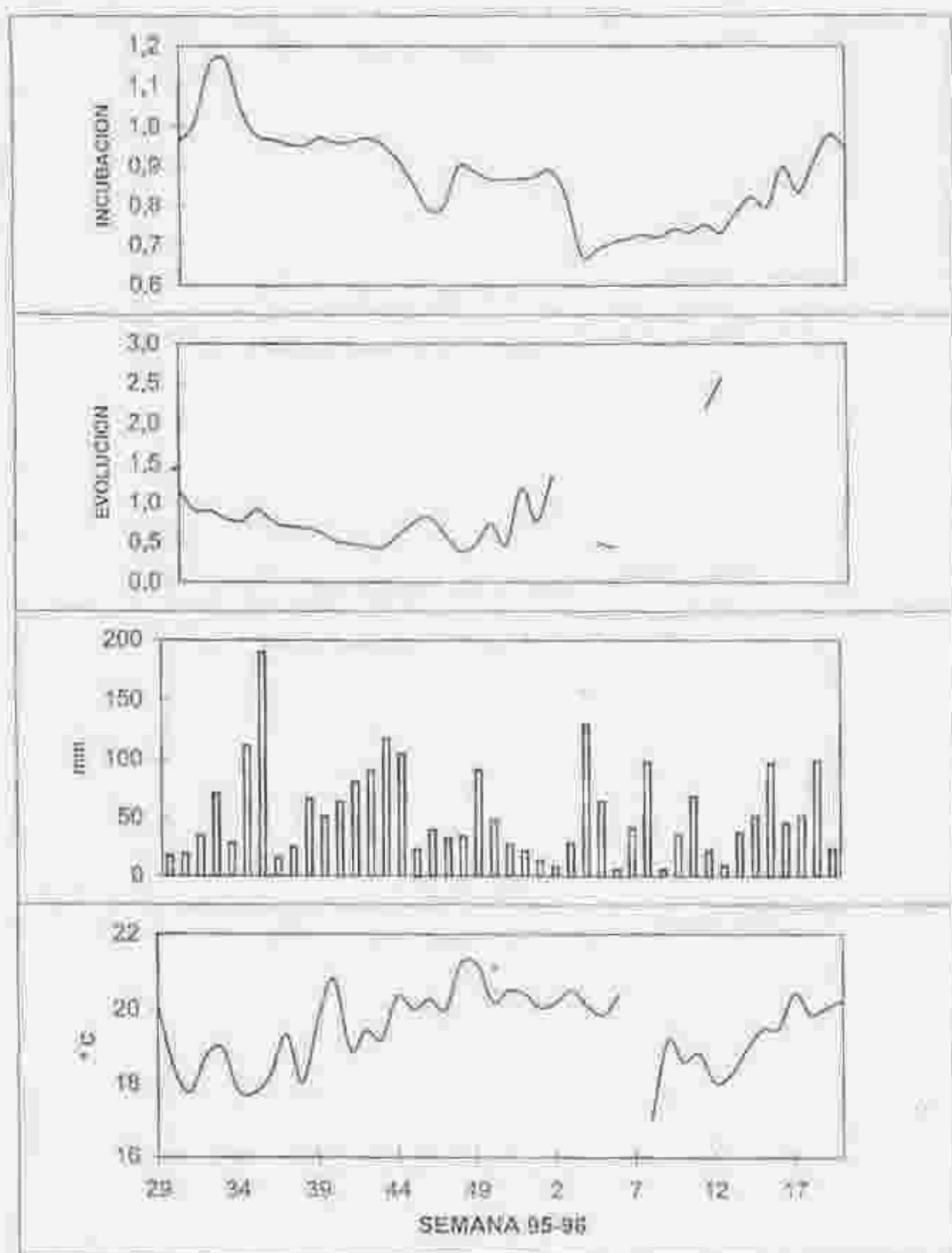


Figura 5. Fluctuación semanal del ratio de incubación y evolución de la sigatoka negra sobre la Sigatoka amarilla en el genotipo Dominico hartón. Precipitación acumulada semanal y temperatura mínima promedio, en La Normal, Jalisco, Toluca, 1175 msnm.

7.2 EPIDEMIOLOGÍA DE *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (SIGATOKA NEGRA) Y *M. musicola* Leach (SIGATOKA AMARILLA) EN SIETE GENOTIPOS DE MUSÁCEAS. FASE II.

En esta Fase se estableció un nuevo estudio de epidemiología, para lo cual se ubicó un sitio en donde estuviesen presentes las dos enfermedades. El lugar seleccionado está situado a siete kilómetros del municipio del Fresno (Tolima), en la vía Manizales (Caldas)- Mariquita (Tolima), en la vereda La Ceiba, finca Campoalegre. La altitud es de 1.250 m.s.n.m., una temperatura que fluctúa entre 18 y 25 °C, una humedad relativa entre 65 y 100% y una precipitación anual promedio de 1.800 mm.

7.2.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de las condiciones climáticas sobre el desarrollo individual y en conjunto de *Mycosphaerella fijiensis* y *Mycosphaerella musicola* en siete genotipos de musáceas (plátano y barano).

7.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la curva de progreso de las enfermedades y establecer la ubicación en la planta de los diferentes estados de desarrollo de las dos enfermedades en función de las condiciones climáticas imperantes durante los periodos de emisión de hojas.
- Relacionar la producción de cuerpos fructíferos (conidios) de los hongos y severidad de las dos enfermedades con las condiciones climáticas.

- Evaluar el efecto de los patógenos sobre las variables de desarrollo, crecimiento y producción de los bananos y plátanos evaluados.
- Determinar la importancia de la fase asexual de cada hongo con respecto a la epidemiología de las enfermedades que provocan.
- Cuantificar la producción de inóculo de cada una de las enfermedades en los diferentes genotipos.
- Desarrollar un método rápido de diagnóstico en el laboratorio de *M. fijiensis* y *M. musicola*.

7.2.3 Materiales

Semilla: Se utilizaron cuernos correspondientes a las siguientes cultivariedades de plátano y banana.

Plátanos: Dominico hartón (Grupo AAB), Mbouroukou 1 (Grupo AAB) y Fougamou (Grupo ABB).

Bananos: Bocadoillo (Grupo AA, subgrupo Sucrier), Gros Michel enano (Grupo AAA, subgrupo Gros Michel), Guineo Negro (Grupo AAA, subgrupo Mullka) y el híbrido Tetraploide FHIA 1 (AAAB).

Fertilizantes: Sobre la base del análisis de suelo se decidió efectuar la aplicación de elementos mayores y enmiendas basados en las siguientes fuentes: Cloruro de Potasio (60% K_2O), MAP (11% N y 53% P_2O_5), Cal Dolomítica, Sulfato de Ca y Mg (Sulcamag) y Gallinaza.

Durante el desarrollo del experimento se efectuaron tres fertilizaciones edáficas en las fases correspondientes a emisión de la hoja número 5 (30% de la dosis), hoja número 15 (50% de la dosis) y hoja número 30 (20% de la dosis). La cal dolomítica se aplicó al momento de la siembra y se efectuó una corrección con la adición de Sulcamag, debido a la presencia de síntomas foliares típicos de deficiencia de Ca y Mg.

Insecticidas: Carbofurán y Clorpirifos

Herbicidas: Glifosato

Elementos de Laboratorio:

Autoclave

Microscopio

Láminas portaobjetos y cubreobjetos

Bisturi y mango para bisturi

Bandejas

Papel secante

Erlenmeyers

Papel aluminio

Jeringas desechables de 5 cc

Agar bacteriológico

Cristal violeta

Discos de streptomycine

Benomyl

Hipoclorito de sodio

7.2.4 Metodología

7.2.4.1 Establecimiento

El experimento se estableció el 18 de septiembre de 1996, para lo cual se efectuó la siembra de las siete cultivariedades, provenientes de semilla asexual (cornos), obtenidos del banco de germoplasma del Centro de Investigación El Agrado, localizado en el corregimiento de Pueblo-Tapado, municipio de Montenegro, departamento del Quindío.

La semilla de los diferentes genotipos correspondió a colinos tipo aguja con edades entre 2 y 3 meses y altura que oscila entre 0.2 y 0.5 metros, con un peso que varía entre 0.5 a 1.0 kg.

En la Tabla 10, se describen algunas de las características de las variedades consideradas, respecto a su reacción reportada a las sigatocas negra y amarilla.

Se efectuó un muestreo de suelo para su respectivo análisis cuyos resultados se muestran en la Tabla 11. La interpretación correspondiente indica que el pH es bajo y hace necesaria la aplicación de Cal dolomítica como enmienda. La materia orgánica se ubica dentro de un rango bajo para las condiciones de la zona cafetera, por lo cual se efectuó la aplicación de gallinaza en dosis de 1 kg/sitio. El Fósforo y el Potasio se ubican en un rango medio, mientras que el Calcio y el Magnesio, presentan un bajo contenido.

Tabla 10. Reacción reportada a las sigatokas negra y amarilla, de los siete genotipos de plátano y banano evaluados

Genotipo	NIVEL DE RESISTENCIA A SIGATOKAS		Subgrupo	Genoma
	Negra	Amarilla		
Mbouroukou 1	Susceptible	Susceptible	Plátano	AAB
Dominico hartón	Susceptible	Susceptible	Plátano	AAB
Fougamou	Parcialmente resistente	Parcialmente resistente	Plátano	ABB
Bocadillo	Parcialmente resistente	Susceptible	Banano	AA
Guineo	Susceptible	Susceptible	Banano	AAA
Gros Michel (Cocos)	Susceptible	Susceptible	Banano	AAA
FHIA 1	Resistente	Inicialmente resistente	Banano	AAAB

Fuente: Belalcázar et al., 1995; CORFOICA, 1995; Merchán, 1994; Merchán, 1996; Lescot, 1997

Tabla 11. Resultados de análisis de muestra de suelos del sitio experimental. Finca Campoalegre, Vereda La Ceiba, municipio de Fresno, departamento del Tolima. 1997.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	MÉTODOS DE DETERMINACIÓN
pH	4.9	Potenciómetro en agua 1:1
Materia orgánica	6.7%	Walkley-Black colorimétrico
Fósforo	11 ppm	Bray II colorimétrico
Potasio	0.36 me/100 g	Acetato de amonio absorción atómica
Calcio	0.8 me/100 g	Acetato de amonio absorción atómica
Magnesio	0.2 me/100 g	Acetato de amonio absorción atómica
Aluminio	1.3 me/100 g	Yuan absorción atómica
Saturación de aluminio	46.9%	Cálculo
Textura	Franco-arenoso	Al tacto

Fuente: Laboratorio: CENICAFÉ, Número de orden: 3418. Septiembre/98

La fertilización química se realizó aplicando una mezcla total por ha/ciclo de 340 kg de MAP y 200 kg de KCL. Para corregir los síntomas de deficiencia de Calcio y Magnesio observados en las plantas de los clones Bocadillo y Guineo se realizó una aplicación generalizada de 100 g/sitio de Sulcamag.

Con el fin de obtener información más confiable sobre las condiciones climáticas, se ubicó en la parcela experimental una estación meteorológica compuesta de higrómetro de registro semanal, pluviógrafo de registro diario y pluviómetro.

7.2.4.2 Diseño experimental

Para evaluar el comportamiento de las siete cultivariedades seleccionadas, se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con siete tratamientos y siete repeticiones, donde los tratamientos son las cultivariedades de plátano Mbouroukou 1, Dominico hartón, Fougamou y los bananos Bocadillo, Cocos, Guineo y FHIA 1. El estudio se ubicó en una zona en donde están coevolucionando las sigatokas amarilla y negra y tiene la característica de ser una región en donde se cultiva banano y plátano principalmente, cuya topografía es pendiente. Se sembraron 500 semillas en curvas a nivel, con una distancia de siembra de 1.5 x 3 m de las cuales 147 plantas corresponden a los clones considerados en los tratamientos y 353 corresponden a plantas susceptibles del clon de plátano Dominico hartón, que rodea a cada uno de los tratamientos para obtener una mayor presión de inóculo de las dos enfermedades. Por cada tratamiento se sembraron 3 plantas y se evaluó la planta central. Para mejor comprensión del patosistema se realizaron lecturas dos veces por semana de las siguientes variables.

7.2.4.3 Variables del hospedante

- Estado de desarrollo de la hoja cigarro o cándela (Escala de Brun, 1963, citado por INIBAP, 1997).
 - Número total de hojas emitidas con más de 10 cm en el segmento medio.
 - Tasa de emisión foliar dos veces por semana "TEFS".
 - Número de hojas activas (aparentemente sanas y manchadas) presentes por planta "NHA".
 - Duración en días hasta secamiento o agobio de cada hoja "VH".
 - Altura delseudotallo en época de floración "AS".
 - Perímetro delseudotallo a 1 m del nivel del suelo en época de floración "PS".
 - Duración en días de los períodos de siembra a floración "PSF" y de siembra a cosecha "PSC".
 - Variables de producción: Peso de racimo con 20 cm de raquis desde la primera mano, número de manos y dedos por racimo.
 - Presencia de otras enfermedades como: Cordana (*Cordana musae* Zimm), Pudrición acuosa delseudotallo (*Erwinia chysanthemi* p.v. *paradisiaca* Victoria y Barros); Moko (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith); Llaga Estrellada (*Rosellinia pepo* Pat.); Elefantiasis, virus y nemátodos.
- Durante el ciclo de producción se evitó remover las hojas infectadas.

7.2.4.4 Variables de la enfermedad

- Estado de desarrollo de Sigatoka Amarilla "SA" (cinco estados según Brun, 1963) y posición en las hojas afectadas.
- Estados de desarrollo de Sigatoka Negra "SN" (seis estados según escala de E. Foure) y posición en las hojas afectadas. La evolución de los estados de "SA" y "SN" se hace en hojas seleccionadas desde la salida del cigarro en estado 2.

- Índice de severidad de tejido necrosado según la escala de Stover, modificado por Gauhl en 1984 (Gauhl, 1990).
- Hoja más joven manchada "HMJM" (manchas en estado 4 para "SA" y estado 5 para "SN").
- Para el seguimiento de las anteriores variables se empleó el formulario modelo de la Tabla 4.

7.2.4.5 Variables del clima

- Temperatura diaria (mínima "TMIN", máxima "TMAX" y media "TMED").
- Humedad relativa diaria "HR".
- Precipitación diaria en mm "LL".
- Duración de la lluvia en horas "H-LL".
- Días con lluvia "D-LL".

7.2.4.6 Cuantificación del inóculo asexual y diagnóstico rápido de las sigatokas negra y amarilla

Con el propósito de cuantificar el inóculo producido por el estado asexual de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (*Paracercospora musae* (Morelet) Deighton) y *Mycosphaerella musicola* Leach (*Pseudocercospora musae* (Zimm) Deighton) en los siete genotipos en estudio, donde están coexistiendo las dos enfermedades, Sigatoka Negra y Sigatoka Amarilla, los cuales son difícilmente diferenciados por medio de síntomas en campo y especialmente en los genotipos Bocadoño, Guineo, Gros Michel y Dominico hartón, se modificó la técnica de Lalancette (1984) citada por Jacome y Schuh (1993). La técnica consiste en tener un dispensador de discos de agar solidificado de 1,26 cm de diámetro. El dispensador consiste de una jeringa desechable de 5 cc 21G 1½, marca Precisión Glide con el extremo posterior

removido para usarla como cilindro. El dispensador es llenado con agar cristal violeta que se elabora de la siguiente forma:

Agar bacteriológico marca oxoid	1.5 g
Benomyl	100 ppm
Cristal violeta	1.0 % **
Streptomycine en discos marca oxoid	10 Ug **
Agua	100 cc.

** Se añadió asépticamente 15 ml de una solución acuosa estéril de cristal violeta al 1.0%, a 100 ml de medio licuado estéril antes de dispensar en las jeringas.

* El disco de streptomycine se añade al medio estéril y se deja por un minuto para luego llenar los dispensadores.

En el lote experimental las conidias de los diferentes materiales en evaluación fueron removidas presionando la superficie del agar contra un área necrosada de la hoja más joven con áreas necróticas. Luego la parte de arriba del agar fue cortado formando discos de agar-cristal violeta de 1-2 mm de espesor, las cuales fueron colocados en láminas porta-objetos que seguidamente se depositaron en bandejas que contenían papel toalla humedecido, con el propósito de hacer cámara húmeda y evitar la deshidratación de los discos de agar-cristal violeta, y poderlas conservar para su posterior lectura. Las conidias fueron identificadas y contadas directamente usando un microscopio marca Olympus (BH-2) con el objetivo 40 x.

La diferenciación de las conidias de sigatocas negra y amarilla se hizo por el marcado hilio que presentaban las esporas de *Paracercospora fijiensis* y que no se presentan en *Pseudocercospora musae*.

7.2.5 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la información registrada entre el 17 de diciembre de 1996 y el 28 de noviembre de 1997. Durante este periodo en cada planta se seleccionó para seguimiento individual, las hojas que cada 3-5 días al emerger, presentan el cigarro o cándela en estado 2. Como consecuencia de esta selección el número de hojas evaluadas en cada una de las 49 plantas a la cual se les llevó el registro, osciló entre 28.71 - 33.00 hojas. (Tabla 12).

7.2.5.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo

En la Tabla 12, se presentan los valores promedios de las diferentes variables de crecimiento y desarrollo de los siete genotipos de musáceas estudiados.

La variable número total de hojas emitidas (NTH), presentó un comportamiento variable de acuerdo al genotipo. El mayor número lo presentó el genotipo Gros Michel (cocos) con 44 hojas en promedio, y el menor número lo tuvo el genotipo Guineo con 37 hojas. De acuerdo con un estudio epidemiológico de las dos sigatocas, localizado a 1.175 m.s.n.m, sobre los genotipos Africa (Mbouroukou1), Bocadoillo, Cocos, Dominico Hartón y Guineo, el NTH fue de 37.2, 33.0, 40.7, 36.8 y 36.7 hojas, respectivamente (Merchán, 1996). Los resultados muestran que a 1.250 m.s.n.m se presentó mayor NTH, situación que pudo deberse al tipo de semilla empleada, puesto que en el experimento realizado a 1.175 m.sn.m. se usó semilla tradicional y a 1.250 semilla de bolsa; sin embargo, no se puede desconocer que los factores edafoclimáticos también hallan influido.

Tabla 12. Promedios de las variables de crecimiento y desarrollo de los siete genotipos en estudio en Fresno-Tolima, a una altura de 1.250 m.s.n.m. 1996-1997.

Genotipo	NTH	NTHE	TEF Días	NHA	VH Días	AS cms	PS cms	PSF Días
Mbouroukou (AAB)	39	30.2	8.3	7.3	77.6	290	50	340
Fougamou (ABB)	39	31.1	9.2	11.3	106.6	360	68	361
Dominico Hartón (AAB)	40	28.8	9.2	7.0	76.5	301	59	360
FHIA-1 (AAAB)	38	28.7	8.3	12.6	121.3	284	67	339
Guineo (AAA)	37	29.5	8.8	6.8	75.1	262	57	331
Gros Michel (cocos) (AAA)	44	33.0	8.4	7.5	79.8	289	69	380
Bocadillo (AA)	38	29.71	8.6	6.3	75.7	291	45	332

- NTH:** Número total de hojas emitidas
NTHE: Número total de hojas evaluadas
TEF: Tasa de emisión foliar
HF: Número de hojas activas (Hojas funcionales)
VH: Vida de la hoja (Duración en días hasta secamiento o agobio)
AS: Altura delseudotallo a fecha de floración
PS: Perímetro delseudotallo a un metro del nivel del suelo en fecha de floración
PSF: Período de siembra a floración

Los plátanos, Fougamou y Dominico Hartón presentaron la mayor tasa de emisión foliar (TEF) con 9.2 días en los dos genotipos, comparados con los cinco genotipos restantes que mostraron una tasa de emisión foliar menor a 8.9 días. En todas las variedades evaluadas se presentaron TEF mínimas de 4 días y máximas de 18 días, con excepción del genotipo Bocadillo que llegó a presentar hasta 21 días de TEF.

Al momento de la floración las variedades que presentaron más de 7.5 hojas funcionales (NHA), fueron los genotipos Fougamou y FHIA-1 con 11.3 y 12.6 hojas, de las cuales por lo menos la mitad estaban libres de manchas de Sigatoka. Las variedades Mbouroukou 1, Dominico Hartón, Guineo, Cocos y Bocadillo mostraron menos de 8 hojas funcionales, con 6.3 y 6.8 hojas respectivamente. Durante todo el periodo vegetativo de las musáceas el rango de hojas activas fluctuó de la siguiente forma: Mbouroukou 1 entre 5 y 10 hojas; Fougamou entre 6 y 14 hojas; Dominico Hartón entre 4 y 9 hojas; FHIA-1 entre 7 y 17 hojas; Guineo entre 4 y 9 hojas; Cocos entre 5 y 9 hojas y Bocadillo entre 4 y 9 hojas. En un estudio de progreso de las dos sigatokas en función del hospedero en tres altitudes (Merchán, 1996), se observa que a 1.175 m.s.n.m. las variedades Africa (Mbouroukou), Bocadillo, Cocos, Dominico Hartón y Guineo con 8.2, 9.0, 10.7, 9.2 y 8.7 hojas activas en promedio respectivamente, presentan mayor número que a 1.250 m.s.n.m. Esto indica que las dos enfermedades fueron más agresivas en las condiciones particulares de microclima de la finca Campalegre, municipio de Fresno-Tolima que en el Colegio Fabio Lozano Torrijos, municipio de Falan a 1.175 mts. también se puede relacionar con condiciones físico-químico del suelo y con el hecho de presentar mayores temperaturas promedio por el fenómeno del niño, disminuyéndose por consiguiente la longevidad de las hojas por genotipo, Tabla 3, como sucedió con el material Dominico Hartón que presentó VH igual a 76.46 días comparado con un VH igual a 87.7 a 1.175 m.s.n.m (Merchán, 1990).

