

Universidad Nacional Agraria  
Facultad de Agronomía  
Escuela de Sanidad Vegetal  
Departamento de Fitopatología

Trabajo de Diploma

Epidemiología de la "mancha de hierro"  
del café (*Cercospora coffeicola* B. & Ck )  
en las regiones norte y Pacífico de Nicaragua.

Autor: Br. Guillermo Somarriba B.

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal  
Examinador como requisito para optar al grado de Ingeniero  
Agrónomo.

Managua, Noviembre de 1992.

Universidad Nacional Agraria  
Facultad de Agronomía  
Escuela de Sanidad Vegetal  
Departamento de Fitopatología

Trabajo de Diploma

Epidemiología de la "mancha de hierro"  
del café (*Cercospora coffeicola* B. & Ck.)  
en las regiones norte y Pacífico de Nicaragua.

Autor: Br. Guillermo Somarriba B.

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal  
Examinador como requisito para optar al grado de Ingeniero  
Agrónomo.

Managua, Noviembre de 1992.

A mis padres.  
A mis hermanos.

## AGRADECIMIENTOS .

Quiero expresar mi agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A mi madre, María Luisa Bejarano Olivera porque ella ha sido el mayor apoyo moral que he tenido en mi formación y durante la realización de este trabajo.

Al Ph. D. David Monterroso Salvatierra por su asesoría y orientación.

A la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria por el apoyo material brindado. En particular, a la Ing. MSc. Janet Gutiérrez por su apoyo.

Al MIP-CATIE por el apoyo material brindado.

Al Lic. León Olivares por su ayuda en la corrección de los datos meteorológicos.

A mis compañeros de EPICAFE: Marcos, Ramón, Elisa y Oscar porque gracias a la labor de equipo fue posible la realización de este trabajo.

## INDICE

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Indice general.....	iii
Indice de cuadros.....	v
Indice de figuras.....	vii
Indice de anexos.....	ix
Resumen.....	x
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>6</b>
1. Selección de las fincas y organización del área de muestreo.....	6
2. Selección de las variables y recolección de los datos.....	9
3. Exposición y análisis de los resultados.....	11
A. Exposición de los resultados.....	11
B. Análisis de los resultados.....	12
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
1. Observaciones a nivel del agroecosistema.....	15
A. Factores climáticos.....	15
B. Características físicas del lote de observación.....	16
C. Manejo agronómico del cultivo.....	17
D. Comportamiento del cultivo.....	23

2. Observación de las epidemias del patosistema mancha de hierro - café.....	29
A. Comportamiento de las epidemias en los estratos.....	29
B. Comportamiento de las epidemias en los agroecosistemas.....	29
<b>ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
1. Análisis de las epidemias a nivel de los estratos.....	57
2. Análisis de las epidemias a nivel de los agroecosistemas.....	58
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Figura</u>
1. Ubicación de las fincas en que se hizo el muestreo.....	6
2. Escala de índice ponderado de la severidad en frutos.....	10
3. Promedios de los datos climatológicos correspondientes al período observado.....	16
4. Caracterización física de los lotes de observación.....	17
5. Nivel tecnológico de las fincas muestreadas.....	20
6. Labores realizadas en los lotes de muestreo.....	21
7. Coeficientes de correlación entre las variables climáticas y las variables de la enfermedad.....	44
8. Número de hojas enfermas acumuladas durante el período de observación.....	49

9. Producción por bandola e incidencia y severidad en frutos.....	50
10. Tasas de incremento semanal de la "mancha de hierro" y sus límites de confianza ( $\alpha = 0.05$ ).....	52
11. Estimadores de parámetros de las epidemias de la "mancha de hierro".....	54
12. Fases de las epidemias de la "mancha de hierro".....	55
13. Índices de importancia de las epidemias de la "mancha de hierro".....	56
14. Orden decreciente de agresividad de las epidemias de la "mancha de hierro".....	65

## INDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Comportamiento del número de nudos, nudos con frutos y hojas del cafeto.....	26
2. Número de nudos con frutos.....	27
3. Porcentaje de nudos con frutos.....	28
4. Líneas de tendencia de las epidemias de la "mancha de hierro" en los tres estratos:	
a. En San Juan.....	31
b. En el Asilo.....	32
c. En la Laguna.....	33
d. En la Pintada.....	34
e. En la Fundadora.....	35
5. Acumulación de enfermedad en los tres estratos:	
a. En San Juan.....	36

b. En la Laguna.....	37
6.a. Epidemia de San Juan.....	38
6.b. Epidemia del Asilo.....	39
6.c. Epidemia de la Laguna.....	40
6.d. Epidemia de la Pintada.....	41
6.e. Epidemia de la Fundadora.....	42
7. Incidencia y variables climáticas:	
a. De San Juan.....	45
b. De la Laguna.....	46
c. De la Pintada.....	47
d. De la Fundadora.....	48
8. Intervalos de confianza de $r$ ( $\alpha=0.05$ ).....	53

## INDICE DE ANEXOS

<u>Anexo</u>	<u>Página</u>
1. Glosario.....	77
2. Clave de los productos mencionados en el cuadro 6 acerca de las labores agronómicas.....	79

## RESUMEN.

Se estudió el patosistema mancha de hierro-café a diferentes altitudes y bajo condiciones de campo para describir sus epidemias y determinar el período crítico, su efecto sobre la defoliación y la producción de café cereza y la influencia del clima sobre su desarrollo.

Se seleccionaron lotes en fincas a 440 y 650 m.s.n.m., en el Pacífico y 850, 1050 y 1200 m.s.n.m., en el norte. En cada lote, se numeraron y marcaron 150 bandolas, distribuidas en tres estratos y durante 40 semanas se recolectaron datos del número de nudos, nudos con frutos, hojas, incidencia (%), severidad (%), número de esporas, temperatura, humedad relativa y precipitación. Además, se recolectó información concerniente al nivel tecnológico, manejo agronómico y características físicas del lote. Luego, se describieron y compararon las epidemias, tanto a nivel de estrato, como a nivel de ecosistema, relacionándolas en este último caso con las variables climáticas, el inóculo, la defoliación y la producción. Se definió el período crítico, determinando en qué fase de las epidemias ocurrieron las mayores  $r$  (tasas aparentes de infección). También se calculó un índice de importancia de las epidemias para ampliar las comparaciones.

La "mancha de hierro" es más agresiva en el norte que en el Pacífico y se desarrolla más rápidamente cuando comienza tarde. Su mejor desarrollo ocurre en el estrato superior. Su ciclo epidémico va de mayo y junio a marzo y abril y su período crítico ocurre durante las 2-4 primeras semanas, para la incidencia y los primeros 4-7 meses, para la severidad. Durante este período la acumulación semanal de enfermedad fue de 1 - 3% para la incidencia y 0.2 - 0.5 % para la severidad. No se pudieron obtener resultados categóricos en cuanto a la relación del desarrollo de la enfermedad y las variables climáticas. Los mayores ataques a los frutos ocurrieron donde había menos sombra y no necesariamente donde ocurrió la mayor tasa de infección en hojas. Cualquier sistema de manejo de la "mancha de hierro" debe fundamentarse en una fertilización y limpieza adecuadas del cafetal y el control químico aplicado en base al período crítico y el estrato de mayor desarrollo de la enfermedad. La severidad y la incidencia describieron de igual manera las epidemias del patosistema, pero es más conveniente utilizar la incidencia como elemento para la toma de decisiones de manejo.

## INTRODUCCION.

El café es la mercancía de exportación más importante de Nicaragua con una participación en las exportaciones totales que ha fluctuado entre 20 y 35% en los últimos 3 años. Se estima que hay aproximadamente 28,000 productores y cerca de 170,000 familias que dependen directamente del café. A pesar de que los volúmenes de producción y exportación han declinado a partir del pico alcanzado en 1982/83, el gobierno actual lo considera un sector potencial para el incremento de la producción y las exportaciones y, por lo tanto, de las oportunidades de empleo en el país y se ha embarcado en una serie de políticas para revitalizar el subsector. Asimismo, la Comisión Nacional del Café (CONCAFE) ha estado estudiando el subsector en un esfuerzo por diseñar y ejecutar las políticas y programas necesarios para aumentar la producción de café (25), la cual se ve limitada por una gran diversidad de factores, entre los cuales las plagas y enfermedades tienen gran importancia.

La "mancha de hierro" es una enfermedad del cafeto causada por el hongo Cercospora coffeicola Berk & Cooke, que según Kranz et al. (13) no tiene un impacto económico serio. Sin embargo, otros autores han reconocido que esta enfermedad en América Latina tiene una importancia económica mayor que la que ordinariamente se admite (6).

La literatura latinoamericana consultada revela que la "mancha de hierro" ha ocupado un lugar muy importante en Colombia y Brasil

(8,10), que está entre las 8 principales enfermedades tradicionales de El Salvador (9) y que su presencia en Costa Rica es aún muy generalizada después que en los años 70 ocupara un lugar muy importante (18).

En Nicaragua se han reportado pérdidas por "mancha de hierro" de 5 hasta 10% y se ha demostrado que este hongo tiene la capacidad de alcanzar un índice de infección natural del 31% (5). Una encuesta realizada por Mejía y Simán (16) en la región norte central del país refleja que los productores consideran la "mancha de hierro" la segunda enfermedad más importante, después de la roya.

A pesar de ésto, en Nicaragua no existe algún estudio que permita conocer el impacto actual y futuro de esta enfermedad sobre el cultivo y que, a la vez, pueda servir como punto de partida para el diseño de sistemas de manejo.

Zadoks y Schein (26) plantean: "Si se pudiera ver el futuro, se podrían evitar algunas epidemias serias y desarrollar sistemas de manejo antes que los problemas nos envuelvan"..., pues, "el manejo de las enfermedades guarda la promesa de una mayor estabilidad de la producción, estandarización de los procedimientos de control integrado, aplicabilidad de estos procedimientos a nuevas áreas de siembra y a viejas áreas con nuevos cultivos y, lo mas importante, **rapidez y flexibilidad de**

**respuesta a las epidemias"**... Sin embargo, "es axiomático que para adivinar bien el futuro debe conocerse el estado pasado y, particularmente, el estado presente de patosistemas específicos".

Estas ideas expresan claramente que el punto de partida del pronóstico y el manejo de las enfermedades es el estudio de los patosistemas. La epidemiología estudia los patosistemas en su interacción con el medio ambiente y el hombre a través del tiempo.

En realidad, la epidemiología y el manejo de las enfermedades, como dicen Zadoks y Schein, son dos caras de una misma moneda. El manejo es el lado práctico, la epidemiología es el lado teórico, explica la naturaleza dinámica de las enfermedades y da el fundamento teórico para su manejo (7). La epidemiología, dice Van der Plank, establece la estrategia (23).

Este razonamiento pone de relieve la importancia que tiene, en nuestro caso, estudiar la epidemiología de la "mancha de hierro". Interesa, muy particularmente, el desarrollo de sus epidemias a diferentes altitudes, bajo la influencia de una gran diversidad de factores que son propios tanto de la altura como del agroecosistema particular en que ocurren dichas epidemias.

Sin embargo, la epidemiología como ciencia se divide en las ramas descriptiva, cuantitativa y comparativa (26). Además, Cowling y Horsfall (7) han planteado que el pensamiento

epidemiológico ha pasado por tres fases históricas, a saber, una fase descriptiva, otra cuantitativa-dinámica y otra sintética-teórica. Por lo tanto, nosotros planteamos que el estudio epidemiológico de cualquier enfermedad y, en nuestro caso, de la "mancha de hierro" debe iniciarse con una fase descriptiva y, en la medida de lo posible, debe estar apoyada por un análisis cuantitativo y comparativo.

En vista de lo anterior, realizamos el siguiente estudio acerca de la epidemiología de la "mancha de hierro" a 5 diferentes altitudes en el norte y pacífico de Nicaragua.

## OBJETIVOS

1. Estudiar el desarrollo de la "mancha de hierro" (Cercospora coffeicola Berk & Cooke), bajo condiciones de campo y a diferentes altitudes.
2. Determinar el efecto de los factores climáticos en el desarrollo de la enfermedad.
3. Determinar el período crítico de su epidemia.
4. Estimar de manera preliminar el efecto de la enfermedad sobre la defoliación y la producción de café cereza.

## MATERIALES Y METODOS.

### 1. SELECCION DE LAS FINCAS Y ORGANIZACION DEL AREA DE MUESTREO.

Se seleccionaron 5 fincas, cuyas ubicaciones aparecen en el cuadro 1. En cada finca se realizó un muestreo de cafetos, para lo cual se escogió un lote al azar en el que se estableció un área de muestreo consistente de 50 surcos de 50 metros cada uno. En esta área se seleccionaron al azar 5 surcos y en cada surco, un conglomerado de 5 plantas en el cual la primera fue elegida al azar. Esto dio un total de 25 plantas en todo el área de muestreo.