La altura del pseudotallo a fecha de floración (AS), el perímetro del pseudotallo a un metro del nivel del suelo en fecha de floración (PS) y el período de siembra a floración (PSF) de los genotipos tuvieron un comportamiento variable. En la Tabla 12, se registra que Guineo presentó la menor altura de plantas, el menor número de hojas emitidas y por consiguiente la mayor precocidad, mientras que Fougamou se caracterizó por lo opuesto. Al comparar los resultados obtenidos en este experimento con los reportados por Merchán 1996 en el estudio "Progreso de las dos Sigatokas en función del hospedero" realizado a 1.175 mts de altitud, se observa que los genotipos Mbourokou1, Cocos, D. Hartón y Guineo presentaron menor AS en el municipio de Falan, con excepción de Bocadillo y FHIA-1 que presentaron mayor AS. Analizando la variable perímetro del pseudotallo, sucedió todo lo contrario, los siete genotipos presentaron a 1.175 menor PS. El período de siembra a floración (PSF) de los genotipos Mbourokou1, Fougamou y Guineo fue menor que lo reportado a 1.175 m.s.n.m. que es de 352 días. El Dominico Hartón con 350 días, FHIA-1 con 314 días, Cocos con 380 días y Bocadillo con 332 días (Merchán, 1996), son los materiales que presentan mayor PSF a 1.175 metros comparado con lo encontrado en este estudio. Las altas temperaturas presentadas entre el 22 de junio de 1997 y el 20 de septiembre de 1997 hicieron que en Fresno el PSF de Dominico Hartón, Bocadillo y Cocos fuera menor a una altitud mayor a los 1.175 m.

7.2.5.2 Progreso de las Sigatokas en interacción

Los valores de hoja más joven manchada indicadores de la menor intensidad (incidencia y severidad) de las sigatokas se registran en la tabla 13, y allí se observa que Fougamou y FHIA-1 que son los genotipos registrados como resistentes a la Sigatoka Negra Tabla 1, presentan los valores más altos con 8.1 y 6.4 respectivamente. A una altitud de 1.175 m, Fougamou mostró un valor promedio de HMJM de 8.2 y para FHIA-1 de 6.8 (Merchán, 1996) y en otro estudio a 1.420

m.s.n.m. FHIA-1 presentó un valor de 12.3 (Belalcázar et al, 1994). Lo anterior demuestra que a 1.175 m.s.n.m. y 1.250 metros de altitud la presión de inóculo tanto de Sigatoka Negra como de amarilla fue proporcional y que a una altura de 1.420 mts la cantidad de esporas que produjeron enfermedad en las plantas fue menor, corroborándose que a menor altitud, se presentan menores valores de HMJM (Merchán, 1990).

Los registros de la posición de la hoja necrosada (PHN) son menores que los valores de HMJM, Tabla 13. La explicación a esto se debe a que en las variedades resistentes la manifestación inicial de la mancha es tardía y por consiguiente el periodo de desarrollo es mayor.

La evaluación de periodo de incubación (PI), periodo de evolución (PE) y desarrollo (PD) se realizó durante 39 semanas haciendo lecturas dos veces por semana. Las evaluaciones del PI, se iniciaron con la observación del primer síntoma visible de las enfermedades, tanto por el haz como por el envés de la hoja.

El tiempo transcurrido entre el estado dos del cigarro y la aparición de los primeros síntomas (PI) en los siete genotipos evaluados (Tabla 13), fue muy similar tanto para Sigatoka Negra como amarilla. Los promedios en Sigatoka Negra oscilaron entre 21.1 días para el genotipo Bocadillo y 25.1 días para el genotipo FHIA-1. Algo similar sucedió con Sigatoka Amarilla, los periodos de incubación oscilaron entre 21.7 días y 26.5 días. Un estudio realizado a 1.175 m.s.n.m. indicó que en el plátano Dominico Hartón el PI de Sigatoka Negra era de 25.6 días y de Sigatoka Amarilla 29.9 días (Merchán, 1990). Otra referencia indica que a una altura de 1.420m Sigatoka Negra tiene P.I igual a 42.4 días en el genotipo FHIA-1 (Belalcázar, et al, 1994).

Tabla 13. Promedio de las variables epidemiológicas para cada enfermedad por genotipo estudiado en Fresno-Tolima, a 1.250 m.s.n.m. 1996-1997.

GENOTIPO	HMJM	ENFERMEDAD	PHN	P.I Días	P.HG1	PE	PD	PG5 y/o4
Mbolureukou	5.7	Sigatoka Negra	4.9	24.1	3.2	23.2	47.3	34.3
		Sigatoka Amarilla	5.7	26.5	3.4	23.4	49.9	34.2
Fougameou	8.1	Sigatoka Negra	7.9	22.3	3.2	42.2	64.5	43.0
		Sigatoka Amarilla	7.3	24.4	3.2	46.5	70.9	42.1
Dominico Hartón	5.4	Sigatoka Negra	4.7	24.2	2.2	23.2	47.4	34.2
		Sigatoka Amarilla	6.0	25.6	2.4	24.4	50.0	32.3
FHIA-1	6.4	Sigatoka negra	6.4	25.1	3.4	53.1	78.2	48.3
		Sigatoka Amarilla	5.6	24.6	3.4	27.5	52.1	74.1
Guineo	5.6	Sigatoka Negra	4.7	22.0	2.2	21.0	43.0	34.0
		Sigatoka Amarilla	4.8	23.5	2.0	21.0	45.1	33.4
Gros Michel (cocos)	5.5	Sigatoka anegra	4.6	22.3	2.2	20.0	42.3	42.3
		Sigatoka Amarilla	4.6	22.4	2.4	19.7	42.1	42.2
Bocadillo	4.8	Sigatoka Negra	4.5	21.1	2.0	20	41.1	38.2
		Sigatoka Amarilla	4.3	21.7	2.0	19.5	41.2	38.4

HMJM: Hoja más joven manchada

P.H.N: Posición de la hoja necrosada con grado 5 de S.N y grado 4 de S.A.

PI: Período Incubación

P.HG1: Posición de la hoja con grado 1 de Sigatoka Negra y amarilla

P.E: Período de evolución (desde aparición de primeros síntomas-E1-hasta estado "necrosis" E4 y/o E5)

P.D: Período de desarrollo (desde emisión de hoja hasta la aparición del último estado donde se produce inoculo asexual o sexual.

PG5 y/o 4: Período con grado 5 de S.N o grado 4 de S.A. (desde que aparece la primera mancha necrótica hasta la muerte).

En la información obtenida de este experimento se aprecia que la variabilidad genética de los materiales y los factores edafoclimáticos fueron igualmente favorables para que *Mycosphaerella fijiensis* y *M. musicola* iniciaran el proceso de infección en los tres materiales de plátano y los cuatro de banano en forma casi simultánea.

Al analizar la posición de la hoja con grado 1 de Sigatoka y/o amarilla (PHG1) se puede observar que los plátanos Mbouroukou1, Fougamou y el banano FHIA-1 presentaron en promedio hoja 3.4 en comparación a los bananos y el plátano Dominico Hartón, cuya hoja 2.2 fue la que mostró inicialmente los síntomas de las dos enfermedades.

Al observar la Tabla 13, se aprecia que el promedio de PE fue menor para SN en los genotipos de plátano, Mbouroukou1, Fougamou y Dominico Hartón y en el banano Guineo. La diferencia en días entre el PE de SN y SA de estos genotipos fue mínima, como en el caso de Mbouroukou con 0.2 días y el banano Guineo con 0.6 días. La mayor diferencia se presentó en Fougamou que registró el PE de SN igual a 42.2 días y el PE de SA igual 46.5 días.

Con respecto a FHIA-1 reportado como resistente a Sigatoka Negra, éste presentó el PE más alto con 53.1 días y el PE de SA igual a 27.5. Con los bananos cocos y bocadillo se observó que el PE de SA fue menor, sin embargo la diferencia en días con el PE de SN fue mínimo de 0.3 y 0.5 días, respectivamente.

Es importante anotar que el período de evolución de Sigatoka Negra en los genotipos Cocos, FHIA-1 y Bocadillo se evaluó marcando puntos individuales en las hojas y haciendo el seguimiento hasta el estado de mancha (E5), debido a la dificultad que se presentaba para la identificación al llegar al estado 2 ó 3 (E2 o E3),

por la agresividad de la Sigatoka Amarilla que producía mayor número de lesiones en estos genotipos.

El periodo de desarrollo PD, que es la adición el periodo de incubación y de evolución, presenta el mismo comportamiento con respecto a los genotipos evaluados (Tabla 13).

En los genotipos reportados como resistentes a Sigatoka Negra y/o amarilla se presentan los PD más largos, lo cual significa que existe un desarrollo más lento de la enfermedad que en los materiales donde se presenta poca diferencia en los valores.

Las observaciones en campo y en laboratorio permitieron reconocer la presencia de las dos enfermedades en una misma hoja de cada uno de los genotipos en evaluación, así como la coalescencia de síntomas avanzados de las mismas.

7.2.5.3 Análisis de la interacción de las enfermedades

7.2.5.3.1 Información climática.

En la Tabla 14, se registran las variables climáticas correspondientes a precipitación, temperatura mínima, temperatura media, temperatura máxima y humedad relativa registradas desde el 16 de diciembre de 1996 hasta el 31 de agosto de 1997.

a). **Precipitación:** En las Figuras 6-12, se presenta la cantidad total de lluvia por semana que se registró en el sitio experimental durante el tiempo de estudio. En el mes de diciembre se registró un acumulado de 161.8 mm a partir del día 16. Enero, febrero, marzo y abril fueron meses de abundante lluvia, con 351.4 mm, 256.2 mm,

Tabla 14. Promedio semanal de temperatura mínima, media y máxima, de la humedad relativa y de la precipitación acumulada semanal presente en la finca Montelindo, vereda La Ceiba, municipio de Fresno-Tolima 1.250 m.s.n.m.

SEMANA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACIÓN mm
	MINIMA	MEDIA	MAXIMA		
51	18,25	21,52	25,50	74,00	21,50
52	17,86	20,44	23,21	86,29	89,40
1	16,57	18,94	21,79	81,81	51,90
2	17,21	19,94	23,14	83,14	107,50
3	17,07	19,49	22,57	85,14	38,90
4	16,64	19,51	22,64	82,29	85,80
5	16,93	19,96	23,36	83,57	119,70
6	16,57	19,74	23,50	78,86	80,80
7	17,00	20,30	24,00	77,86	86,00
8	17,64	20,99	25,07	80,29	86,40
9	18,21	21,87	26,14	72,71	3,00
10	17,21	20,83	24,79	73,71	25,50
11	18,00	22,30	26,14	73,71	109,50
12	16,93	18,37	20,57	83,71	104,70
13	17,00	19,71	22,50	80,14	0,00
14	17,79	20,09	23,29	83,81	133,10
15	18,21	21,51	24,57	84,29	160,90
16	18,64	21,96	24,43	82,57	51,50
17	18,29	20,86	24,00	84,86	23,50
18	18,79	21,93	25,57	76,71	5,00
19	18,36	22,07	26,07	74,86	9,80
20	18,57	21,51	25,21	81,71	70,50
21	18,00	22,54	26,29	74,00	1,00
22	18,43	21,33	24,21	78,29	90,50
23	18,43	21,37	24,50	83,00	8,70
24	18,07	20,76	24,21	84,57	33,80
25	18,50	21,93	25,79	82,00	47,50
26	18,50	21,94	25,57	82,86	0,00
27	18,79	22,54	26,71	74,14	1,60
28	18,36	22,59	27,07	64,14	0,00
29	18,14	22,73	28,29	54,57	0,00
30	19,29	24,20	29,14	55,71	0,00
31	18,43	23,24	28,14	68,29	0,00
32	19,93	25,04	30,14	62,71	0,00
33	20,29	25,11	29,86	58,71	0,00
34	20,50	25,57	30,71	57,14	0,00

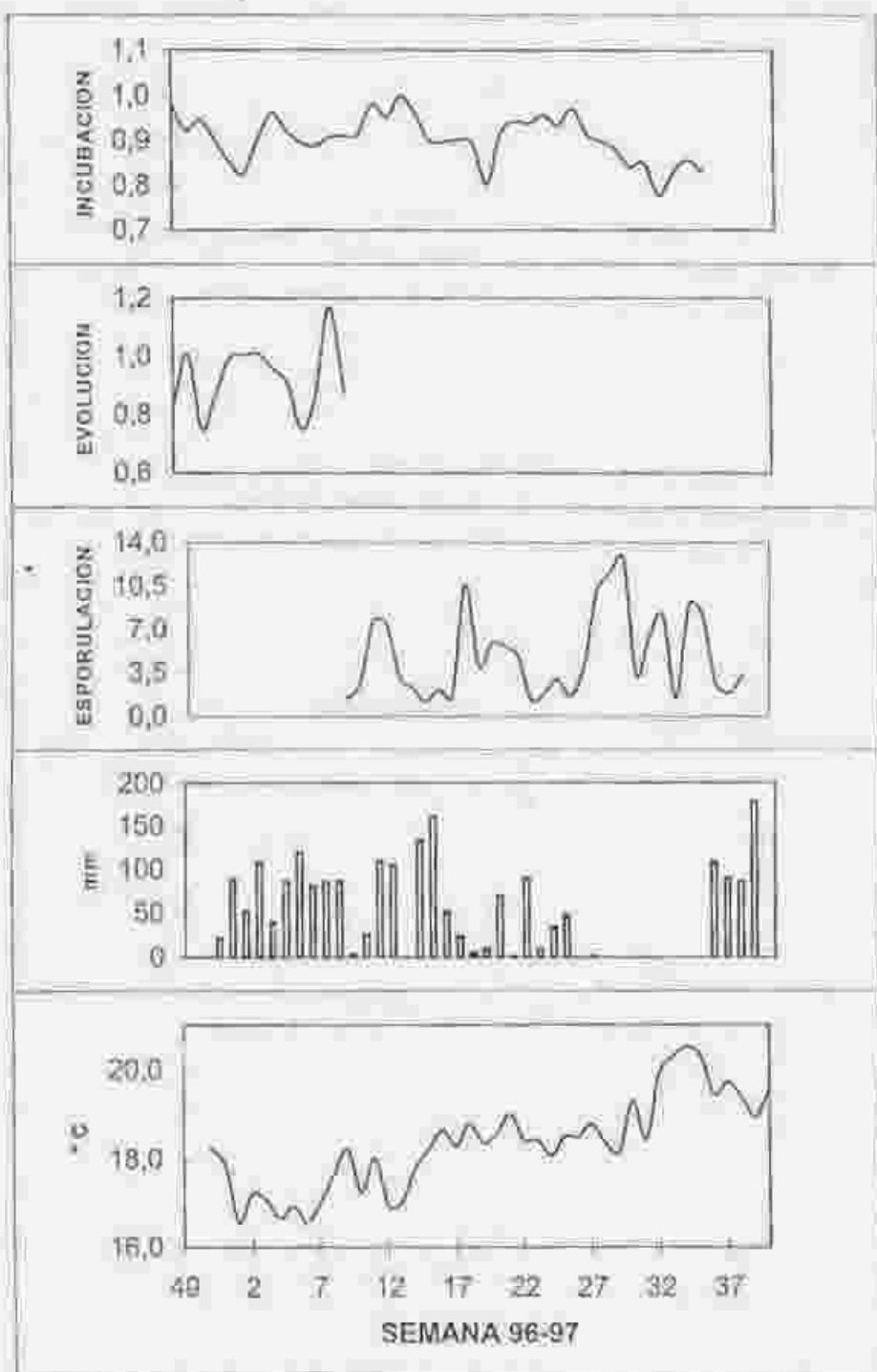


Figura 6. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Mbouroukou**, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Tolima 1250 msnm

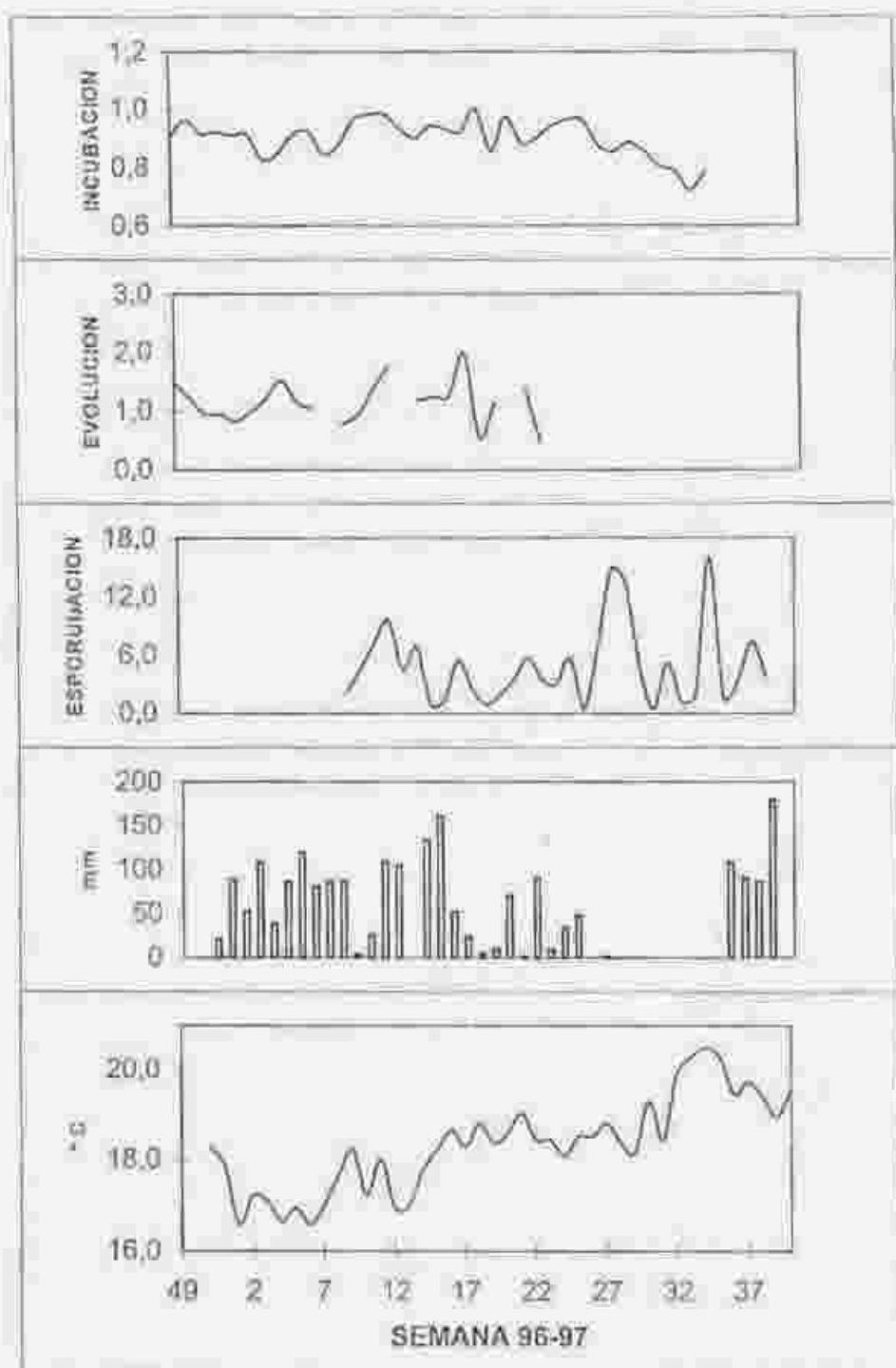


Figura 7: Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Fougamou**, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Toluca, 1250 msnm.

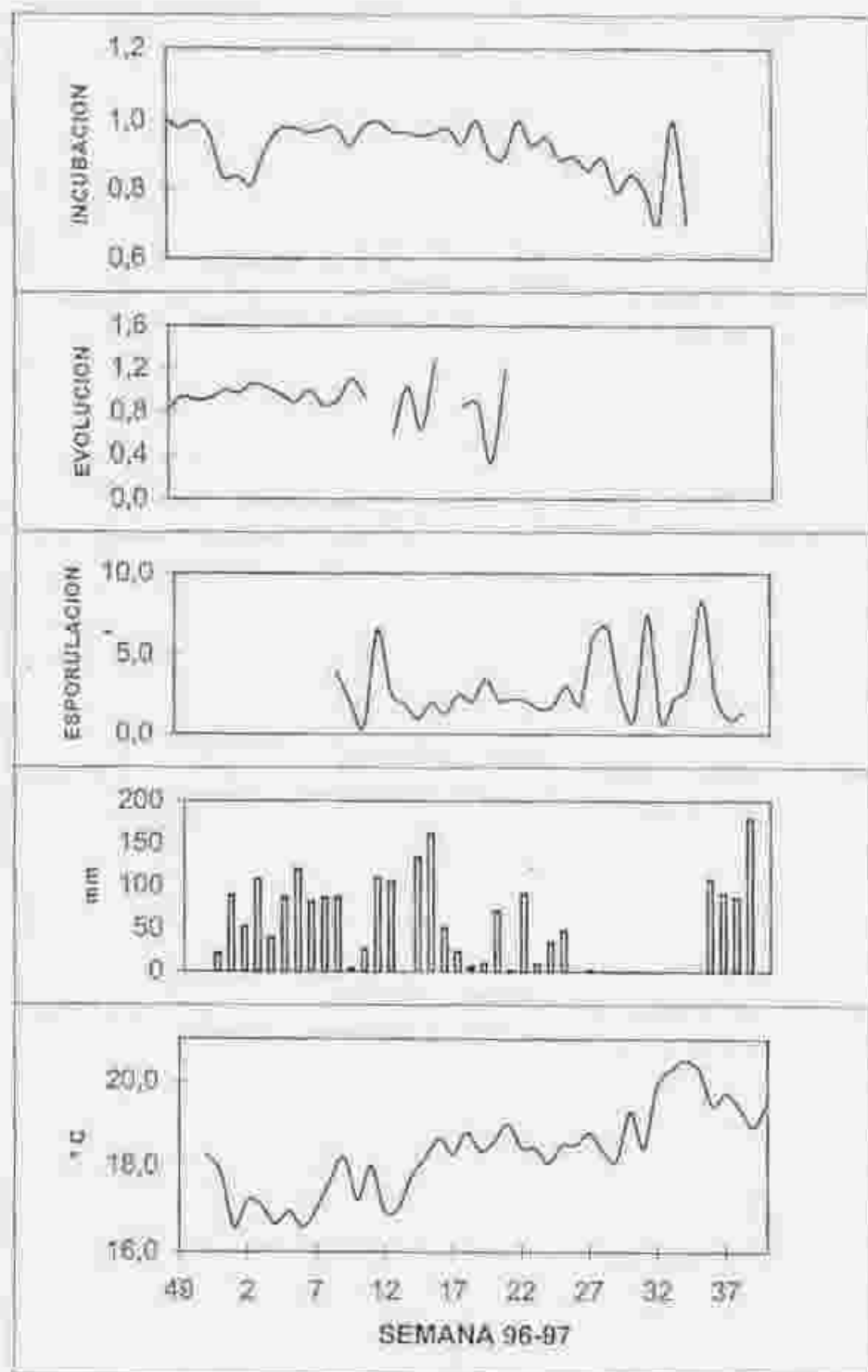


Figura 8. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Dominico Hartón**, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Toluca, 1250 msnm.

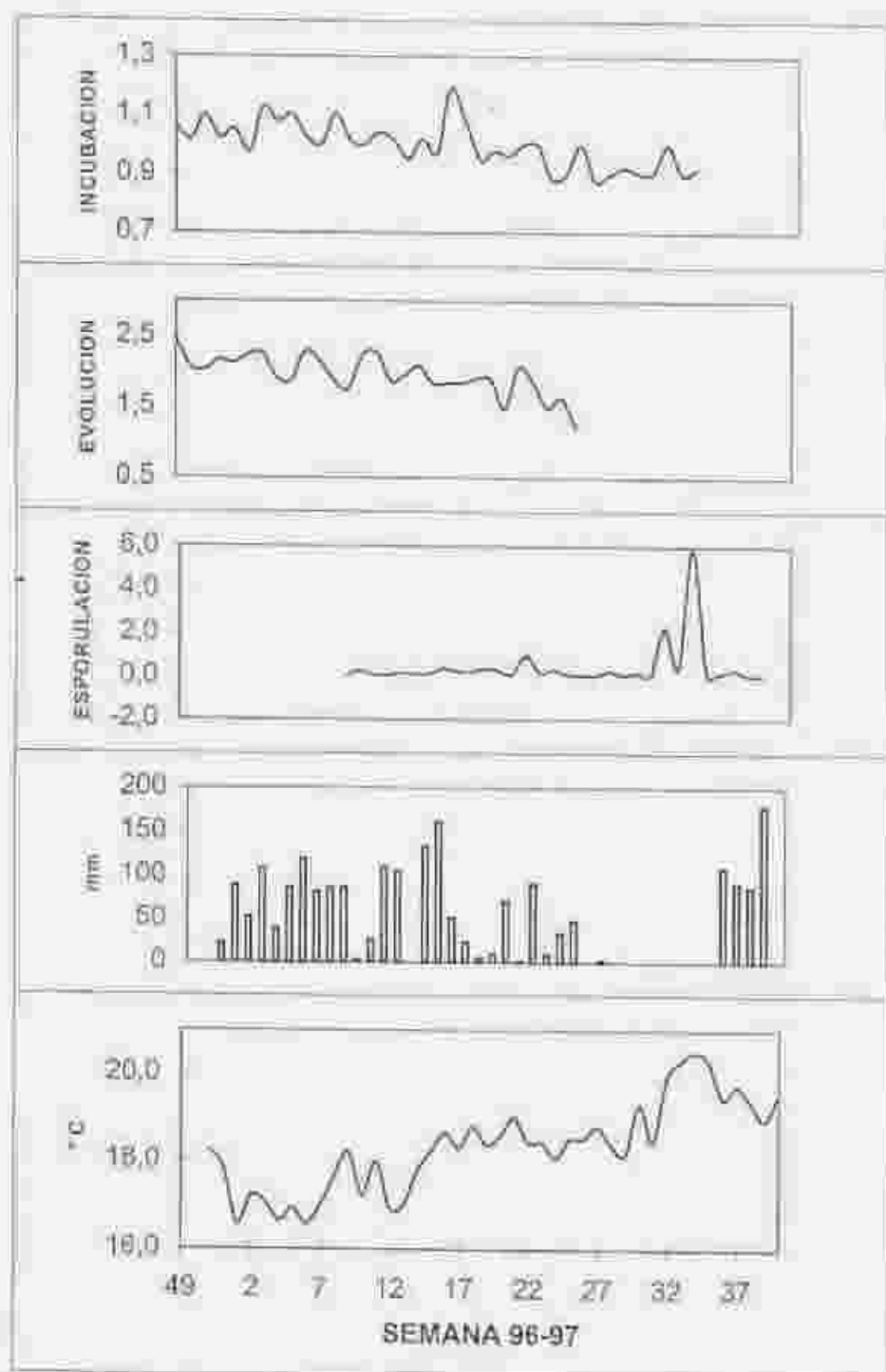


Figura 9. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Fhia 1**, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Tolima, 1250 msnm.

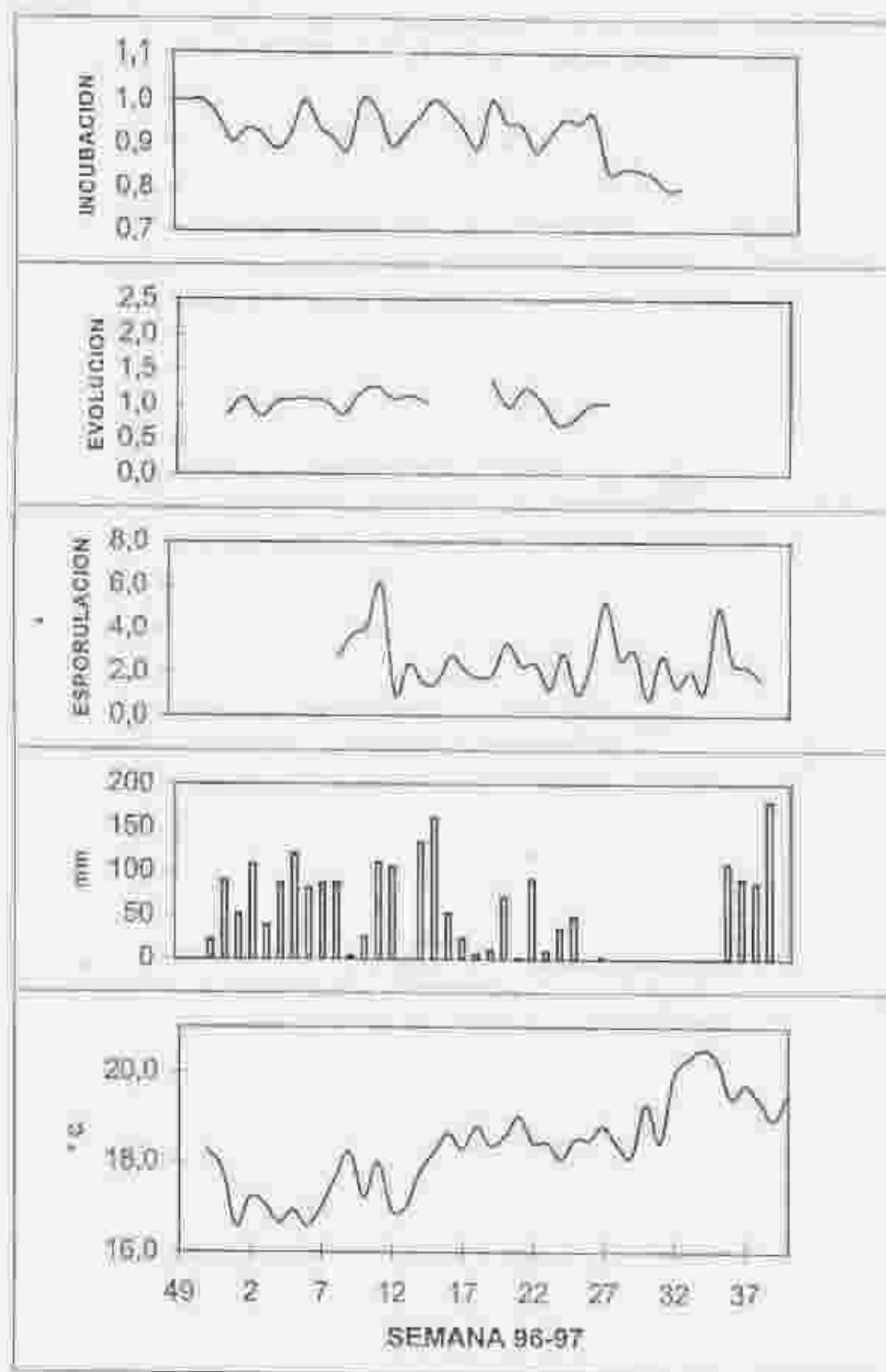


Figura 10. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Guineo**, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Toluca, 1250 msnm.

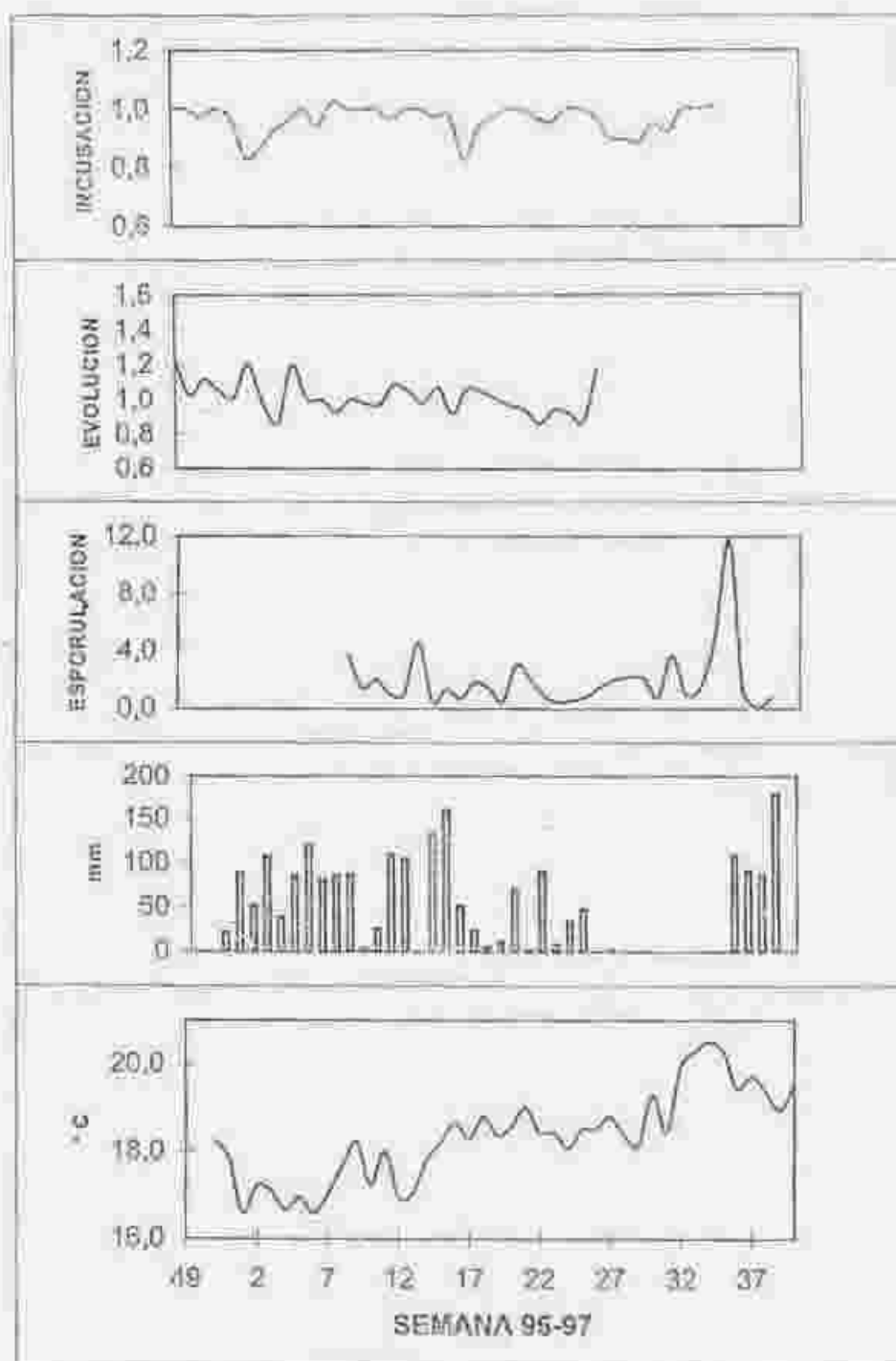


Figura 11. Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Gros Michel Cocos**, de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Toluca, 1250 msnm

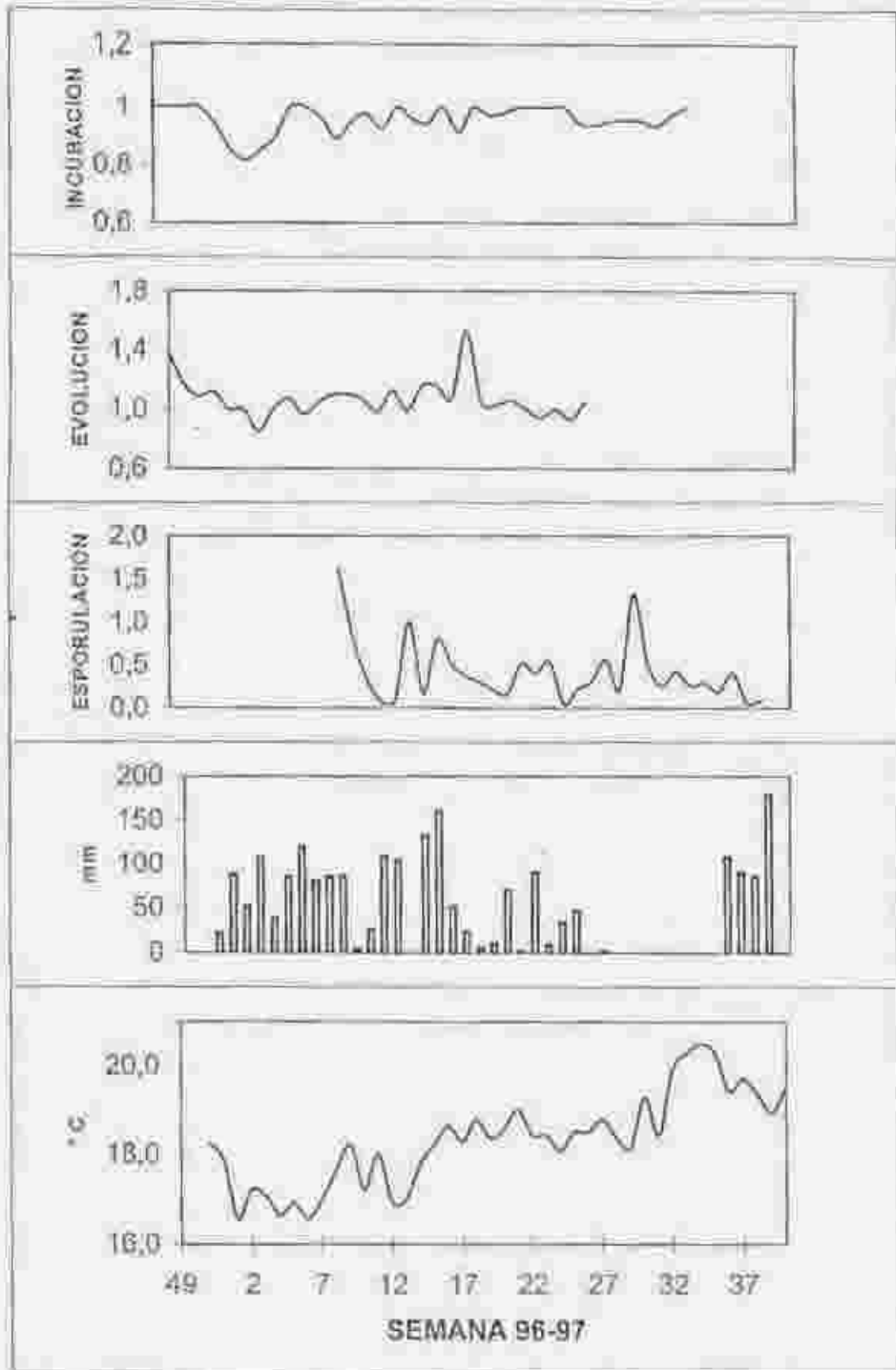


Figura 12 Fluctuación semanal del ratio de incubación, evolución, esporulación de *Sigatoka* negra sobre *Sigatoka* amarilla en el genotipo **Bocadillo**; de la precipitación y temperatura mínima en Fresno, Toluca. msnm:1250 (msnm)

239.5 mm y 374 mm, respectivamente. Tabla 14; mayo y junio fueron menos lluviosos, registraron 171.8 mm y 91.7 mm, julio y agosto fueron meses totalmente secos.

De la semana 51 en el mes de diciembre de 1996 a la semana 25 en el mes de junio, la precipitación sufrió fluctuaciones, en general varió entre 1.6 mm y 160 mm por semana, con un mínimo de dos días de lluvia por semana.

b). Temperatura mínima: Los registros se iniciaron en el mes de diciembre con un promedio de temperatura mínima de 18.05°C, luego en el mes de enero de 1997 disminuyó a 16.8°C y a partir del mes de febrero inició su ascenso hasta el mes de agosto, incrementándose entre 0.55 y 1.0°C, hasta alcanzar el valor máximo de temperatura de 20.5°C en la semana 34, correspondiente al mes de agosto.

Considerando que los elementos climáticos más importantes para el análisis de esta información, son la precipitación y la temperatura mínima éstos fueron analizados y los factores temperatura máxima, media y humedad relativa sólo son registrados

7.2.5.3.2 Ratio del periodo de incubación de la sigatoka negra sobre la amarilla en siete genotipos de musáceas (plátanos- bananos).

El análisis de la relación del periodo de incubación y de evolución de Sigatoka Negra (SN) sobre Sigatoka Amarilla (SA), contribuyeron a determinar cual fue la tendencia de las enfermedades y la estabilidad de los patógenos en los siete materiales evaluados.

- **Ratio del periodo de incubación en el genotipo Mbouroukou 1**

El periodo de incubación de la Sigatoka Negra fue igual o menor que el de la Sigatoka Amarilla; la diferencia oscilo entre 0.0 y 10.5 días, en las semanas 13 y 31 respectivamente. La Figura 6, muestra la relación del periodo de incubación de la Sigatoka Negra sobre amarilla. La velocidad con la que aparecieron los síntomas de Sigatoka Negra se incrementó especialmente en las semanas 2, 19 y 31 cuando los ratios de incubación de SN/SA fueron de 20.80/25.29, 21.5/26.83 Y 36.00/47.00., respectivamente.

Los resultados indican que la Sigatoka Negra tiende a disminuir su PI con respecto al de Sigatoka Amarilla cuando aumenta la temperatura y está precedida por un periodo de lluvia de 12-16 semanas.

- **Ratio del periodo de incubación del genotipo Fougamou**

El ratio de este genotipo osciló entre 1.00 y 0.72 (Figura 7), indicando que siempre la Sigatoka Negra presentó igual o menor periodo de incubación. Durante las 32 semanas evaluadas se observa que las condiciones climáticas fueron favorables cada 2-5 semanas para incrementar la velocidad de aparición de los síntomas de SA en forma intermitente con los de Sigatoka negra. A partir de la semana 28 el PE de SN y SA se aumentaron notablemente por las altas temperaturas y la falta de lluvia, sin embargo la SN continuó presentando un PE menor, haciéndola más agresiva.

- **Ratio del periodo de incubación del genotipo Dominico Hartón**

Durante el tiempo evaluado el ratio de incubación fue menor o igual a uno. La Figura 8, muestra la tendencia que tiene la Sigatoka Negra a disminuir su periodo de incubación. En las semanas 49 y 51 del año 1996 y en las semanas 12, 19, 22 y 33 de 1997, el periodo de incubación de las Sigatokas negra y amarilla fue igual con registros de 21.86 y 20.83 días para el año 1996 y de 26.5, 19.0, 25.87 y 35.0 días, respectivamente para las semanas del año 1997.

La tendencia de SN en este genotipo es a disminuir el PE y por consiguiente a desplazar a la Sigatoka Amarilla, especialmente cuando se reduce la precipitación y aumenta la temperatura.

- **Ratio del periodo de incubación del genotipo Fhia-1**

Al contrario de lo sucedido con el ratio de los genotipos de plátano que fueron menores o iguales a 1.00, el banano FHIA 1 presenta ratios mayores, iguales y menores que 1.0 (Figura 9). Durante 22 semanas de las 33 evaluadas, el periodo

de incubación de la Sigatoka Negra fue menor que el de la Sigatoka Amarilla, comprobando su resistencia a la *M. fijiensis*. A partir de la semana 17 se ve la tendencia a disminuir el periodo de incubación de la Sigatoka Negra, concordando con el aumento lento de la temperatura mínima de 18.29 a 20.29°C y la fluctuación de la precipitación. La tendencia de la Sigatoka Negra en este genotipo es a disminuir el periodo de incubación en la localidad.

- **Ratio del periodo de incubación del genotipo Guineo**

El periodo de incubación de la Sigatoka Negra en este genotipo osciló entre 16.43 y 37.00 días y el de Sigatoka Amarilla entre 18.25 y 44.00 días, siendo siempre mayor o igual al de la Sigatoka Amarilla, por esta razón los ratios durante todas las semanas de evolución fueron iguales o menores a 1.00 (Figura 10). La tendencia de la interacción de las enfermedades es a presentarse más rápido el estado de evolución E1 de Sigatoka Negra, la cual se ve favorecida por la fluctuación de las lluvias y el aumento de la temperatura mínima en el periodo de evaluación.

- **Ratio del periodo de incubación del genotipo Gros Michel (cocos)**

En este caso la tendencia del periodo de incubación de las Sigatokas negra y amarilla es a ser iguales. El ratio osciló entre 0.83 y 1.03 (Figura 11). Las semanas 2, 3 y 17 que presentan los ratios más bajos, precedidos por un periodo de alta pluviosidad, es muy probable que este factor haya incidido en la reducción del periodo de incubación de la Sigatoka Negra. Al final del periodo evaluado (semana 32), la tendencia del periodo de incubación de Sigatoka Amarilla es a disminuir y el de Sigatoka Negra a aumentar.