**CUADRO 1. Ubicación de las fincas en que se hizo el muestreo.**

FINCA	REGION	DEPARTAMENTO	ALTURA (msnm)
SAN JUAN	IV	MASAYA	440
EL ASILO		CARAZO	650
LA LAGUNA	VI	MATAGALPA	850
LA PINTADA			1050
LA FUNDADORA		JINOTEGA	1200

En cada planta se seleccionaron al azar 6 bandolas, las cuales constituyeron las unidades de muestreo. Se seleccionaron 2 bandolas en el estrato superior, 2 en el estrato medio y 2 en el estrato inferior y se numeraron y marcaron convenientemente. Las bandolas 1, 3 y 5 estaban orientadas hacia el norte y las bandolas 2, 4 y 6, hacia el sur. En total habían 150 bandolas o unidades de muestreo en el lote de observación.

### Cuantificación del inóculo y de las variables climáticas.

Para la cuantificación del inóculo se usaron trampas cazasporas artesanales<sup>1</sup>, las cuales estaban constituidas de la siguiente manera:

Cada trampa consistía de 3 partes: la trampa, propiamente dicha, un contenedor de la trampa y un alambre para fijar este contenedor a la planta de café. La trampa estaba constituida de una aguja de tamaño conveniente en cuya parte superior se pegó una cinta adhesiva en ambas caras de 3 cm<sup>2</sup>., aproximadamente. En los extremos y en el centro de esta cinta se pegaron pedacitos de papel para dar estabilidad y firmeza a la trampa y obtener de esta manera una trampa con 1 cm<sup>2</sup>. de superficie activa, esto es, de capacidad para atrapar esporas. El contenedor era un pedazo de corcho en el

---

<sup>1</sup> Este modelo de trampa fue propuesto por el Dr. David Monterroso y es la primera vez que se utilizan en café.

cual se insertó un tubo de vidrio, cuya parte inferior se selló convenientemente con calor y cuya parte superior se cerró de tal manera que permitiera la inserción de la aguja y su posterior rotación con la fuerza del viento. El alambre, como decíamos, sirvió para fijar el contenedor a la planta de café.

El contenedor no se removió durante el tiempo de observación, excepto en los casos en que fue necesario. Las trampas, en cambio, se removieron semanalmente para realizar el recuento de las esporas en el laboratorio de Fitopatología de la Escuela de Sanidad Vegetal. Este recuento se realizó, aplicando 1 gota de solución de lactofenol al 0.1% a la trampa en un porta-objeto, cubriendo con un cubre-objeto y observando luego al microscopio.

Se ubicaron al azar 6 trampas en 3 de los 5 surcos seleccionados. Para ello, se escogió una planta al azar en cada uno de estos tres surcos y se ubicaron en ella 2 trampas; una entre los estratos superior y medio (orientada hacia el norte) y otra entre los estratos medio e inferior (orientada hacia el sur).

Cercana al área de muestreo se estableció una estación meteorológica compuesta por un higrotermógrafo marca **Thies Göttingen** y un pluviómetro. De las estaciones meteorológicas de Jinotega (VI región) y de Campos Azules (IV región) se obtuvieron datos climatológicos que ayudaron a corregir y corroborar los datos obtenidos de nuestras propias estaciones.

## 2. SELECCION DE LAS VARIABLES Y RECOLECCION DE LOS DATOS.

Durante cuarenta semanas del 10 de mayo de 1991 al 6 de febrero de 1992 se realizaron recuentos semanales, tomando datos de las siguientes variables:

- Número de hojas.
- Número de nudos.
- Número de nudos con frutos.
- Severidad (%).
- Incidencia (%).
- Número de esporas por trampa.
- Temperatura (°C), humedad relativa y precipitación (mm).

La severidad se midió visualmente y la incidencia, contando el número de hojas enfermas, pero en los resultados se expresa en forma porcentual.

El número total de semanas de observación varía en cada finca porque se tomó como primer semana aquella en la cual la epidemia se inició evidentemente. Los valores de las variables en cada semana corresponden a promedios por bandola, ya que, como se indicó antes, ésta fue la unidad de muestreo.