- **Ratio del período de incubación del genotipo Bocadillo**

Fue muy común observar en campo el grado uno (G1) de Sigatoka Negra como de amarilla al mismo tiempo, sin embargo el período de incubación de Sigatoka Negra fue menor o igual al de Sigatoka Amarilla. En la Figura 12, se observa que los ratios más bajos se presentaron en las semanas 2, 3 y 4 del año 1997, época de alta pluviosidad (232,2 mm) y temperatura mínima entre 17.21-16.64°C, favoreciendo la velocidad de expresión de síntomas de Sigatoka Negra. A partir de la semana 15 se ve una marcada tendencia a igualarse el período de incubación de las dos enfermedades, influyendo en el aumento del período de incubación de SA, la temperatura mínima promedio de 18.5°C.

7.2.5.3.3 Ratio del período de evolución de Sigatoka Negra sobre amarilla en siete genotipos de musáceas (plátano-bananos).

- **Ratio del período de evolución en el genotipo Mbouroukou 1**

En la Figura 1, se observa que la relación entre el período de evolución de Sigatoka Negra y amarilla solo se presentó hasta la semana 9, debido a que en el período posterior no se observó el estado de evolución G4 de Sigatoka Amarilla. El período de evolución de Sigatoka Amarilla osciló entre 16.67 y 35 días.

El período de evolución de la Sigatoka Negra que se registró desde la semana calendario número 49 de 1996 hasta la semana 34 del año 1997 presentó una oscilación entre 16.13 y 35 días.

Los resultados indican que la Sigatoka Negra coexistió con la amarilla hasta la semana 9 de 1997. A partir de la semana 30 se dificultó identificar el G3 y después

de la semana 34 el Grado 2 de la Sigatoka Amarilla, debido a la agresividad de la Sigatoka Negra que la desplazó.

- **Ratio del periodo de evolución del genotipo Fougamou**

En este genotipo reportado como parcialmente resistente a Sigatoka Negra y a Sigatoka Amarilla (Tabla 10), mostró que los periodos de evolución de Sigatoka Negra y amarilla fluctuaron durante 21 semanas. En las semanas 7, 12 y 19 no se visualizó en las hojas evaluadas el G4 de Sigatoka Amarilla, debido a la mayor velocidad que mostró la Sigatoka Negra para necrosar el tejido, por consiguiente para esos periodos no se registró ratio de evolución de las enfermedades (Figura 7). En las plantas evaluadas a partir de la semana 22, se observó que ninguno de los puntos marcados para hacer el seguimiento de la Sigatoka Amarilla llegó al grado 4 de evolución, los resultados indican que ocho semanas después (semana 30), no fue posible identificar el G3 de la Sigatoka Amarilla.

- **Ratio del periodo de evolución del genotipo Dominico Hartón**

Los sitios donde se interrumpe la curva de la Figura 8, indican que en las plantas evaluadas en las semanas 12, 17 y después de la 22, los puntos marcados en las hojas para determinar el periodo de evolución de SA, no llegaron a G4. Al cabo de siete semanas, después de la semana 29 tampoco fue posible visualizar el G3 de la enfermedad (semana 29).

El PE de la Sigatoka Negra registrado durante 26 semanas osciló entre 15.71 y 37.00 días y el de Sigatoka Amarilla registrado durante 21 semanas osciló entre 17.0 y 89.5 días.

- **Ratio del periodo de evolución del genotipo Fhia-1.**

En la Figura 9, se observa que la relación del periodo de evolución de Sigatoka Negra sobre la Sigatoka Amarilla siempre está por encima de uno, indicando que el periodo de evolución de Sigatoka Amarilla siempre es menor, corroborándose la resistencia que posee este material a la Sigatoka Negra y la susceptibilidad a la Sigatoka Amarilla.

El periodo de evolución de Sigatoka Amarilla osciló entre 15 días en la semana 49 del año 1996 y 48 días en la semana 23, notándose un ligero incremento en las últimas tres semanas.

El periodo de evolución de Sigatoka Negra fluctuó entre 39.33 días en la semana 49 del año 1996 y 60.20 días en la semana 23.

Los periodos de evolución de las dos Sigatokas se incrementaron en tal forma en la semana 25 que no fue posible volver a registrar los tiempos en la base de datos que se tienen actualmente.

- **Ratio del periodo de evolución del genotipo Guíneo**

El ratio en este genotipo fue muy fluctuante, registrando varias interrupciones en la curva (Figura 10.), debido a que el periodo de evolución de la Sigatoka Amarilla no se completó en las semanas 50 y 51 de 1996 y en las semanas 13, 15 de 1997. A partir de la semana 24 únicamente se identificó el periodo de incubación G1 y G2 y el estado de evolución G3.

El periodo de evolución de Sigatoka Negra osciló entre 12.63 días en la semana 52 del año 1996 y 33.75 en la semana 17 de 1997. El periodo de evolución de Sigatoka Amarilla estuvo entre 14 días en la semana 52 de 1996 y 60 días en la semana 21 de 1997.

- **Ratio del periodo de evolución del genotipo Gros Michel (cocos).**

En la Figura 11, se observa que la relación Sigatoka Negra/Sigatoka Amarilla es fluctuante en el tiempo, por consiguiente los periodos de incubación tanto de Sigatoka Negra como amarilla sufrieron variaciones. En 17 de las 26 semanas donde se registró el periodo de evolución para negra y amarilla, el PE de amarilla fue menor que el de negra, fluctuando entre 12.86 y 45 días.

El periodo de evolución Sigatoka Negra en este genotipo, empezó a ser menor que el de Sigatoka Amarilla en la tercera semana de 1997, presentando también oscilaciones en las semanas siguientes, con un mínimo de 15.6 días en la semana once de 1997 y un máximo de 52.5 días en la semana 26.

Los resultados muestran que los periodos de evolución, tanto de Sigatoka Negra como de amarilla se hicieron muy altos en la semana 26, esto coincide con un periodo seco y el aumento de la temperatura mínima por encima 18.5°C.

- **Ratio del periodo de evolución del genotipo Bocadillo**

En el genotipo Bocadillo, los valores del ratio se presentan en un rango de 0.85 a 1.53. En el 75% de semanas registradas fue mayor a 1; indicando que el periodo de evolución de la Sigatoka Amarilla fue menor, oscilando entre 12.14 y 34 días.

La Sigatoka Negra presentó periodos de evolución más altos que los de Sigatoka Amarilla, registrando valores entre 13.5 y 36.17 días. Cuando el periodo de evolución de la Sigatoka Amarilla llegó a 60 días en las semanas 26 y 27 de 1997, el grado cuatro de la Sigatoka Negra no se pudo registrar (Figura 8).

Las condiciones climáticas fueron favorables para las dos sigatokas, teniendo en cuenta que el banano bocadillo es susceptible a Sigatoka Amarilla y parcialmente resistente a Sigatoka Negra (Tabla 1), pero también fueron desfavorables para los dos patógenos en el momento en que se inició la época de sequía en la semana 25 de 1997. En la semana 26 no se presenta el G5 de Sigatoka Negra, por lo consiguiente el ratio de ese periodo no se puede registrar.

7.2.5.4 Expresión de los estados de desarrollo

En la Tabla 15, se presentan los resultados relacionados con el tiempo promedio requerido en cada genotipo para la expresión inicial de los diferentes síntomas o estados de desarrollo de las dos sigatokas, desde el momento en que emergen las hojas. El estado 1 (E1) es sinónimo de periodo de incubación (PI), es decir el tiempo transcurrido desde emisión de la hoja hasta la presencia de los primeros síntomas de la sigatoka.

En SN a partir de E2 se inicia la producción y liberación de inóculo conidial, el cual genera hasta E6 ó último estado donde se inicia la producción de inóculo sexual o ascospórico. En SA la producción de inóculo se inicia en el E4, cuando las manchas presentan bordes definidos. En el E5 las manchas generan principalmente ascospórico. En SA éstos dos últimos estados son los causantes de la propagación de la enfermedad.

Tabla 15. Promedios de los estados de desarrollo de Sigatoka Negra en siete genotipos de musáceas. Fresno-Tolima. 1.250 m.s.n.m.

GENOTIPO	SIGATOKA	E1	E2	E3	E4	E5
Mbouroukou	Negra	25.11	30.43	38.50	47.00	47.25
	Amarilla	28.04	32.56	48.29	43.90	-
Fougamou	Negra	22.79	27.99	41.40	50.80	66.99
	Amarilla	24.98	30.99	58.93	65.33	-
Dominico Hartón	Negra	25.71	30.50	39.60	44.00	46.48
	Amarilla	28.08	33.48	45.19	51.96	-
FHIA-1	Negra	27.05	31.10	43.30	54.90	77.70
	Amarilla	26.93	32.60	48.72	52.11	-
Guineo	Negra	22.72	27.57	37.10	40.80	42.38
	Amarilla	24.87	29.89	43.17	43.17	-
Gros Michel (cocos)	Negra	23.02	28.37	36.20	39.80	41.58
	Amarilla	23.94	29.13	39.11	41.86	-
Bocadillo	Negra	22.15	26.73	34.80	39.80	40.82
	Amarilla	22.97	27.61	37.90	43.21	-

Existe gran variación en la velocidad de expresión de los diferentes síntomas en función del genotipo y la época del año en que emergen las hojas. Para SN en el genotipo más resistente, FHIA-1 (Tabla 15), los rangos de expresión de los diferentes estados en días fueron los siguientes:

E1: 19.71 - 43.33

E2: 23.57 - 49.00

E3: 32.00 - 70.00

E4: 43.14 - 75.25

E5: 60.43 - 90.67

En Fougamou, el genotipo de plátano resistente a SN, los períodos requeridos en días para la expresión de los estados fueron los siguientes:

E1: 15.17 - 35.00

E2: 20.43 - 45.00

E3: 30.38 - 63.75

E4: 36.75 - 75.00

E5: 43.33 - 92.5

El genotipo más susceptible de los bananos, de acuerdo con la Tabla 15 fue el bocadillo y éste presentó los siguientes rangos de tiempo para la expresión de los diferentes estados de Sigatoka Negra en días.

E1: 14.75 - 38.33

E2: 19.14 - 44.75

E3: 23.00 - 59.50

E4: 26.5 - 62.8

E5: 31.75 - 71.50

El genotipo de plátano más susceptible fue Dominico Hartón (Tabla 15). Se registraron los siguientes rangos de oscilación de síntomas de Sigatoka Negra en días:

E1: 17.88 - 39.60

E2: 22.25 - 49.00

E3: 27.88 - 77.00

E4: 32.57 - 74.33

E5: 37-57 - 62.00

En las mismas condiciones experimentales se puede apreciar como en los genotipos Mbouroukou1, Fougamou, Dominico Hartón, Guineo, Coco y Bocadillo, *Mycosphaerella fijiensis*, tiene la capacidad de establecerse y manifestarse a través de los diferentes síntomas un poco más rápido que *Mycosphaerella musicola*. Como consecuencia de estas características la dominancia inicial de SA desaparece y al cabo de las semanas se hace más difícil reconocer los síntomas típicos de esta última enfermedad.

En la Tabla 15, se presenta una síntesis del promedio del tiempo de expresión de los estados de las enfermedades. Los bananos con excepción de FHIA-1, presentaron mayor susceptibilidad que los plátanos a la Sigatoka Negra teniendo como base el período de desarrollo. Sin embargo, a los 1.250 m.s.n.m. la Sigatoka Amarilla continúa haciéndole fuerte competencia. En los plátanos Mbouroukou 1, Fougamou y Dominico Hartón, la competencia de las dos sigatokas también es muy fuerte, la diferencia con los bananos consiste en que el período de desarrollo de SN es mayor.

7.2.5.5. Producción de conidios

La cuantificación de conidios, se hizo tomando en campo sobre la hoja más joven con área necrosada improntas como se describió en el punto 7.2.4.6.

En el laboratorio las improntas fueron leídas en un microscopio marca Olympus BH2, bajo el objetivo 40X. En cada material se tomaron dos improntas, cuantificándose en cada una de ellas el total de conidios de *Paracercospora fijiensis* y *Pseudocercospora musae*. Las improntas se realizaron por el envés en la HMJM, con el objeto de tener tejido enfermo en E3, E4 y E5 de Sigatoka Negra y E4 de Sigatoka Amarilla.

Las lecturas sobre la esporulación asexual (conidios) se hizo durante 31 semanas en los siete genotipos en estudio. En la Tabla 16, se registra el promedio semanal y su desviación estándar de los conidios capturados de *P. fijiensis* y *P. musae* en siete genotipos en evaluación, el promedio de temperatura y humedad relativa semanal y la precipitación acumulada por semana en el sitio de estudio. El promedio de estructuras infectivas de *Paracercospora fijiensis* osciló entre 92.83 conidios/cm² en la semana 30 y 1.08 conidios/cm² en la semana 35. Para el caso de *Pseudocercospora musae* el promedio estuvo entre 117.18 en la semana 30 y 0.4 en la semana 34.

Para el análisis de la información registrada se transformaron los valores, número de conidios con la fórmula $\ln(x + 1)$. Se realizó un análisis de varianza correspondiente al conteo de conidios de *P. fijiensis*, mostrando que existen diferencias altamente significativas entre las lecturas semanales, entre genotipos y entre lecturas semanales por genotipo, lo que indica la variación diferencial entre las condiciones climáticas de cada semana, el grado de susceptibilidad entre los

Tabla 16. Promedio semanal de conidios capturados/cm² de *Paracercospora fijensis* y *Pseudocercospora musae* en siete genotipos de musáceas afectadas por Sigatoka Negra y amarilla y las condiciones climáticas: temperatura mínima y precipitación imperantes en la semana anterior al muestreo.

SEMANA	X conidios/cm ² <i>Paracercospora</i> <i>fijensis</i>	Desviación standar	X conidios/cm ² <i>Pseudocercospora</i> <i>musae</i>	Desviación standar	X temperatura mínima/semana	Precipitación acumulada por semana
8	82.71	79.38	27.86	50.17	17.64	86.40
9	29.98	38.03	22.98	36.78	18.21	3.0
10	11.59	16.06	17.08	37.44	17.21	25.60
11	35.39	41.34	27.61	36.56	18.09	109.60
12	52.80	84.77	43.82	44.85	16.93	104.70
13	27.73	41.49	17.18	23.63	17.00	0.00
14	59.31	88.49	102.81	149.42	17.79	133.10
15	45.20	35.30	37.73	26.31	18.21	150.90
16	38.53	39.70	34.32	42.81	18.64	51.50
17	26.78	37.75	19.14	32.98	18.29	23.50
18	24.90	28.48	20.67	23.25	18.79	5.00
19	28.45	32.81	36.44	70.53	18.36	9.80
20	77.29	89.33	49.49	73.02	18.57	70.50
21	56.14	57.54	34.31	49.59	19.00	1.00
22	29.51	42.66	24.80	29.33	18.43	90.60
23	22.12	27.64	22.08	25.20	18.43	8.70
24	51.03	64.12	59.77	98.21	18.07	33.60
25	18.74	46.57	14.82	15.71	18.50	47.50
26	28.22	23.68	23.35	33.48	18.50	0.00
27	20.88	22.92	7.41	10.85	18.79	1.80
28	11.24	10.64	5.14	7.01	18.36	0.00
29	6.31	5.91	2.69	3.65	18.14	0.00
30	3.37	9.94	2.61	3.43	19.29	0.00
31	3.51	9.23	1.21	2.73	18.43	0.00
32	1.75	2.82	1.24	2.18	19.93	0.00
33	1.28	5.31	0.49	1.10	20.29	0.00
34	1.08	2.55	0.90	3.35	20.50	0.00
35	5.18	6.93	2.59	3.68	20.29	0.00
36	5.76	8.55	3.69	5.13	19.43	108.10
37	15.02	21.48	46.08	77.37	19.71	90.50
38	92.83	122.30	117.18	147.74	19.36	85.80

materiales y comparación entre los factores. El promedio general de esporas por cultivariedad fue de 2.30 conidias/cm², el coeficiente de determinación del 65% y el coeficiente de variación del 43.30%, considerándose medio y aceptable para esta variable.

El análisis de varianza realizado para el conteo de conidias de *Pseudocercospora musae*, indica que existen diferencias altamente significativas entre las lecturas semanales, los genotipos evaluados y la correlación entre ellos, indicando que el clima es un factor influyente en la esporulación, que cada genotipo responde de forma diferente al ataque de la enfermedad. El promedio general de esporas fue de 2.10 por cultivariedad, el coeficiente de determinación fue del 61% y el coeficiente de variación del 49.9%, considerándose un valor aceptable.

En la Tabla 17, se muestra el promedio del número de conidias capturadas/cm² de *Paracercospora fijiensis* y *Pseudocercospora musae*. Estos resultados indican que Mbouroukou1 registra el mayor número de esporas (del estado asexual de *M. fijiensis*, con 50.61/cm² y bocadillo el mayor número de conidios de *Pseudocercospora musae*, con 53.88/cm². Los menores números de conidios/cm² registrados fueron 5.07 y 4.74 de *P. fijiensis* y *P. musae* respectivamente en los genotipos FHIA-1 y Fougamou.

7.2.5.6 Ratio de esporulación

En la Tabla 18, se registran los valores de los promedios de los ratios de esporulación de *Paracercospora fijiensis* sobre *Pseudocercospora musae* en siete genotipos estudiados.

Tabla 17. Promedio del número de conidios capturados/cm² de *Paracercospora fijiensis* y *Pseudocercospora musae* por genotipo en plantas donde están coexistiendo la Sigatoka Negra y la Sigatoka Amarilla. Finca Campoalegre, Vereda La Ceiba.

VARIEDAD	PROMEDIO			
	Conidios/cm ² <i>Paracercospora fijiensis</i>	Desviación standar	Conidios/cm ² <i>Pseudocercospora musae</i>	Desviación standar
Mbourokou	50.61	76.06	18.12	36.49
Dominico Hartón	38.65	58.01	20.46	35.18
Gros Michel (cocos)	37.94	52.01	37.80	70.30
Guineo	37.00	64.10	18.23	38.19
Fougamou	16.31	25.41	4.74	7.70
Bocadillo	14.60	26.95	53.88	98.33
FHIA-1	5.07	13.51	32.01	65.73

Tabla 18. Promedio del ratio de esporulación de *Paracercospora fijjensis*/*Pseudocercospora musae*, en siete genotipos de musáceas, Fresno-Tolima. 1.250 m.s.n.m.

TIEMPO SEMANA	RATIO CONIDIOS						
	MBOUROUKOU I	FOUGAMOU	DOMINICO HARTON	FHIA	GUINEO	GROS MICHEL (cocos)	BOCADILLO
8	1.40	2.12	3.89	0.04	2.73	3.74	1.62
9	2.49	4.58	1.94	0.24	3.72	1.41	0.81
10	7.54	7.33	1.49	0.07	4.08	2.01	0.32
11	7.42	9.55	6.53	0.05	6.02	1.00	0.07
12	3.09	4.50	2.52	0.15	1.00	1.00	0.09
13	2.28	6.78	1.88	0.11	2.38	4.58	1.00
14	1.15	0.90	0.98	0.10	1.50	0.43	0.17
15	2.14	1.44	1.94	0.35	1.53	1.32	0.80
16	1.49	5.45	1.26	0.23	2.73	0.67	0.51
17	10.58	2.41	2.49	0.18	2.07	1.81	0.37
18	4.02	0.85	2.03	0.37	1.74	1.38	0.29
19	5.81	1.87	3.38	0.26	1.95	0.47	0.21
20	5.56	3.49	2.12	0.12	3.30	3.04	0.16
21	4.84	5.73	2.19	0.98	2.27	1.89	0.52
22	1.32	3.52	2.09	0.17	2.38	0.83	0.40
23	1.76	2.95	1.57	0.29	1.19	0.41	0.54
24	2.90	5.67	1.79	0.11	2.82	0.57	0.04
25	1.59	0.43	3.03	0.07	0.97	0.58	0.21
26	3.81	6.87	1.84	0.05	2.50	1.55	0.31
27	10.08	14.81	6.08	0.27	5.22	1.98	0.56
28	11.52	13.33	5.65	0.06	2.57	2.18	0.20
29	12.88	4.74	2.44	0.19	2.98	2.09	1.32
31	3.33	0.42	0.92	0.08	0.74	0.77	0.49
31	6.43	5.20	7.40	2.29	2.73	3.67	0.25
32	8.08	1.10	0.76	0.41	1.33	0.97	0.42
33	1.40	1.80	2.25	5.88	2.00	1.38	0.25
34	9.00	16.00	3.00	0.13	1.13	4.75	0.29
35	8.11	1.54	8.29	0.14	4.95	11.71	0.18
36	2.64	3.24	2.48	0.30	2.44	1.29	0.40
37	1.82	7.33	0.93	0.04	2.22	0.07	0.06
38	3.18	3.74	1.37	0.08	1.68	0.71	0.09

- **Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musae* en el genotipo Mbouroukou 1.**

En la Figura 6, se observa como en el tiempo la relación del número de esporas capturadas de *Paracercospora fijiensis* sobre el número de esporas de *Pseudocercospora musae* fluctuó en forma continua. El ratio registró valores entre

1.32 en la semana 22 y 12.88 en la semana 29. Los valores indican que durante todo el muestreo se capturó más conidios de *P. fijiensis* y que los valores más altos, representados por tres picos en la curva no tienen relación con las condiciones climáticas.

- **Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musae* en el genotipo Fougamou.**

Por lo general se capturó semanalmente mayor número de conidios de *P. fijiensis* que de *P. musae*, con excepción de las semanas 18, 25, 30, en las que se capturó mayor número de esporas de *P. musicola* (Figura 7), con promedios de 12.59, 1.86 y 4.10 conidios/cm², respectivamente.

- **Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musae* en el genotipo Dominico Hartón.**

En cuatro semanas de evaluación se capturaron más esporas de *P. musicola* que de *P. fijiensis* (Figura 8). Los ratios en esas ocasiones fueron 15.30/31.41, 68.02/69.35, 0.64/0.69, 12.16/13.17. En este genotipo la mayor tendencia de producción de inóculo la tiene Sigatoka Negra.