Cuando se obtuvo la cosecha se determinó la producción por bandola y se procedió a estimar el porcentaje de daño en los

frutos, calculando su INDICE PONDERADO DE LA SEVERIDAD (IP) (Tórrez, comunicación personal<sup>2</sup>), de acuerdo a la siguiente metodología:

1.- Se separaron los frutos en grupos de acuerdo a su porcentaje de daño y a cada grupo se le asignó un grado conforme la siguiente escala de índice ponderado:

**CUADRO 2. Escala de índice ponderado de la severidad en frutos.**

% DE DAÑO	GRADO
0	0
1 - 25	1
26 - 50	2
51 - 75	3
76 - 100	4

2.- Se obtuvo el índice ponderado de la siguiente manera:

**EJEMPLO.**

De 24 frutos, 7 están sanos, 1 tiene el índice 1, 4 el 2, 2 el 3 y 10 el 4, entonces:

---

<sup>2</sup> Ph. D. Enrique Tórrez, fitopatólogo del proyecto MIP/CATIE en 1990.

$$IP = \frac{(7 \times 0) + (1 \times 1) + (4 \times 2) + (2 \times 3) + (10 \times 4)}{24}$$

$$IP = 2.3$$

De acuerdo a la escala de índice ponderado, el grado 2 representa un 50% de daño. Manteniendo esta relación, a 0.3 le corresponde 7.5% de daño. Por lo tanto, en este caso, el índice 2.3 representa un porcentaje de daño del 57.5%, pues:

$$2.3 = 2 + 0.3 = 50 + 7.5 = 57.5\% \text{ de daño.}$$

Se recabó información acerca del nivel tecnológico de las fincas, el manejo agronómico realizado en el lote de observación y las características físicas del mismo.

### **3. EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.**

#### **A. EXPOSICION DE LOS RESULTADOS.**

Básicamente, el propósito de esta investigación ha sido describir de manera general el comportamiento del patosistema mancha de hierro-café a través del tiempo en el contexto del agroecosistema, tratando de determinar los factores más importantes

de su comportamiento. La base principal de esta descripción es la comparación de las epidemias, tanto a nivel de los estratos como a nivel de las fincas. Con este propósito en mente, se recolectó una gran cantidad de información que tiene que ver tanto con el agroecosistema como con el patosistema.

Se pretende que la exposición de la información sea consistente con el propósito antes planteado y, por eso, se han ordenado los resultados, describiendo primero el contexto, es decir, el agroecosistema y después el patosistema. La descripción de estos dos sistemas se hace, yendo de lo externo a lo interno, tal como lo plantea Hart (11) (véase glosario en anexo I).

## **B. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.**

Se realizó una comparación de las epidemias a nivel de los estratos. Luego, se describió y se comparó a nivel de los agroecosistemas el comportamiento general de las epidemias en el tiempo, relacionándolas con los factores climáticos, el inóculo, el manejo agronómico y el cultivo.

Para relacionar las epidemias con los factores climáticos y el inóculo, se hizo un análisis de correlación entre las variables de la enfermedad (incidencia y severidad), las variables climáticas y el número de esporas por trampa. Para ello, se tomaron los

promedios semanales de temperatura, humedad, precipitación y número de esporas por trampa de 1 hasta 10 semanas antes de iniciada la epidemia, según la disponibilidad de los datos en cada finca.

Para analizar el efecto de la enfermedad sobre la defoliación y la producción se consideró la acumulación de hojas enfermas durante el período de observación, el número de frutos manchados y su severidad.

Los valores semanales de incidencia y severidad se transformaron a valores lógitos y se hizo un análisis de regresión de dichos valores contra el tiempo. De esta manera se obtuvo un coeficiente de regresión, el cual corresponde a la tasa de incremento semanal de la epidemia o tasa aparente de infección,  $r$  (23, 26). Este análisis se hizo para cada finca.

Se hicieron estimaciones por intervalos de las  $r$  con un nivel de confianza del 95% para establecer comparaciones estadísticas entre ellas. Se consideraron iguales aquellas  $r$  cuyos intervalos se traslaparon. Del conjunto de datos recolectados durante el período de observación se seleccionaron estimadores de parámetros que podían servir para realizar mayores comparaciones entre las epidemias y establecer de esta manera diferencias y similitudes entre ellas e inferir algunas generalizaciones.