- **Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musae* en el genotipo FHIA 1.**

Todo lo contrario a lo observado en los ratios de los materiales de plátano, en este banano, la mayor captura de esporas fue de *P. musae*, sin embargo, en las semanas 31 y 33 se presentan las excepciones (Figura 9). El promedio por semana de conidios de *P. fijiensis* osciló entre 0.29 en la semana 30 y 19.75 en la semana 15, en el caso de *P. musae*, el promedio semanal osciló entre 0.40 en la semana 31 y 60.78 en la semana 14.

- **Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musae* del genotipo Guíneo.**

Este banano presentó mucha susceptibilidad a Sigatoka Negra, lo cual se corrobora con la mayor producción de conidios de *P. fijiensis*.

Los ratios durante las 31 semanas en evaluación oscilaron entre 0.74 en la semana 30 y 6.02 en la semana 11 (Tabla 10). Es probable que las condiciones de temperatura mínima en ascenso y las fluctuaciones de precipitación hayan contribuido a la mayor esporulación de Sigatoka Negra.

- **Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musicola* en el genotipo Cocos.**

Los valores de los ratios mayores a 1.0 (Figura 11), significan que se capturó mayor número de esporas de Sigatoka Negra que de Sigatoka Amarilla. La tendencia de este genotipo es a disminuir la producción de esporas de *P. musicola*, como sucedió en esta ocasión, que de 31 muestras el 31% presentó mayor cantidad de esporas de SA.

- Ratio de esporulación de *P. fijiensis*/*P. musae* en el genotipo Bocadoillo.

En la Figura 12, se muestra como *Mycosphaerella musicola* que ataca con mayor agresividad a este genotipo de banano, esporula la más que *M. fijiensis*. El ratio en el 9% de las semanas evaluadas fue mayor a 1.00, porcentaje que demuestra que en bocadoillo la esporulación de *M. fijiensis* es mínima.

7.3 PROGRESO DE LAS SIGATOKAS NEGRA Y AMARILLA EN FUNCIÓN DEL HOSPEDERO FASE I.

7.3.1 Justificación

La evaluación del comportamiento de diferentes cultivares de plátano y banano frente a las sigatokas negra y amarilla, es una herramienta que permite establecer una mejor interpretación de la dinámica de las enfermedades en función del factor genómico.

7.3.2 Objetivo General

- Evaluar en variedades de referencia con diferente factor genómico el comportamiento de *M. fijiensis* y *M. musicola*.

7.3.3 Ojetivos Especificos

- Determinar para cada variedad, las curvas de progreso individual y en conjunto de las sigatokas negra y amarilla.

- Evaluar el efecto de los dos patógenos sobre las variables de crecimiento, desarrollo y producción de plátanos y bananos.

7.3.4 Materiales y Métodos

Semilla: Colinos tipo aguja de la variedad de plátano Mbouroukou 1, (Grupo AAB), Banano Bocadillo (Grupo AA), Gros michel enano, (Grupo AAA), Dominico hartón (Grupo AAB), Hartón (Grupo AAB) y Guinea o Colicero (Grupo AAA).

7.3.5 Métodos

Las variedades estudiadas se ubicaron bajo un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 7 repeticiones. La unidad experimental está conformada por tres plantas sembradas a 3 x 1.5 m. Las observaciones sobre progreso del hospedero y de la enfermedad se hace solo en la planta central de cada unidad experimental.

Se registraron la mayoría de las variables correspondientes a los componentes de hospedero, enfermedad y clima. No se consideraron en este caso las correspondientes a los estados de desarrollo, ni índice de severidad, tanto de Sigatoka Negra como amarilla; en su lugar se registró el estado de evolución (E.E.)

7.3.6. Resultados

7.3.6.1 Variables del hospedero

En las Tablas 19, 20, 21 y 22, se presentan los valores promedios correspondientes a las diferentes variables de crecimiento, desarrollo y producción de los clones de plátano y banano evaluados en las diferentes localidades.

En cuanto a la altura de la planta se refiere, se observa que para una misma variedad se registran variaciones en las diferentes localidades consideradas. Al respecto, el clon Bocadillo presentó alturas mínimas de 2.73 m en Falán y Albania y máximas de 3.04 m en Tulenapa. El Gros michel coco registró fluctuaciones entre 3.07 y 3.72 m en las localidades de Falán y Tulenapa. Para el clon Guineo, los valores de fluctuación estuvieron entre 2.87 y 2.91 m en las localidades de Tulenapa y Falán, respectivamente.

El cultivar Dominico hartón registró la altura máxima en Falán con 3.50 m, el clon Mbouroukou presentó valores entre 2.94 y 3.08 m en las localidades de Albania y Tulenapa, respectivamente y por su parte el clon de plátano Hartón alcanzó en Tulenapa una altura de 3.17 m.

Los valores correspondientes al perímetro del pseudotallo presenta en términos generales, valores muy estables para la misma variedad en las diferentes localidades evaluadas, así por ejemplo en el cultivar de plátano Mbouroukou, el perímetro fluctúa entre 48 y 54 cm, por su parte en el clon de Banano Bocadillo, se registraron valores promedios entre 46 y 49 cm. Tabla 19.

Tabla 19. Variables de crecimiento, correspondientes a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las sigatokas negra y amarilla en función del hospedero

VARIEDAD	Altura (m)			Perímetro (cm)		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Mbouroukou	3.08	3.05	2.94	54	48	52
Bocadillo	3.04	2.73	2.73	49	46	47
G.M.coco	3.72	3.07	3.15	71	68	64
Hartón	3.17	—	—	55	—	—
Dominico-Hartón	—	3.50	3.14	—	52	53
Guineo	2.67	2.91	2.86	43	50	51

TUL : Tulenapa

FAL : Falán

ALB : Albanía

Tabla 20. Variables de crecimiento, correspondientes a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las sigatokas negra y amarilla en función del hospedero

VARIEDAD	Hojas funcionales a floración			Hojas manchadas a floración		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Mbouroukou	9.9	9.0	8.9	6.9	4.7	4.4
Bocadillo	11.5	8.4	8.4	8.0	4.7	4.0
G.M.coco	9.5	10.1	9.1	4.0	5.4	4.4
Hartón	10.8	—	—	4.4	—	—
Dominico-Hartón	—	9.0	8.1	—	4.8	4.3
Guineo	8.4	7.4	7.3	5.0	4.1	4.0

TUL : Tulenapa
 FAL : Falán
 ALB : Albania

Tabla 21. Variables de desarrollo, correspondientes a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las sigatocas negra y amarilla en función del hospedero

VARIEDAD	Siembra a floración (días)			Floración a cosecha (días)			Siembra a cosecha (días)		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Mbouroukou	289	345	346	52	104	97	341	449	445
Bocadillo	309	378	322	56	78	61	365	456	384
G.M.coco	347	398	361	81	123	120	428	521	448
Hartón	302	--	--	71	--	--	373	--	--
Dominico- Hartón	--	359	332	--	103	93	--	462	424
Guineo	306	397	366	45	108	95	351	505	461

TUL : Tulenapa
 FAL : Falán
 ALB : Albania

Tabla 22. Variables de producción, correspondiente a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de progreso de las sigatocas negra y amarilla en función del hospedero

VARIEDAD	Total hojas emitidas			Peso racimo (kg)		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Mbouroukou	39	38	41	12.1	8.9	12.1
Bocadillo	41	38	39	9	8.6	8.4
G.M.coco	47	44	46	20.7	23.1	24.6
Hartón	39	—	—	8.1	—	—
Dominico-Hartón	—	37	40	—	14.7	12.3
Guíneo	34	39	42	7	10.9	9.7

TUL : Tulenapa

FAL : Falán

ALB : Albania

En cuanto al número de hojas funcionales y hojas manchadas a floración, los valores registrados fluctúan de acuerdo al clon y a la localidad. Al respecto, en el clon de plátano Mbouroukou el número de hojas funcionales fue de 9.9 en Tulenapa y de 8.9 en Albania, en cuanto al número de hojas manchadas a floración, se observó diferencias entre localidades registrando en Tulenapa el mayor valor con 5.9 y en Albania el menor valor con 4.4.

El clon Dominico hartón, presentó una variación entre 8.1 y 9.0 hojas funcionales a floración en las localidades de Albania y Falán, respectivamente y un promedio de hojas manchadas a floración, de 4.3 en Albania y 4.8 en Falán.

En las localidades de Falán y Albania, los clones evaluados presentaron valores de hojas funcionales a floración, superiores a ocho hojas, con excepción del clon Guineo, lo cual permitiría el normal desarrollo y llenado de los racimos.

La producción registrada difiere dentro de cada variedad en las localidades en donde se efectuó la evaluación. Al respecto, se pueden observar algunas variaciones que estarían relacionadas con las características climáticas y edáficas de los agrosistemas.

El clon de banana Gros michel coco, registró valores en el peso del racimo que fluctuaron entre 20.7 y 24.6 kg. El clon Bocadoño presentó los menores pesos en Falán y Albania con 8.8 y 8.4 g, respectivamente y el mayor valor en Tulenapa con 9.0 kg.

Dentro del grupo de los plátanos, el clon Dominico hartón presentó los mayores pesos en Falán con 14.7 kg y el menor en Albania con 12.3 kg. El clon Mbouroukou en Tulenapa alcanzó un peso de racimo de 8.9 kg.

7.3.6.2 Evolución de la Sigatoka Negra y amarilla

Para el registro de las variedades consideradas en este estudio se utilizó el formato presentado en el Anexo 1, en el cual se aplica la metodología propuesta por Ganry y Laville (1983), en el caso de la Sigatoka Amarilla y la modificación efectuada por Foure (1990) para el caso de la Sigatoka Negra.

Hoja más joven manchada

El comportamiento promedio de esta variable se encuentra registrado en la Tabla 23. Al respecto se observa que bajo las condiciones de Tulenapa a 25 m.s.n.m. los valores de hoja más joven manchada son mayores en comparación a las localidades ubicadas a mayor altitud. Se debe considerar la condición de la zona bananera de Urabá, en la cual se efectúan aplicaciones periódicas de fungicidas que reducen la presión de inóculo en la zona. El clon bocadillo presentó el mejor comportamiento promedio respecto a esta variable, indicando su condición de material parcialmente resistente a la Sigatoka Negra.

Los bananos Gros Michiel cocos y Guineo, registraron en Tulenapa, los menores valores de hoja más joven manchada, siendo estos materiales los más susceptibles a la Sigatoka Negra. Los plátanos Mbouroukou y Hartón, registraron valores intermedios HMJM que indican la susceptibilidad de estos materiales a la Sigatoka Negra, pero permiten el mantenimiento de un nivel productivo medio.

Bajo condiciones de mayor altitud como en Albania y Falan a 860 y 1.175 m.s.n.m., el clon Guineo mostró susceptibilidad a ambas Sigatokas, por lo cual el valor correspondiente de HMJM fue el menor de los observados entre los materiales evaluados. El clon Bocadillo registró en Falan el menor valor correspondiente, en

Tabla 23. Comportamiento de las sigatocas negra y amarilla en diferentes genotipos de musácea y pisos altitudinales.

	Altitud m.s.n.m.	Variedad	Genoma	Clase sigatoka	HMJM	SBH4	EE
Tulenapa	25	Mbouroukou	AAB	SN	7.16	573	1300
		Bocadillo	AA	SN	7.75	434	1053
		Gros Michel (cocos)	AAA	SN	6.11	738	1615
		Hartón	AAB	SN	6.84	601	1401
		Guineo	AAA	SN	6.11	731	1503
Albania	860	Mbouroukou	AAB	SN	5.33	671	1463
		Bocadillo	AA	SN	5.88	623	1404
		Gros Michel (cocos)	AAA	SN	5.62	659	1545
		Dominico Hartón	AAB	SN	5.45	638	1300
		Guineo	AAA	SN	5.03	796	1617
Faian	1175	Mbouroukou	AAB	SN SA	5.84	650 356	1110 1044
		Bocadillo	AA	SN SA	5.34	653 365	1126 984
		Gros Michel (cocos)	AAA	SN SA	5.75	652 326	1144 954
		Dominico Hartón	AAB	SN SA	5.87	658 374	1055 977
		Guineo	AAA	SN SA	5.14	735 377	1195 1029

comparación al comportamiento observado en las otras localidades, situación que es generada por la susceptibilidad de este material a la Sigatoka Amarilla, la cual estuvo presente en esta localidad durante la época de realización de este estudio.

En cuanto a los clones de plátano Mbourokou y Dominico Hartón, su comportamiento en zona de altitud indica la susceptibilidad de estos materiales a ambas Sigatokas, registrando inclusive valores de HMJM inferiores a los observados bajo condiciones de Tulenapa.

Considerando el comportamiento de esta variable en la localidad de Albania, es posible establecer el nivel de daño que puede ocasionar la Sigatoka Negra en el plátano en condiciones de mediana altitud, en límites de la zona baja cafetera.

En las Figuras 13,14 y 15, se pueden observar para las diferentes localidades, las curvas correspondientes a la HMJM durante el periodo de estudio en los diferentes materiales evaluados. Las fluctuaciones registran valores máximos y mínimos, cuyas variaciones están influenciadas, tanto por los factores climáticos imperantes durante la fase de estudio, como por el componente genético de las variedades estudiadas.

Estado de Evolución

En la Tabla 23, se presentan los valores correspondientes al cálculo de la suma bruta en hoja 4 y estado de evolución de las sigatokas para los materiales evaluados.

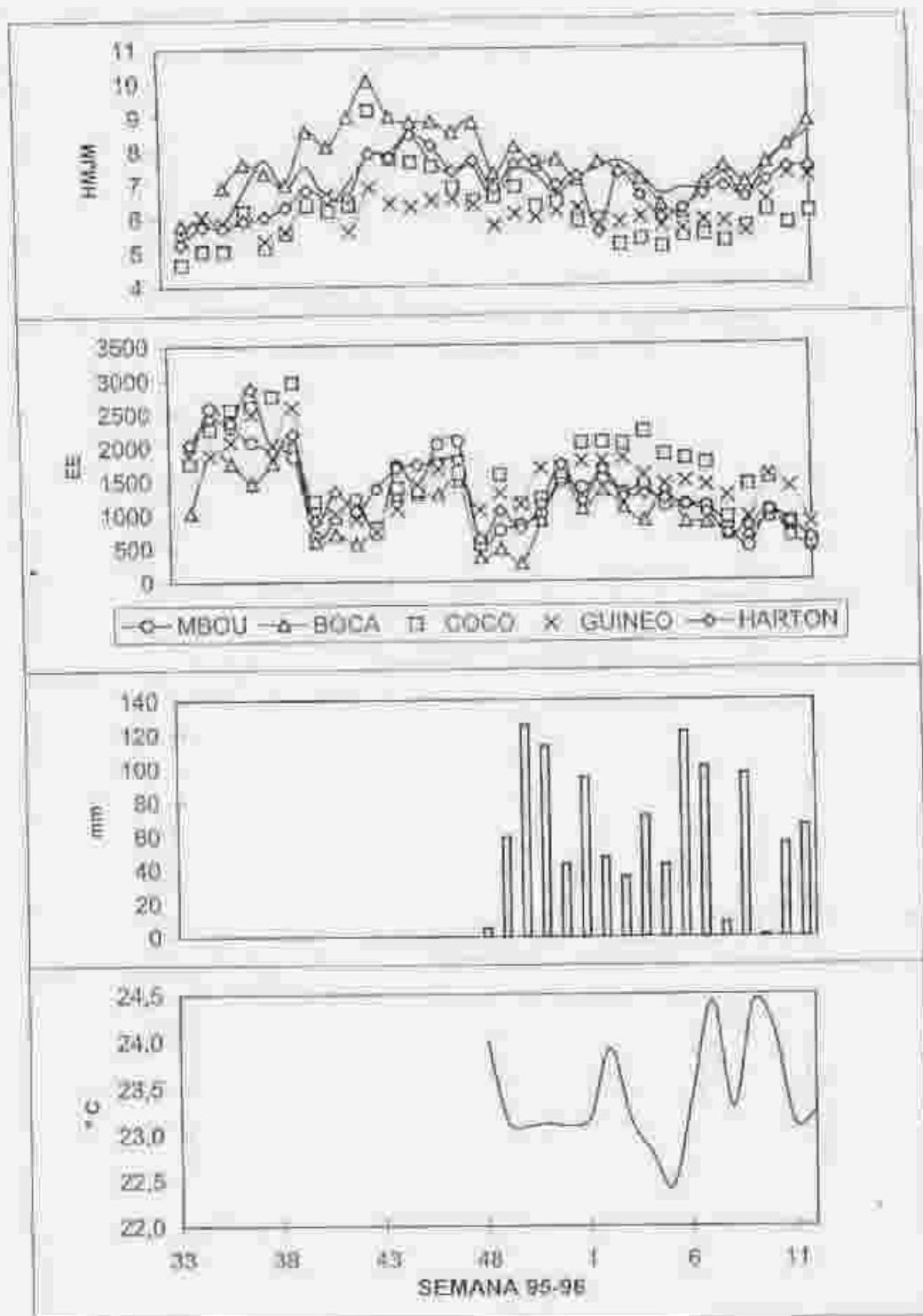


Figura 13. Fluctuación semanal de la HMJM y del estado de evolución de la Sigatoka negra, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Tulenapa, Carepa, Antioquia, 25 msnm.

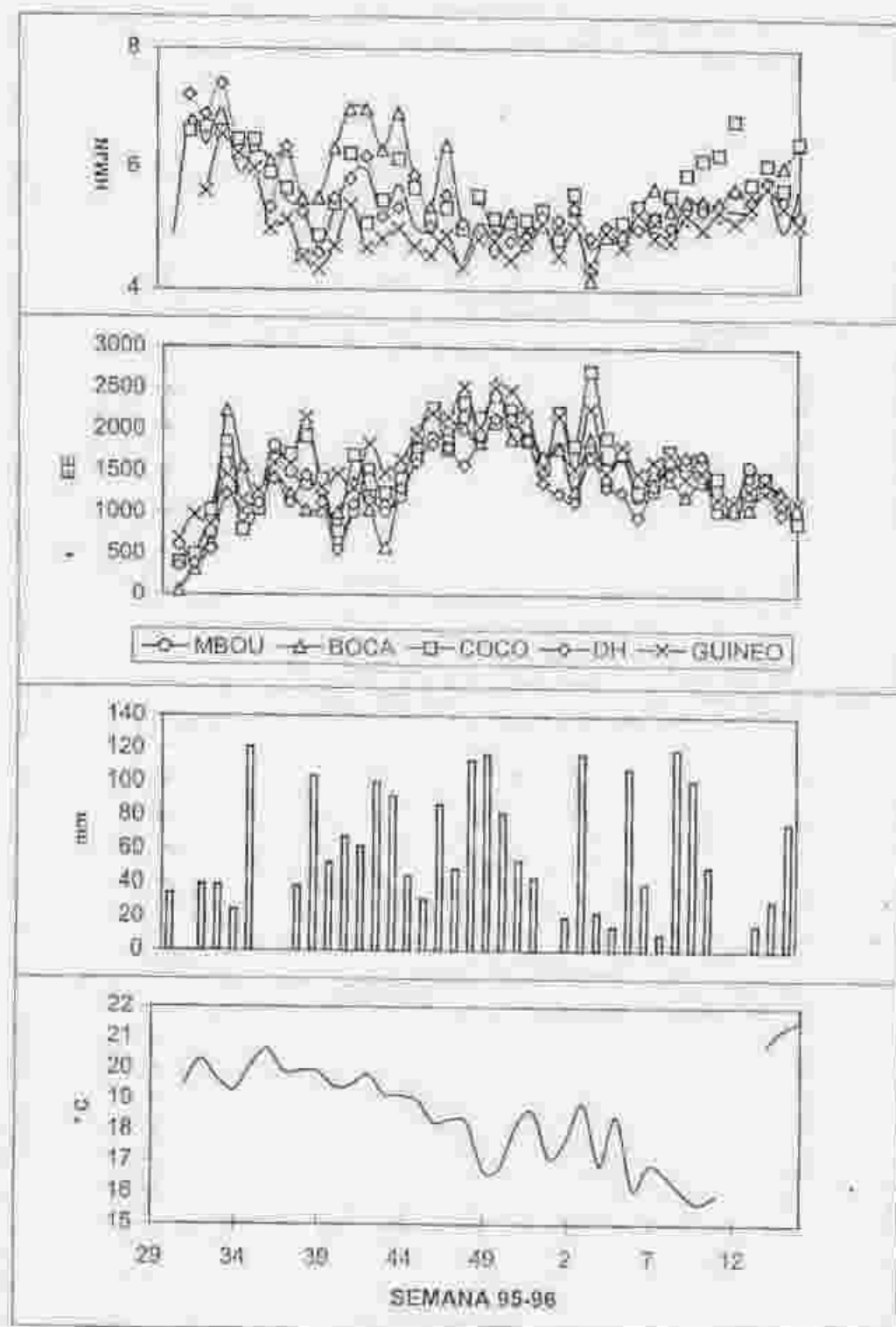


Figura 14. Fluctuación semanal de la HMJM y del estado de evolución de la Sigatoka negra, en diferentes genotipos de musacas. Pluviosidad acumulada semanal y temperatura mínima promedio en Albania, Marjulla, Tolima, 860 msnm.

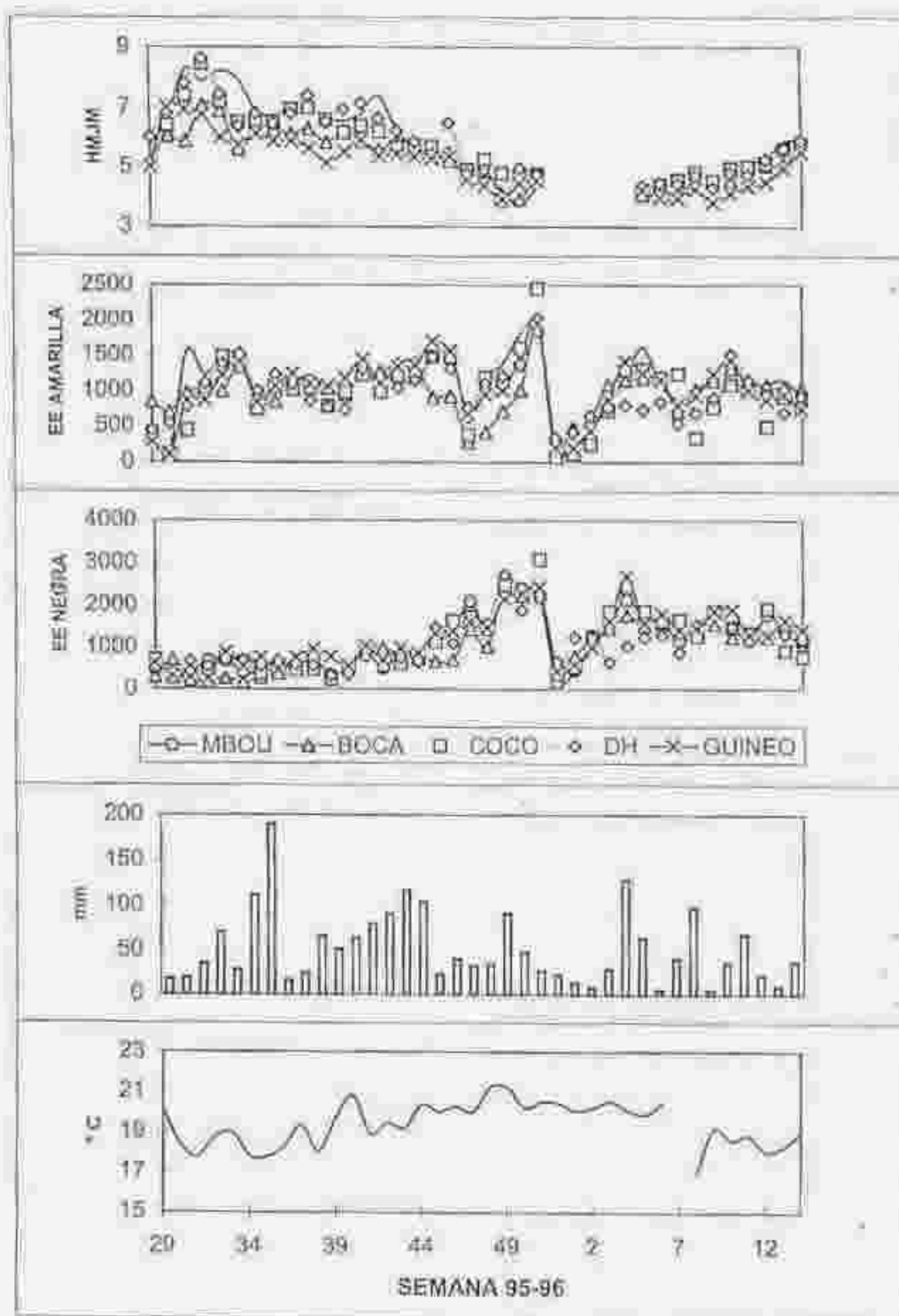


Figura 15. Fluctuación semanal de la HMJM y del estado de evolución de las Sigatocas negra y amarilla, en diferentes genotipos de musaceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Normal, Talma, 1175 msnm.

en las diferentes localidades consideradas. Al respecto se observa que el clon Bocadoño registró en la localidad de Tulenapa, los menores índices de estado de evolución, en comparación a los otros clones evaluados. Esta situación guarda una estrecha relación con lo observado en la variable HMJM y refuerza el concepto del grado de tolerancia del Bocadoño a la Sigatoka Negra.

Los bananos Gros Michel cocos y Guineo, presentaron en Tulenapa los mayores valores de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución, seguidos por los clones de plátano Hartón y Mbouroukou, éstos últimos susceptibles a la Sigatoka Negra,

No obstante los niveles de manejo que alcanza la Sigatoka Negra en la zona de Urabá (Tulenapa), los valores correspondientes de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución fueron muy similares a los observados a mayores altitudes para el mismo material, lo cual es un indicativo del nivel de adaptación del agente causal de la Sigatoka Negra a las condiciones registradas en la localidad de Albania.

De acuerdo con lo observado en Falan, se presentaron tanto la Sigatoka Negra como la Sigatoka Amarilla, registrándose un dominio relativo de *M. fijiensis*, la cual alcanzó mayores valores de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución en los materiales evaluados.

Las curvas correspondientes al estado de evolución de la enfermedad se registran para las diferentes localidades y materiales evaluados en las Figuras 13,14 y 15, efectuando en el caso de Falan una diferenciación de las curvas correspondientes a la Sigatoka Negra y a la Sigatoka Amarilla.

Los valores registrados a lo largo del período de evaluación, presentan para la curva del estado de evolución una relación inversa con la curva de HMJM, tal como se observa en las Figuras correspondientes, pudiéndose definir que las variaciones estacionales obedecen tanto a los factores genéticos de los materiales evaluados como a los factores climáticos imperantes durante el período de estudio.

7.4 ESTUDIOS DE COMPONENTES ECOFISIOLÓGICOS SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD DE PLÁTANO Y BANANO A *Mycosphaerella fijiensis* FASES I Y II.

7.4.1 Justificación

La respuesta diferencial de un mismo clon a las sigatokas negra y amarilla, en función de las condiciones ambientales, se ha asociado a los cambios en el metabolismo secundario que favorece la producción de sustancias que pueden inhibir el desarrollo de la enfermedad. Adicionalmente a esta circunstancia, es factible que factores como el nutricional intervengan activamente en la expresión de esta característica, situación que se ha vislumbrado en los trabajos de manejo integrado de las enfermedades foliares, que muestran un mejor comportamiento de las plantas sometidas a un régimen de fertilización.

7.4.2 Objetivo General

- Estudiar la posible relación existente entre el contenido de polifenoles y los factores de altitud y nutrición en variedades de banano y plátano.

7.4.3 Objetivos Específicos

- Cuantificar y determinar las cantidades de compuestos fenólicos, en Dominico hartón, FHIA 1 y Fougamou.
- Evaluar el progreso de "SN" y "SA" en las variedades utilizadas.
- Evaluar el comportamiento de los materiales en cuanto a las variables de crecimiento, desarrollo y producción.

7.4.4 Materiales

Semilla: Colino tipo aguja de FHIA 1, Fougamou y Dominico hartón.

Fertilizantes: Cloruro de Potasio (60% de K_2O), MAP (11% N y 53% P_2O_5) y Cal Dolomítica. Durante el ciclo de crecimiento se efectuaron aplicaciones edáficas con una frecuencia mensual a la mitad de las plantas establecidas de cada uno de los materiales evaluados en la fase II.

7.4.5 Métodos

En relación al estudio de fenoles; se efectuó un primer muestreo Fase I en noviembre de 1995, para lo cual se seleccionó el área foliar central de las hojas en posición 2 y/o 3 de las variedades en estudio. Adicionalmente se tomaron muestras en La Margarita (Palestina). Todas las muestras fueron enviadas a Montpellier para el respectivo análisis de laboratorio.

Se realizó un nuevo muestreo sobre plantas de segundo ciclo en las localidades de Falán y Albania y recurriendo a muestreos en plantas ubicadas en el Centro de Investigación Caribia, a 20 m.s.n.m. para suplir el muestreo correspondiente a zona de baja altitud.

En dos sitios seleccionados en la Fase II Fresno (1.256 m.s.n.m) y Albania (850 m.s.n.m), se establecieron dos parcelas con siembra de 10 plantas cada una de FHIA 1, Fougarnou y Dominico hartón. La primera parcela recibió fertilización mensual durante el ciclo y la segunda no fue fertilizada. En una fase intermedia del ciclo vegetativo se tomaron muestras del tercio medio de la hoja No. 3 en cada una de las parcelas, las cuales fueron enviadas al laboratorio de Cenicafé para su fiolización y posterior determinación del contenido de fenoles.

7.4.6 Resultados Fase I

7.4.6.1 Comportamiento agronómico de las variedades

Los datos correspondientes a las variables de crecimiento, desarrollo y producción de los clones incluidos en este estudio, se presentan en las Tablas 24, 25, 26 y 27.

El clon de plátano Hartón se evaluó solamente en Tulenapa registrando en esta localidad una altura de 3.27 m y un perímetro de 55 cm. El número de hojas funcionales en floración fue en promedio de 10.9 y el número de hojas manchadas en floración fue de 4.7.

Tabla 24. Variables de crecimiento, correspondiente a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con la susceptibilidad de los plátanos a las sigatocas negra y amarilla

VARIEDAD	Altura (m)			Perímetro (cm)		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Hartón	3.27	--	--	55	--	--
Dominico-Hartón	--	3.51	2.95	--	51	47
FHIA 1	2.67	2.69	2.45	52	57	55
FHIA 21	3.38	3.04	2.79	67	56	58
Fougamou	4.04	4.18	3.76	77	71	67

TUL : Tulenapa

FAL : Falán

ALB : Albania

Tabla 25. Variables de crecimiento, correspondiente a las cultivariedades evaluadas en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con la susceptibilidad de los plátanos a las sigatokas negra y amarilla

VARIEDAD	Hojas funcionales a floración			Hojas manchadas a floración		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Hartón	10.9	–	–	4.7	–	–
Dominico-Hartón	–	9.6	8.1	–	4.5	4.3
FHIA 1	14.4	13.1	13.8	1.6	6.9	4.6
FHIA 21	13.2	12.1	11.1	5.2	4.7	5.1
Fougamou	14.8	14.0	13.5	3.3	5.0	5.6

TUL : Tulenapa

FAL : Falán

ALB : Albania

Tabla 26. Variables de desarrollo, en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con la susceptibilidad de los plátanos a las sigatocas Negra y Amarilla.

VARIEDAD	Siembra a floración (días)			Floración a cosecha (días)			Siembra a cosecha (días)		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Hartón	315	--	--	74	--	--	390	--	--
Dominico- Hartón	--	351	368	--	113	97	--	464	465
FHIA 1	282	331	338	114	146	145	397	477	482
FHIA 21	331	318	341	86	131	126	418	450	467
Fougamou	326	454	383	93	150	133	419	604	516

TUL : Tulenapa

FAL : Falán

ALB : Albania

Tabla 27. Variables de producción, en el ensayo de componentes ecofisiológicos y su relación con la susceptibilidad de los plátanos a las sigatokas Negra y Amarilla.

VARIEDAD	Total hojas emitidas			Peso racimo (kg)		
	TUL	FAL	ALB	TUL	FAL	ALB
Hartón	40	—	—	11.8	—	—
Dominico-Hartón	—	37	41	—	12.6	12.7
FHIA 1	31	35	37	28.3	23.0	25.8
FHIA 21	37	35	38	28.7	24.9	28.0
Fougarnou	43	46	44	25.9	26.1	19.6

TUL : Tulenapa

FAL : Falán

ALB : Albania

En cuanto al clon de plátano Dominico Hartón, se registraron alturas de planta que fluctuaron entre 2.95 m en Albania y 3.51 m en Falán. Los perímetros respectivos en estas localidades fueron de 47 y 51 cm. El número de hojas funcionales a floración fue de 9.6 en Falán y 8.1 en Albania. Tablas 24 y 25.

Los valores registrados en cuanto al número de hojas en floración, para las variedades de plátano Hartón y Dominico Hartón, permite un adecuado desarrollo del racimo en la fase de llenado.

El clon de plátano Fougamou cuyo genoma tiene dominancia de Balbisiana, registró alturas que fluctuaron entre 3.76 y 4.04 m, los perímetros correspondientes fueron de 67 y 77 cm. El número de hojas funcionales fue de 14.8 en Tulenapa y de 13.5 en Albania. En cuanto al número de hojas manchadas a floración, en Tulenapa se tuvo un registro de 3.3 y en Albania de 5.6 hojas. Los valores respectivos muestran que el clon Fougamou es un material tolerante a la Sigatoka Negra y amarilla y mantiene un número de hojas suficientes para alcanzar un buen llenado del racimo.

Los registros correspondientes a los periodos de siembra a floración y siembra a cosecha, muestran que para una misma variedad existe una relación directa entre la altitud de la zona y el ciclo correspondiente, así por ejemplo, el clon mejorado FHIA 1, registró en Tulenapa a 25 m.s.n.m. un periodo de siembra a cosecha de 282 días y en Falán a 1175 m.s.n.m de 331 días. Tabla 26.

En cuanto a las variables de producción se observa que entre las variedades de plátano con dominancia de Acuminata, el mayor peso lo registró el clon Dominico Hartón con 12.7 y el menor, el clon Hartón con 11.8 kg

El clon de plátano con dominancia de Balbisiana Fougamou, registró pesos de 26.1 kg en Falan y 19.6 Kg en Albania. Por su parte los tetraploides mejorados FHIA 1 y FHIA 21, alcanzaron pesos máximos respectivos de 28.3 y 20.7 kg. (Tabla 27).

7.4.6.2. Evolución de la Sigatoka Negra y Amarilla

Los resultados correspondientes al comportamiento promedio de las Sigatoka Negra y Amarilla, en las diferentes localidades y materiales evaluados, se presentan en la Tabla 28 y Figuras 16, 17, 18 y 19.

Hoja más joven manchada

En Tulenapa a 25 m.s.n.m. se registraron los mayores valores de HMJM y en Albania y Falan los menores valores correspondientes. De acuerdo con esto se confirma por una parte el nivel de manejo que alcanza la Sigatoka Negra en la zona de Tulenapa, mediante la aplicación calendario de fungicidas y por otra parte el daño que puede ocasionar la Sigatoka Negra en zona de altitud como es el caso de las localidades de Albania y Falan.

En la localidad de Falan se registró la presencia de las Sigatoka Negra y Amarilla que pueden afectar en mayor o menor grado de acuerdo con el genotipo considerado:

El FHIA 1, registró el mayor valor de HMJM bajo condiciones de Tulenapa y Albania, lo cual demuestra sus características de resistencia a la Sigatoka Negra. Sin embargo, en Falan que registra la presencia de Sigatoka Amarilla, éste material presentó una reducción apreciable en el valor correspondiente de HMJM, ubicándolo en niveles cercanos a los presentados por el clon susceptible Domingo Hartón y Hartón, los cuales presentaron los menores valores correspondientes en las

Tabla 28. Comportamiento de diferentes materiales de musáceas frente a la Sigatoka Negra y amarilla en diversas condiciones ecológicas.

	Altitud m.s.n.m.	Variedad	Genoma	Clase sigatoka	HMJM	SBH4	EE
Tulenapa	25	Hartón	AAB	SN	6.96	939	2120
		FHIA 1	AAAB	SN	12.73	567	1512
		FHIA 21	AAAB	SN	10.97	686	1645
		Fougamou	ABB	SN	11.61	501	1345
Albania	860	Dominico Hartón	AAB	SN/SA	5.37	970	1,881
		FHIA 1	AAAB	SN/SA	9.76	656	1,450
		FHIA 21	AAAB	SN/SA	7.59	648	1,442
		Fougamou	ABB	SN/SA	7.79	659	1,608
Falan	1175	Dominico Hartón	AAB	SN	5.57	1050	1794
				SA		588	1678
		FHIA 1	AAAB	SN	6.77	512	915
				SA		521	1322
FHIA 21	AAAB	SN	8.33	561	933		
		SA		515	1268		
Fougamou	ABB	SN	8.15	448	736		
		SA		459	1025		

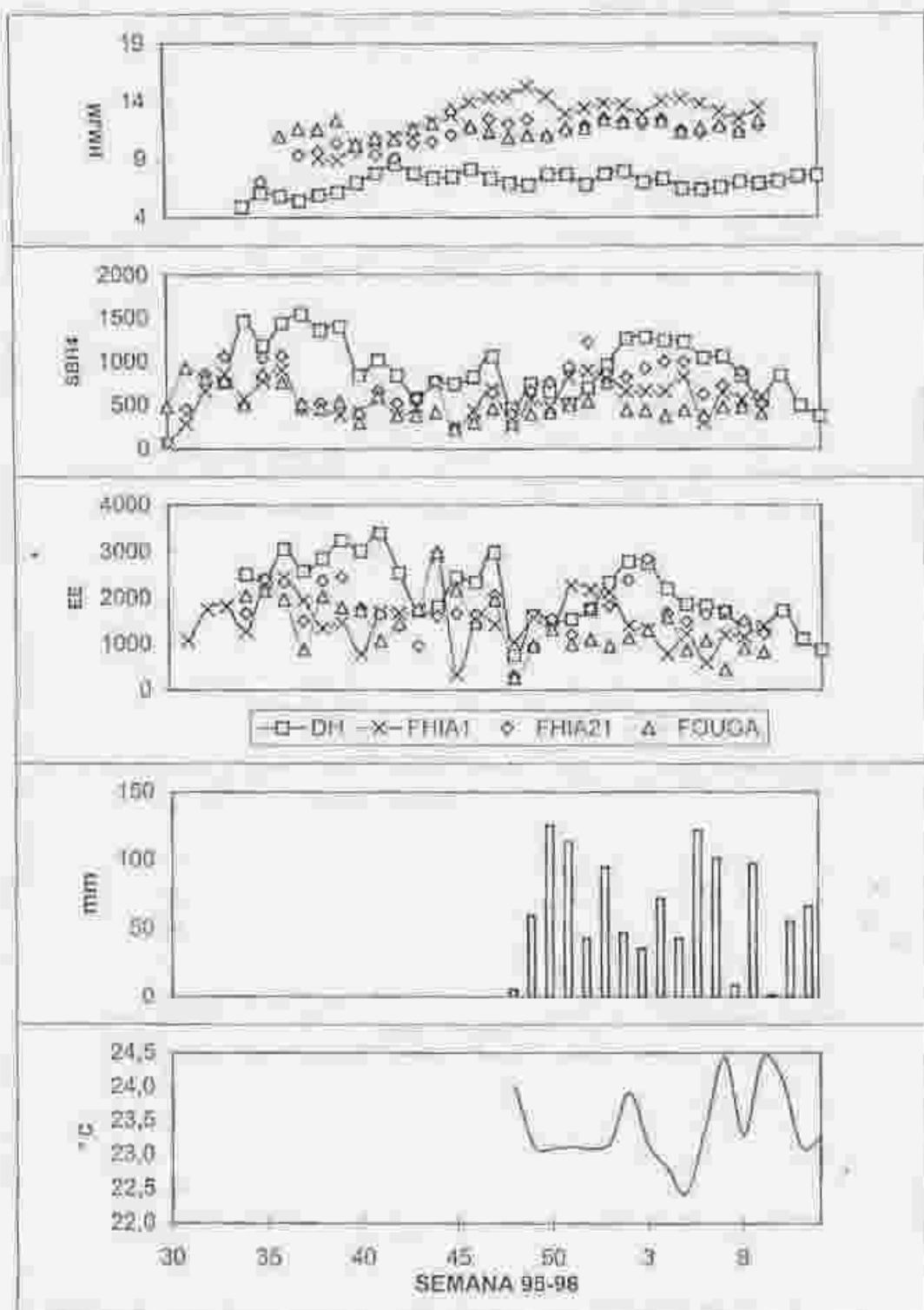


Figura 16. Fluctuación semanal de la HMJN, suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la sigatoka negra en diferentes genotipos de musaceas, Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio, en Tulenapa, Carepa, Antioquia 25 msnm.

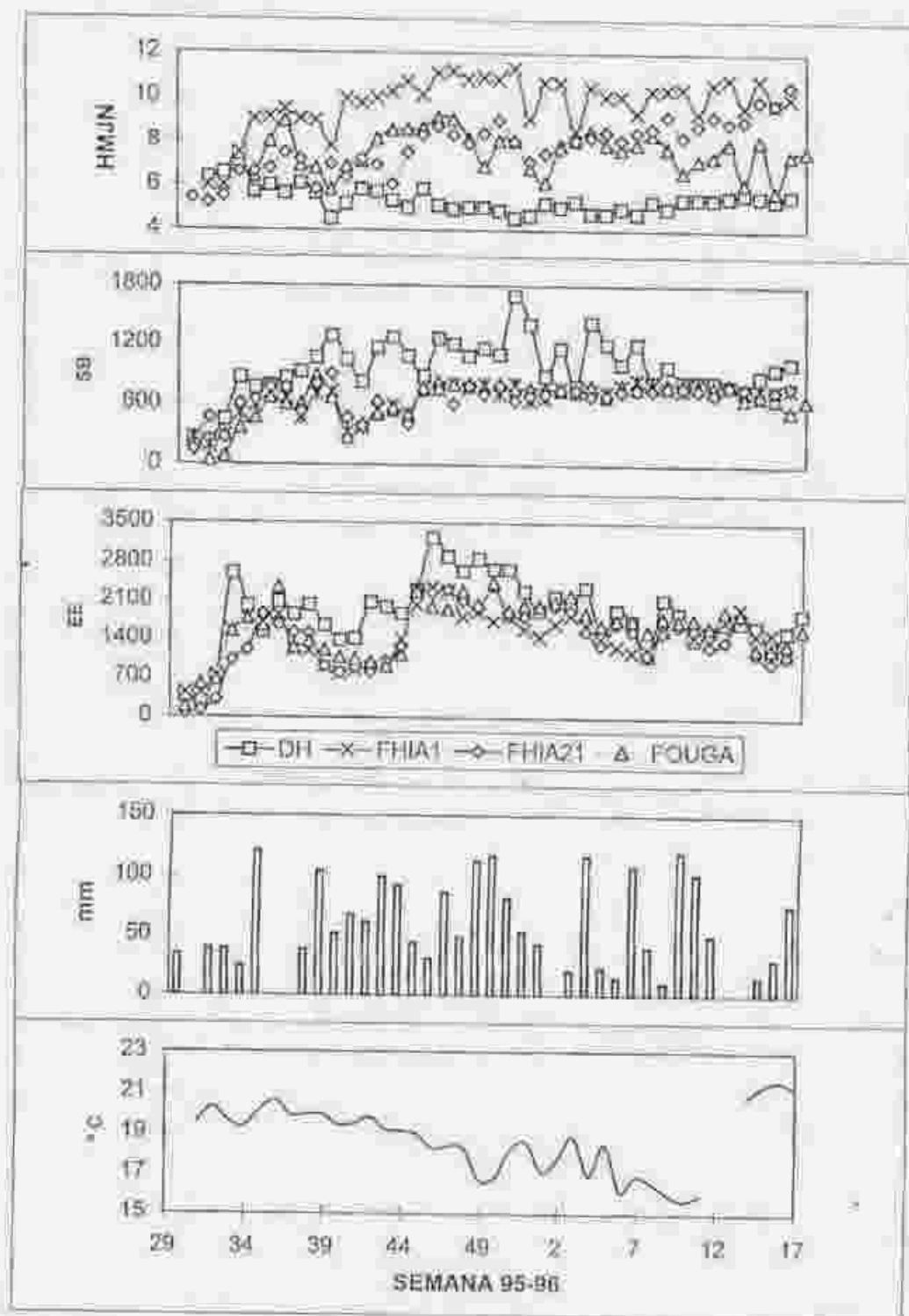


Figura 17. Fluctuación semanal de la HMJN, suma bruta en hoja-cuatro y estado de evolución de la Sigatoka negra, en diferentes genotipos de musacaos. Pluviógrafos semanales acumulados y temperatura mínima promedio en La Abania, Maricúta, Tolima 850 msnm.

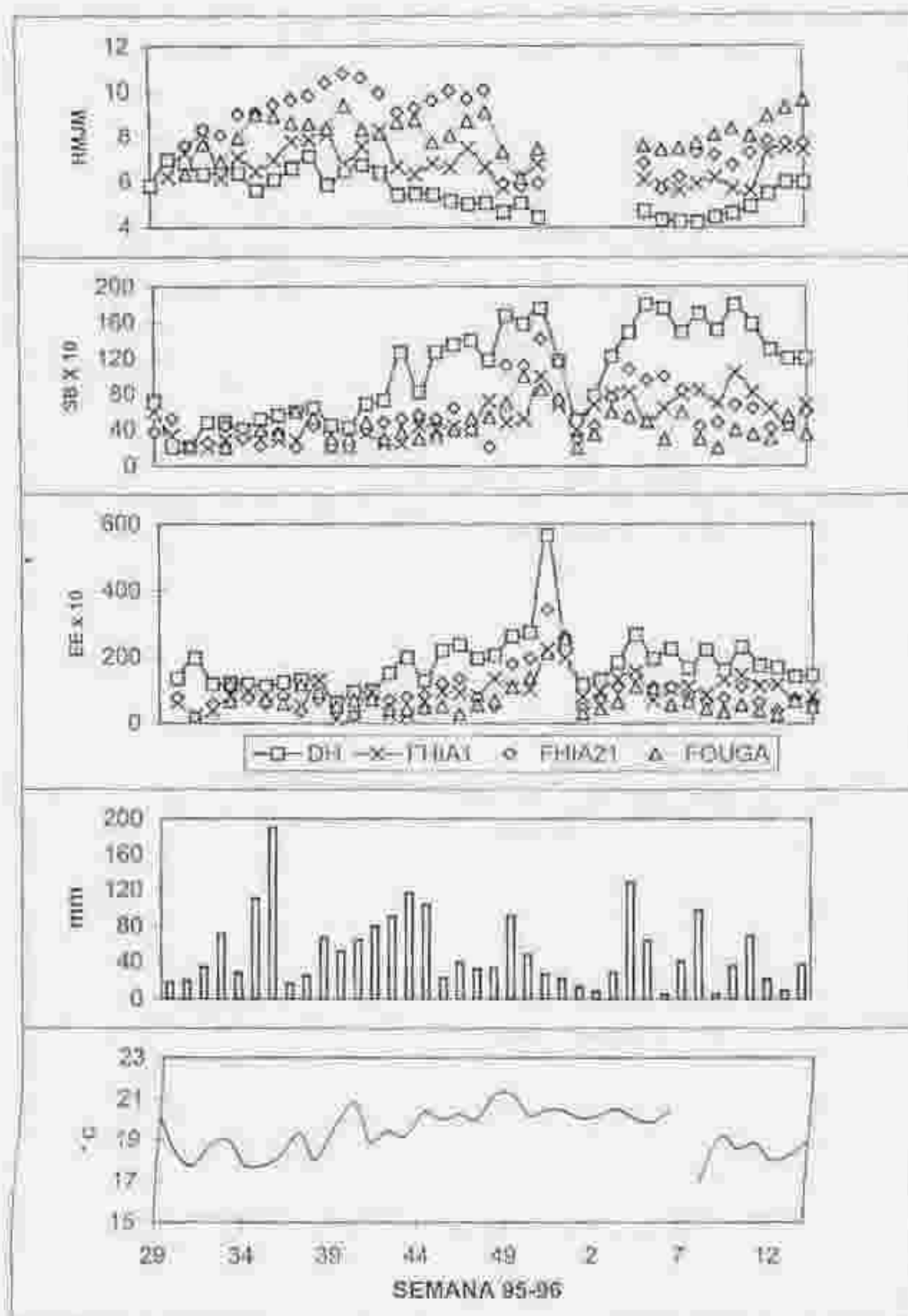


Figura 16. Fluctuación semanal de la HMJA, suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka negra, en diferentes genotipos de musaceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Normal, Faján, Tolima, 1175 msnm.

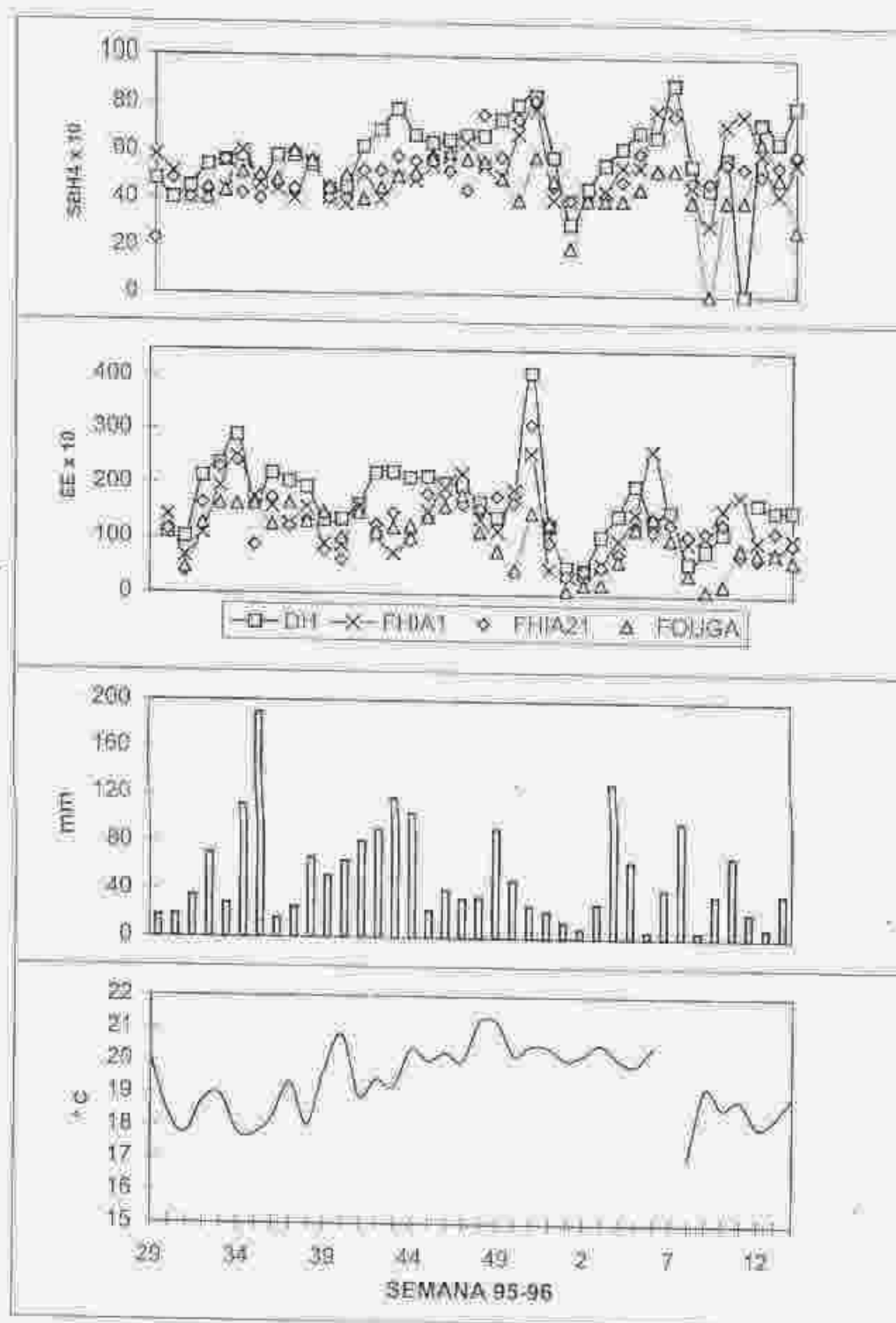


Figura 19. Fluctuación semanal de la HMJN, suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la *Sigatoka* amarilla, en diferentes genotipos de musáceas. Pluviosidad semanal acumulada y temperatura mínima promedio en La Normal, Falan, Tolima, 1995-1996.

localidades en que se efectuó la evaluación. Esta situación ubica al FHIA 1 como un material susceptible a la Sigatoka Amarilla.

Los clones Fougamou y FHIA 21, presentaron un comportamiento similar al registrado por el FHIA 1 en Tulenapa, manteniendo sin embargo, estas mismas características bajo condiciones de Falan, lo que indica que estos materiales presentan tolerancia tanto a la Sigatoka Negra como a la Sigatoka Amarilla.

Las fluctuaciones correspondientes a la HMJM de los diferentes materiales durante el período de evaluación, se registran en las Figuras 16, 17 y 18 para las localidades consideradas en el estudio. Las variaciones observadas guardan relación con el factor genético, el tipo de Sigatoka prevalente en la zona y las condiciones climáticas registradas durante el estudio.

De los materiales evaluados el Dominico Hartón y el Hartón presentaron los menores valores de HMJM en las localidades consideradas en el estudio, hecho que muestra la necesidad de definir conceptos claros de manejo para estos materiales de amplia aceptación comercial por parte de los consumidores, pero que registran susceptibilidad a las Sigatokas Negra y Amarilla.

Estado de evolución

En la Tabla 28, se observan los valores promedios de SBH4 y EE, los cuales presentan entre sí una relación directa en magnitud en los diferentes pisos altitudinales y para los diferentes clones estudiados.

El material con mayor susceptibilidad a las sigatokas fue el Hartón en Tulenapa y el Dominico Hartón en Albania y Falan, registrando los mayores valores de SBH4 y EE.

La mayor resistencia en Tulenapa la registró el Fougamou con valores promedio de SBH4 de 501 y EE de 1345; igual situación se registró en Falan, en donde este clon alcanzó los menores valores de SBH4 y EE, tanto para la Sigatoka Negra como para la Sigatoka Amarilla.

Los clones FHIA 1 y FHIA 21, presentaron valores de SBH4 y EE superiores a los registrados por el Fougamou, pero inferiores a los presentados por el Hartón y el Dominico Hartón.

Bajo condiciones de Falan, es posible observar que con excepción del Dominico Hartón, los materiales evaluados presentaron menores valores de SBH4 y EE para la Sigatoka Negra, que los observados en la Sigatoka Amarilla, indicando por una parte lo reciente del proceso de colonización de la Sigatoka Negra en la zona y por otra la tolerancia o resistencia de los materiales evaluados a la primera enfermedad.

Las curvas de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Negra en las localidades de Tulenapa, Albania y Falan y Sigatoka Amarilla en Falan, se presentan en las Figuras 16, 17, 18 y 19 respectivamente. Las fluctuaciones observadas guardan relación con los factores genéticos, altitudinales y climáticos.

7.4.7 Estado Fase II

La parcela ubicada en la localidad de Fresno fue sembrada el 27 de enero/97 y la ubicada en Albania en la última semana del mes de abril/97. En la actualidad se encuentran en la etapa de desarrollo vegetativo, habiéndose recolectado las muestras foliares correspondientes a la hoja tres en los diferentes materiales evaluados, discriminando entre plantas fertilizadas y no fertilizadas. Se tienen muestras de Caribla, ubicada a 20 m.s.n.m.; de Albania, ubicada a 860 m.s.n.m. y de

Fresno, ubicada a 1.250 m.s.n.m., las cuales fueron enviadas a CENICAFÉ para el proceso de liofilización y determinación del contenido de fenoles.

7.5 MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA FASES I Y II.

7.5.1 Justificación:

En las zonas bajas de Colombia la producción de plátano se ha visto afectada por la aparición y posterior diseminación de la Sigatoka Negra a partir de 1981 en la zona de Urabá. Su impacto económico y social en las regiones bajas ha sido bastante grande y ha reducido la disponibilidad del producto a nivel local, haciendo necesaria la importación de otras zonas productoras.

En la zona Andina se obtiene el 70% de la producción platanera nacional, la cual abastece los principales mercados del producto en Colombia. Recientemente la zona está amenazada por la presencia de algunas enfermedades que afectan el cultivo de plátano, entre las cuales se destaca la Sigatoka Negra, la cual se ha ubicado en la zona marginal baja cafetera, creando interrogantes sobre su posible comportamiento competitivo en relación con la Sigatoka Amarilla, la cual es endémica en la zona.

El mejoramiento de los sistemas de manejo de las enfermedades foliares en el plátano, se constituyen en una prioridad en cuanto a necesidades de investigación, de allí que se plantea el desarrollo de un experimento encaminado a ofrecer un método de manejo racional y económico del problema.

7.5.2 Objetivo General

- Comparar métodos de manejo de la Sigatoka Negra.

7.5.3 Objetivos Específicos

- Determinar la efectividad de los métodos utilizados.
- Evaluar el posible efecto compensatorio del balance nutricional como práctica económica y eficiente en el manejo de plantaciones afectadas por Sigatoka Negra.
- Comparar por separado y en conjunto el efecto de las prácticas de manejo a través del deshoje fitosanitario y control con productos químicos.
- Evaluar el efecto de los métodos de manejo utilizados sobre las variables de crecimiento, desarrollo y producción de plátano.
- Generar recomendaciones de manejo de Sigatoka Negra en plátano.

7.5.4 Materiales

Semilla: Colino de plátano del clon Dominico hartón.

Insumos: Fertilizantes, insecticidas y herbicidas.

Fungicidas: Benlate (150 g.l.a./ha), Tilt (100 g.l.a./ha) y Calixin (600 g.l.a./ha), Aceites Agrícolas Shell, en dosis de 15 a 20 l/ha y (cosmoll) 101 SQ en dosis de 10 l/ha.

Coadyuvantes: Cosmoflux 411 F al 0.9% del volumen de la mezcla.

Equipo de fumigación: Fumigadora de espalda a motor marca Solo Port, con dispositivo de ultrabajo volumen.

7.5.5 Métodos

FASE I

Bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones, se estableció el experimento en Albania, Tolima. Se utilizó como distancia de siembra 3.0 m entre surcos y 1.5 m entre sitios, con su colino por sitio. La unidad experimental estuvo conformada por 72 plantas.

A partir de la cuarta hoja emitida y con una periodicidad semanal, se efectuaron observaciones del hospedero y la enfermedad en dos plantas marcadas en cada unidad experimental.

Las observaciones se desarrollaron hasta la fase de floración.

Como paquete técnico se consideraron las prácticas agronómicas correspondientes al tamaño del huero, distancia de siembra, control de malezas, desguasques y deshojas.

Los tratamientos considerados en este primer ciclo productivo fueron:

- T1. Deshoje + fertilización + paquete técnico.
- T2. Fertilización + paquete técnico.
- T3. Deshoje + paquete técnico.
- T4. Control químico + fertilización + paquete técnico.
- T5. Control químico + paquete técnico.
- T6. Deshoje hasta hoja 25 + control químico + fertilización + paquete técnico.

FASE II

Considerando las tendencias observadas en el primer ciclo productivo sembrado en la localidad de Albania a 850 m.s.n.m. se planteó el establecimiento de una segunda fase de evaluación del manejo de la Sigatoka Negra. Con este fin se realizó una nueva siembra en mayo de 1996 en la localidad de Albania, para la cual se utilizó semilla de rebrote manejada en vivero con siete tratamientos y cinco repeticiones. Como distancia de siembra se empleó la de 3.0 x 1.5 m, un colmo por sitio. Cada unidad experimental está conformada por 64 plantas (8 surcos x 8 plantas).

Los tratamientos considerados en la segunda fase fueron los siguientes:

- T1. Deshoje mensual hasta hoja 19 + fertilización + aplicación de químico con preaviso biológico.
- T2. Deshoje mensual hasta hoja 19 + fertilización + deshoje quincenal + aplicación de químico con preaviso biológico.
- T3. Deshoje mensual hasta hoja 25 + fertilización + aplicación de químico con preaviso biológico.
- T4. Deshoje mensual hasta hoja 25 + fertilización + deshoje quincenal + aplicación de químico con preaviso biológico.
- T5. Deshoje quincenal sin fertilización.
- T6. Sin deshoje con fertilización.
- T7. Deshoje quincenal con fertilización.

Semanalmente a partir de la hoja No. 10 se efectuaron observaciones tanto del hospedero como de la enfermedad en dos plantas marcadas en cada unidad experimental. Las observaciones se realizaron hasta el inicio de la fase de floración.

En los tratamientos con control químico, antes de la aplicación de los productos, se eliminaron las hojas manchadas existentes. Las aplicaciones con fungicida se realizaron con Cosmo-oil, aplicado en emulsión con agua en volumen de 20l/ha (10 l de aceite + 10 l de agua + 0.9% de la mezcla con Cosmoflux 411 F).

Las aspersiones alternadas de los fungicidas, se efectuaron cuando entre lecturas semanales se presentaron diferencias en "SBH4" superiores a 200.

Como fertilizante compuesto se utilizó la mezcla total por ha/ciclo de 340 kg de MAP y 200 kg de KCl.

7.5.6 Resultados

FASE I

7.5.6.1 Comportamiento del hospedero

En la Tabla 29, se presentan los datos correspondientes a las variables de crecimiento, desarrollo y producción para los diferentes tratamientos en la parcela ubicada en La Albania.

Al respecto, se puede observar que las parcelas que no recibieron fertilización registraron la menor altura de la planta a floración en contraste con las parcelas que recibieron el suministro de nutrientes. La parcela que mayor altura registró, 3.26 m, corresponde al tratamiento que recibió fertilización, un manejo con paquete técnico adecuado y control químico de la Sigatoka Negra.

Tabla 29. Variables de crecimiento, desarrollo y producción correspondientes al ensayo de manejo de Sigatoka Negra. Albania, Tolima. Fase I. *D. V. Torres*

TRAT	ALT	PER	HFF	HMF	THE	S-F	F-R	S-R	HFC	HMC	P-KGS
T1	2.90	48	8.3	3.9	42	345	99	443	2	2	15.8
T2	3.16	55	8.2	3.8	39	322	89	411	3	3	14.3
T3	2.91	48	6.2	2.8	40	362	93	454	2	2	12.6
T4	3.26	53	8.4	3.9	39	342	96	438	4	4	17.6
T5	2.79	49	7.5	3.6	42	377	96	473	2	2	12.7
T6	3.04	49	9.2	4.3	42	351	104	455	2	2	14.9

TRAT: Tratamiento

ALT: Altura (m)

PER: Perímetro (cm)

HFF: Hojas funcionales en floración

HMF: Hojas manchadas en floración

THE: Total hojas emitidas

S-F: Período siembra floración (días)

F-R: Período floración cosecha (días)

S-R: Período siembra cosecha (días)

HFC: Hojas funcionales cosecha

HMC: Hojas manchadas cosecha

P-KGS: Peso racimo (kg)

En cuanto al número de hojas funcionales a floración la misma Tabla, muestra que la falta de fertilización, se traduce en una reducción del valor correspondiente de hojas, el cual no supera el mínimo de ocho requeridas para un adecuado llenado del racimo.

Los tratamientos que recibieron fertilización presentaron bajo las condiciones del ensayo un número de hojas funcionales superior a ocho, lo cual se traduciría en un mejor proceso de llenado del racimo.

En relación a los resultados obtenidos en el peso promedio del racimo, se observa que el factor nutricional alcanza a influir de manera preponderante en la expresión del potencial productivo, aún por encima de las prácticas de deshoje y control químico de la sigatoka.

Al respecto los tratamientos uno y dos, registran pesos de racimo de 15.6 y 14.3 kg, respectivamente, que superan al peso alcanzado por el tratamiento tres con 12.6 kg, el cual no recibió fertilización alguna.

Otro contraste en cuanto al resultado obtenido, es la comparación de los tratamientos tres y cinco, con pesos respectivos de 12.6 y 12.7 kg, que no recibieron fertilización, peso en los que se efectuó un manejo de la sigatoka mediante las prácticas de deshoje y control químico, las cuales no fueron suficientes para asegurar una buena producción.

De acuerdo con lo anterior, la siembra en suelos con buenas características físico-químicas, complementado con un buen programa de fertilización y prácticas de manejo de la enfermedad, permiten alcanzar un mayor nivel productivo de las plantas de plátano.

7.5.6.2 Progreso de la enfermedad

Los resultados comparativos correspondientes a las variables de la enfermedad se presentan en la Tabla 30. En ésta se observa que los mayores valores de HMJM corresponden a los tratamientos con aplicación de control químico, en comparación a los tratamientos que sólo recibieron la fertilización y/o el deshoje.

En las Figuras 20 y 21, se pueden observar las curvas de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Negra para los diferentes tratamientos evaluados.

En los tratamientos cuatro y cinco se efectuaron un total de siete aspersiones con fungicidas con un intervalo mínimo entre aplicaciones de cuatro semanas y máximo de doce semanas. En el tratamiento seis cuya primera aplicación se realizó en la semana quinta de 1996, se efectuaron un total de tres aspersiones.

Las fluctuaciones de HMJM, en los diferentes tratamientos evaluados fueron los siguientes: T1: 4.96 - 7.66, T2: 4.96 - 7.30, T3: 4.20 - 6.84, T4: 5.20 - 9.54, T5: 5.02 - 8.78, T6: 5.12 - 7.02.

La aplicación de los fungicidas generó una mayor cantidad de hojas sanas, situación que se manifestó en una reducción en los índices correspondientes a suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución en los tratamientos correspondientes.

Tabla 30. Evolución de la enfermedad en los diferentes tratamientos de manejo. Albania. Fase I.

	Tratamiento	HMJN	SBH4	EE
1	Deshoje + fertilización + Paquete técnico	5.74	810	1708
2	Fertilización + Paquete técnico	5.82	764	1668
3	Deshoje + Paquete técnico	5.47	827	1698
4	Control químico + fertilización + Paquete técnico	6.60	664	1427
5	Control químico + Paquete técnico	6.10	729	1584
6	Deshoje hasta hoja 25 + control químico + fertilización + Paquete técnico	5.86	758	1614

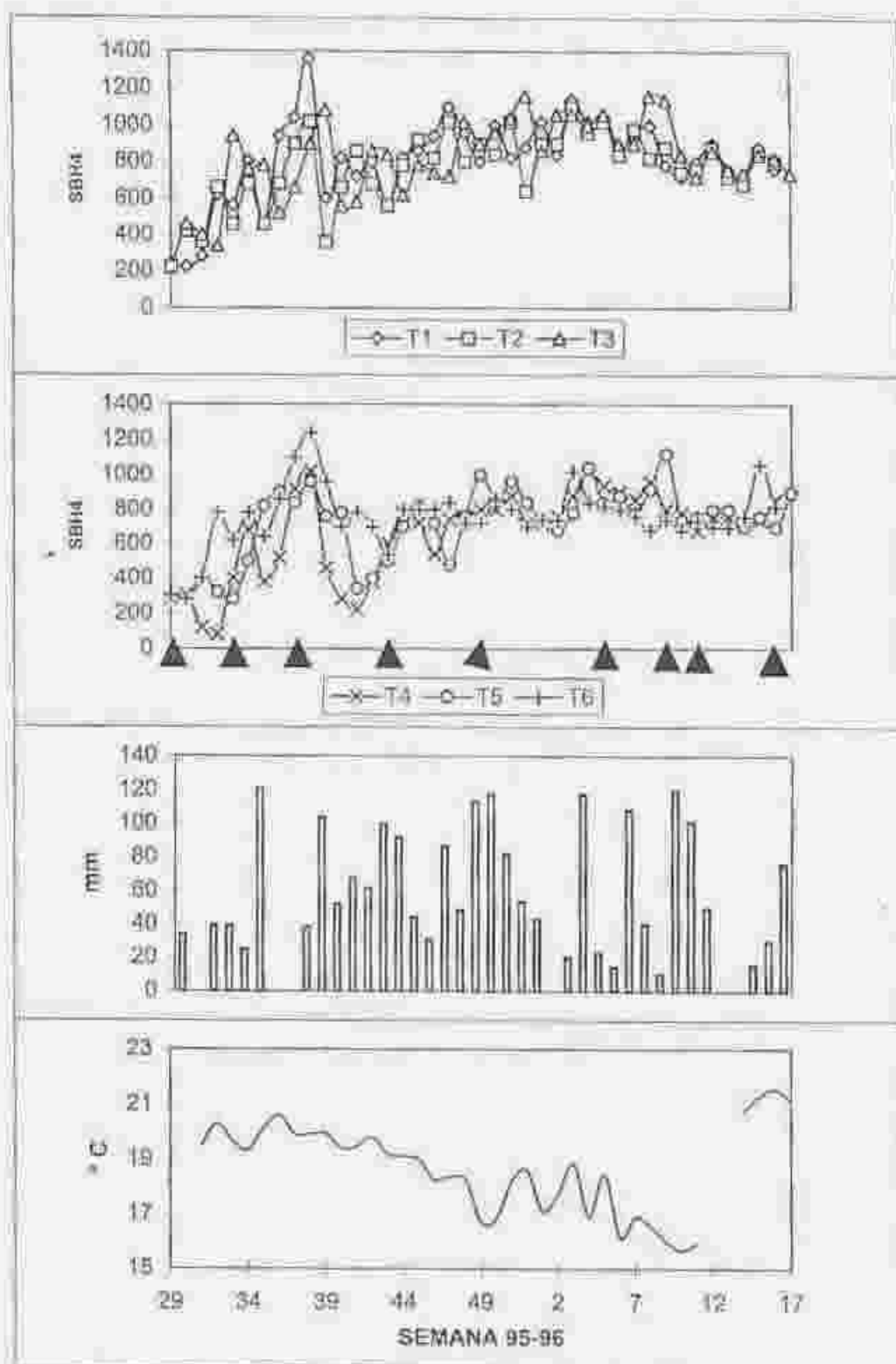


Figura 20. Fluctuación semanal de la suma bruta en hoja cuatro de la *Sigatoka* negra, en el genotipo *Dominico hartón*, en el ensayo de manejo Fase I, Albania, Mariquilla, Tolima, 850 msnm.

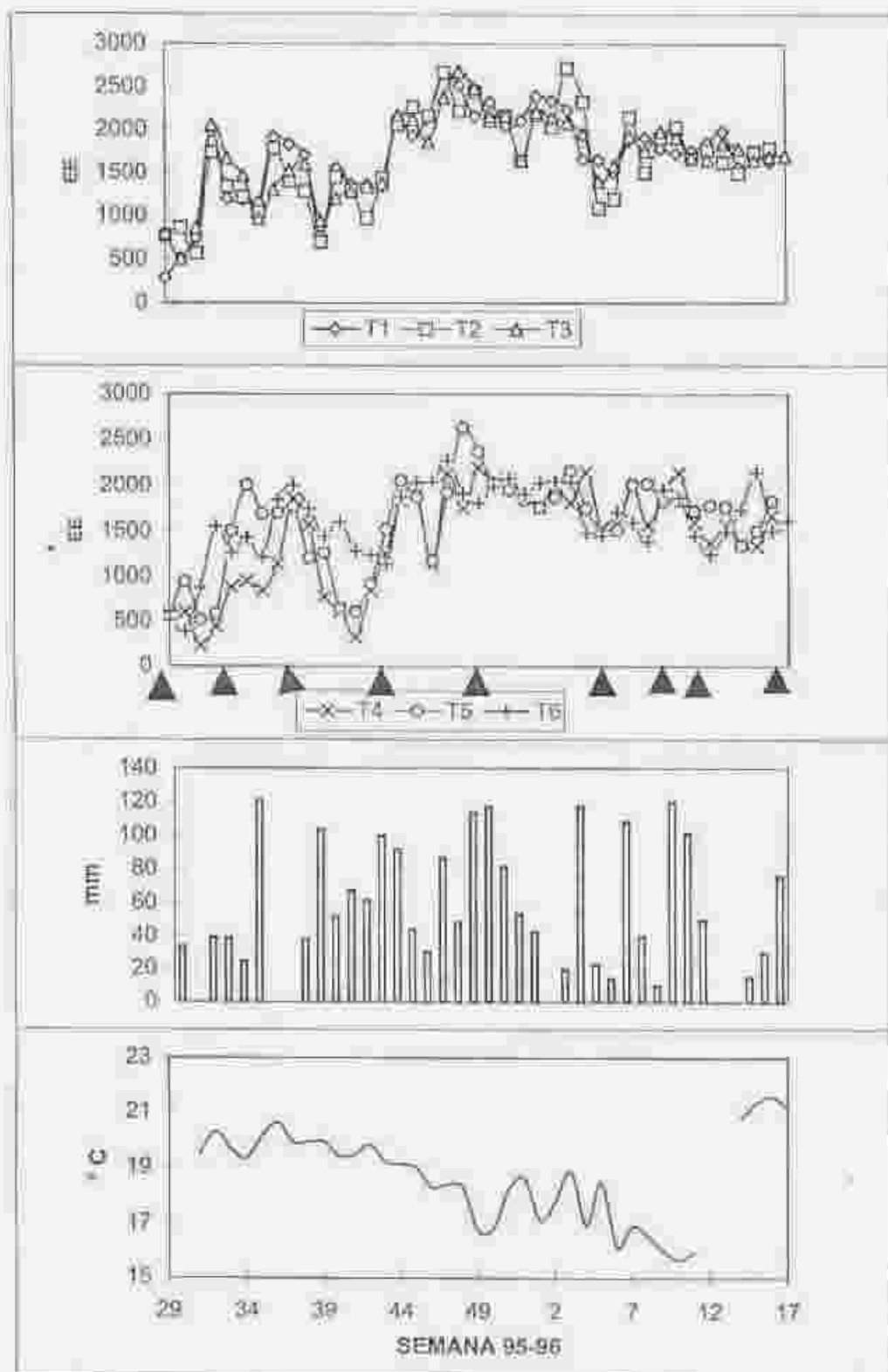


Figura 21. Fluctuación semanal del estado de evolución de la Sigatoka negra en el genotipo Dominica hartoni, en el ensayo de manejo Fase I. Albanis, Mariquita, Tolina 860 msnm.

La variación en las curvas de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución, muestra para la primera, valores máximos en los diferentes tratamientos en las semanas 37 y 38 del año 1995, los cuales luego de una reducción hacia las semanas 40 y 41 del mismo año, registraron fluctuaciones que no superaron el índice de 1.200 hasta el final del ciclo de evaluación (Figura 20).

En relación al estado de evolución, los mayores valores se presentaron para los diferentes tratamientos en la semana 47 del año 1995 y 2-3 del año 1996 (Figura 21).

FASE II

7.5.6.3 Comportamiento del hospedero

La parcela respectiva fue sembrada el 25 de junio de 1996, correspondiente a la semana 26 de 1996, registrando un desarrollo inicial lento, asociado a una temporada climática relativamente seca; sin embargo, luego del inicio de las lluvias se presentó un desarrollo normal de las plantas en todos los tratamientos.

Durante la fase de inicio de floración, se registraron fuertes viento, los cuales en la semana 30 de 1997, causaron el volcamiento del 70% de la plantación, impidiendo de esta manera la recolección de la información correspondiente a la producción y ciclo de la planta en los diferentes tratamientos.

Se realizó una cosecha de la biomasa productiva, representada por la recolección de estructuras florales (racimos), sin importar su estado de desarrollo, con el fin de establecer una posible tendencia de la precocidad y potencial productiva de los diferentes tratamientos.

En la Tabla 31, se presenta la información correspondiente a las variables de crecimiento como altura y perímetro y de producción como número de dedos y biomasa cosechada.

Los resultados obtenidos en cuanto a variables de crecimiento, no muestran diferencias entre los tratamientos evaluados, lo cual indica que las labores de deshoje y control químico de la sigatoka no influyeron de manera diferencial en un mayor desarrollo de las plantas, respecto a los tratamientos de referencia sin fertilización y sin control químico.

En cuanto a las variables de producción, el número total de dedos por racimo, presenta valores característicos de la variedad Domingo Hartón. El tratamiento en el cual no se aplicó fertilización, registró el menor número de dedos por racimo con 43.9, en comparación al rango observado en los tratamientos con fertilización cuyos valores fluctuaron entre 48.8 y 49.7 dedos/racimo.

La biomasa cosechada se interpreta como un indicativo de la tendencia productiva, influenciada por los diferentes tratamientos evaluados, al respecto, los menores valores fueron registrados por el tratamiento con deshoje quincenal y sin fertilización y el tratamiento que recibió fertilización pero sin manejo de sigatoka, con producciones de biomasa por parcela de 24 y 28 kg, respectivamente. Los demás tratamientos que recibieron fertilización y un manejo de la sigatoka con deshoje y control químico, alcanzaron valores que fluctuaron entre 43.8 y 74.0 kg.

Tabla 31. Variables de crecimiento y producción en el ensayo de evaluación de métodos de control y manejo de la Sigatoka Negra, Albania, Fase II.

	Tratamiento	Altura (m)	Perímetro (cm)	Dedos	No. racimos	Biomasa cosechada (kg)
1	Deshoje hasta H19 + fertilización + químico con preaviso	3.05	47.75	48.6	12.0	46.8
2	Deshoje hasta H19 + fertilización + deshoje quincenal + químico con preaviso	3.05	46.15	48.6	16.4	43.8
3	Deshoje hasta H25 + fertilización + químico con preaviso	2.94	46.63	48.9	11.0	50.0
4	Deshoje hasta H25 + fertilización + deshoje quincenal + químico con preaviso	3.09	47.30	46.6	15.0	74.0
5	Deshoje quincenal	3.02	47.21	43.9	7.8	24.0
6	Fertilización	3.05	47.05	49.7	8.2	28.0
7	Deshoje quincenal + fertilización	3.06	48.18	49.0	11.8	45.8

Se debe anotar que de acuerdo con lo observado en la Fase I, se esperaba un mayor nivel de producción en el tratamiento con fertilización; sin embargo, se debe tener en cuenta que el análisis busca inferir una tendencia general de los tratamientos. No obstante, se observa que aunque el tratamiento fertilizado no alcanzó una mayor producción de biomasa, el número de dedos/racimo promedio, con 49.7, es un indicativo del potencial que presentaba el tratamiento al cual solo se le aplicó fertilizante.

7.5.6.4 Progreso de la enfermedad

En la Tabla 32, se presenta la información correspondiente a los registros de HMJM, suma bruta hoja cuatro y estado de evolución promedio en los diferentes tratamientos evaluados. Al respecto, los valores de HMJM no variaron de manera sustancial entre los diferentes tratamientos, con registros que fluctuaron entre 6.14 y 6.34 hojas sin mancha, sin que se observe un efecto notable de las diferentes prácticas de deshoje y control químico, en comparación al tratamiento con solo fertilización.

En las Figuras 22 y 23, se presentan las curvas de suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución de la Sigatoka Negra, para los diferentes tratamientos evaluados.

Los valores correspondientes a suma bruta en hoja cuatro y estado de evolución, tampoco, no registran diferencias notables entre tratamientos, con valores que fluctuaron para el primer índice entre 807 y 848 y para el segundo entre 2058 y 2282.

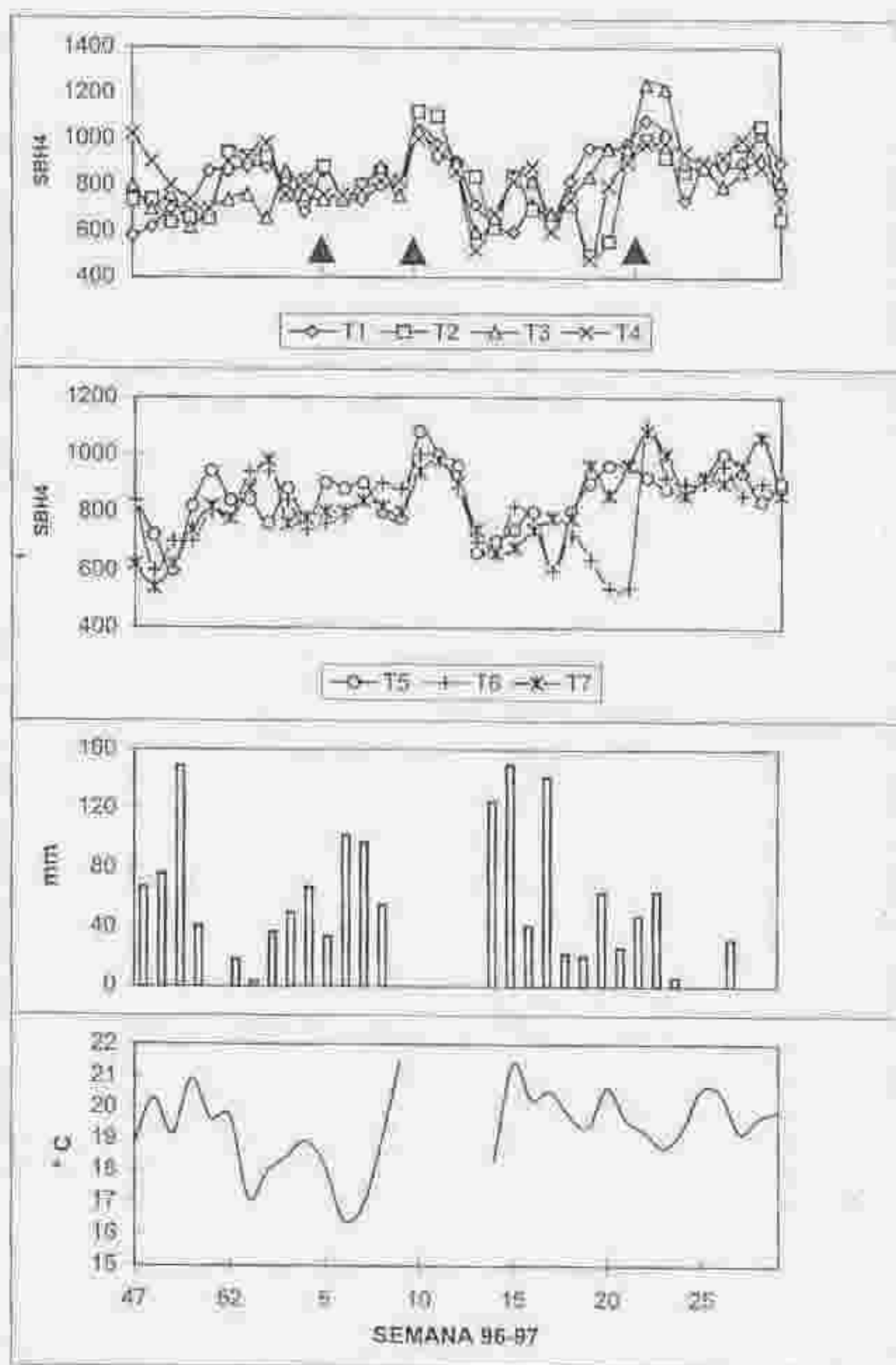


Figura 22. Fluctuación semanal de la suma bruta en hoja cuatro de la *Sigatoka* negra, en el genotipo Dominico hartón, en el ensayo de manejo. Fase II. Altamira, Mariposa, Toluca. 860 msnm.

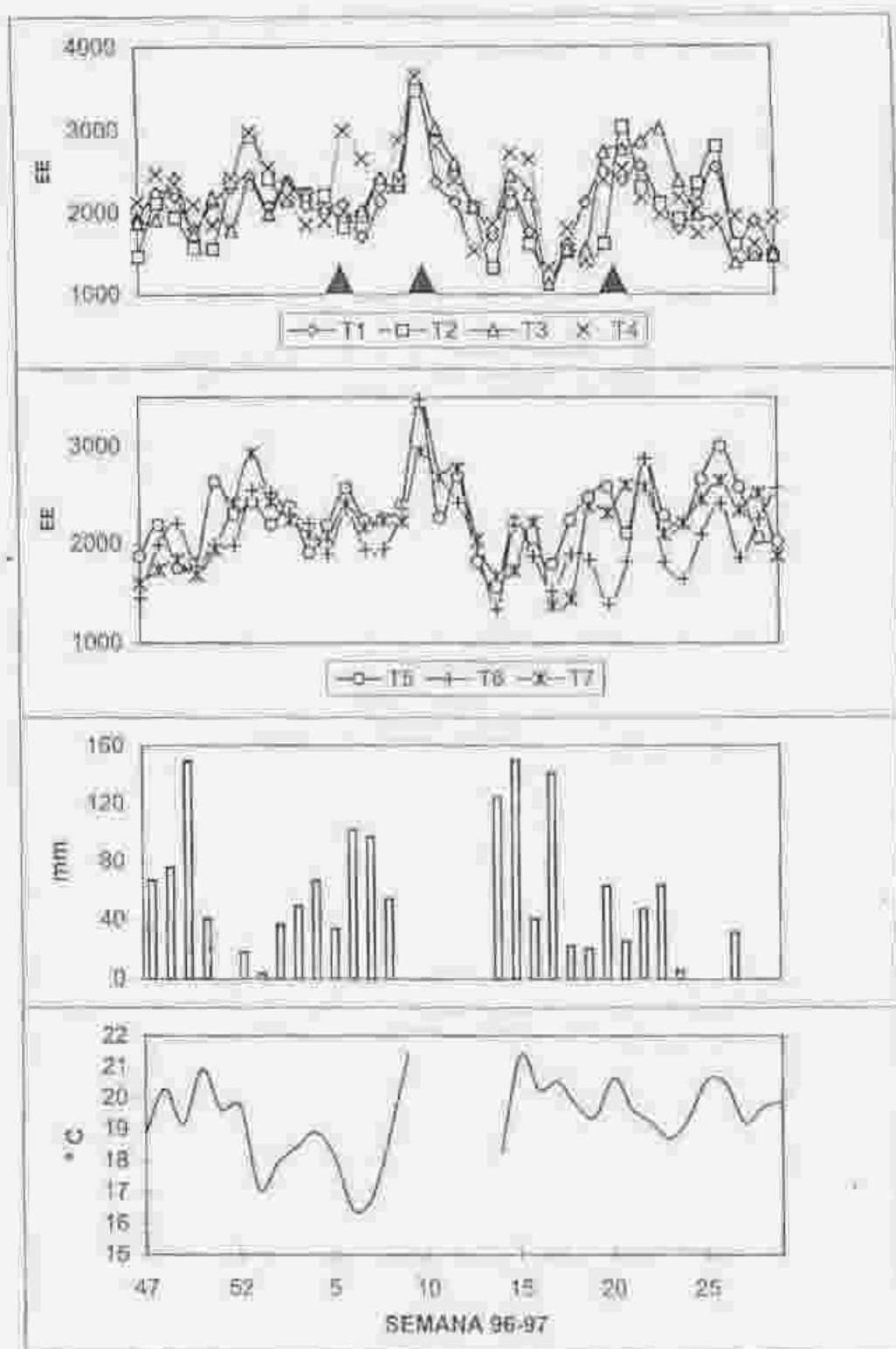


Figura 23. Fluctuación semanal del estado de evolución de la Sigatoka negra en el genotipo Domingo Lurón, en el ensayo de manejo Fase II, Albania, Mariquilla, Tolima, 850 msnm.

Los máximos valores para estos índices a lo largo del periodo de evaluación, se presentaron en los diferentes tratamientos entre las semanas 10-11 y 22-23 de 1997, con registros que fluctuaron entre 920 y 1240 para la SBH4 y entre 1650 y 3665 en el estado de evolución.

El número de aspersiones realizadas con fungicida fueron de tres en el tratamiento uno y dos aspersiones en los tratamientos dos, tres y cuatro. En las dos primeras aplicaciones se utilizó el fungicida Calixin, en emulsión con aceite cosmoil y en la tercera se utilizó el Tilt, también en emulsión con aceite.