Con el fin de establecer un criterio más de comparación, se calculó un índice de importancia de las epidemias el cual se obtuvo, dividiendo el área bajo la curva del número de hojas enfermas acumuladas entre el área bajo la curva del número de hojas que llegó a acumular el cultivo durante el período de observación (2).

Se determinaron los períodos críticos de las epidemias, calculando para ello las  $r$  de las distintas fases y determinando en qué fase esta  $r$  fue mayor.

En todo este análisis mantenemos el criterio de dar, ante todo, una explicación lógica-biológica de las epidemias, apoyándonos en la medida de lo necesario en los resultados matemáticos o estadísticos.

## **RESULTADOS .**

### **1. OBSERVACIONES A NIVEL DEL AGROECOSISTEMA.**

#### **A. FACTORES CLIMATICOS.**

En el cuadro 3 se presentan los promedios de temperatura y humedad relativa y la precipitación acumulada durante el período de observación. Allí también se especifican los promedios de los valores máximos y mínimos de humedad y temperatura. En las Figuras 7 (numeral 2) se relacionan las variables climáticas con las epidemias de la "mancha de hierro".

Conviene aclarar en esta parte que durante el período de observaciones los aparatos meteorológicos tuvieron problemas de calibración, por lo que fue necesario corregir o completar los datos, tomando como referencia los datos de las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER) más cercanas. En el caso de la VI región se utilizaron los datos de la estación de Jinotega; en el caso de la IV se utilizaron los datos de la estación de Campos Azules. Estos últimos, no obstante, sirvieron solamente para las observaciones de San Juan (debido a su cercanía) y por eso el Asilo aparece sin datos de clima.

**CUADRO 3. Promedios de los datos climatológicos correspondientes al período observado.**

FINCA	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			PRECIPITACION (mm)
	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	ACUMULADA
SAN JUAN	27	24	21	97	85	64	1,165
LAGUNA	27	23	20	90	78	62	1,134
PINTADA	26	22	19	91	79	64	924
FUNDADORA	24	20	18	93	81	65	1,089

**B. CARACTERISTICAS FISICAS DEL LOTE DE OBSERVACION.**

Las características físicas del lote de observación aparecen en el cuadro 4. El cafetal observado en la finca la Pintada tuvo problemas durante la fase de establecimiento del cultivo debido a que las plantas fueron traídas de otra finca, sufrieron un cambio brusco de ambiente y fueron maltratadas. Esto, a criterio del productor, las debilitó y condicionó para que su producción fuera siempre deficiente. En el Asilo se observaron a menudo síntomas de deficiencia de micronutrientes. En la Fundadora el cafetal observado dió en este ciclo su segunda cosecha comercial. Es un cafetal bien cuidado y vigoroso.

**CUADRO 4. Caracterización física de los lotes de observación.**

CARACTERISTICA	SN. JUAN	PINTADA	FUNDADORA	ASILO	LAGUNA
ALTURA (msnm)	440	1050	1200	650	850
NOMBRE DE LOTE	-	EL RECUER- DO	EL FONSECA	ARABIA	EL PUENTE
EDAD DEL LOTE (Años)	6	10	5	6	10
AREA (Ha)	-	2.3	2.8	2.8	4.9
TIPO DE SUELO	OSCURO SEMI- PESADO	ROJIZO SEMI- PESADO	ROJO PESADO ARCILLOSO	SUELTO ARENOSO	ROJIZO PESADO ARCILLO SO
PENDIENTE (%)	0	20	20	45	30

### C. MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO.

El manejo agronómico se realiza según el nivel tecnológico de la finca y por eso se presenta primero un cuadro comparativo acerca del nivel tecnológico de las fincas (cuadro 5) y después el manejo agronómico, propiamente dicho (cuadro 6). Falta información respecto a San Juan debido a que hubieron dificultades para conseguirla.

Si se examina el cuadro 6, tomando en cuenta las cantidades relativas y frecuencias de aplicación de los agroquímicos, así como el tipo de labor realizado, se verá que en la Pintada los hongos y

las malezas fueron problemas muy serios. Obsérvese, muy particularmente, la cantidad y diversidad de productos utilizados para el control de las enfermedades fungosas en esta finca. Entre las posibles razones de esta problemática debe considerarse la edad del cafetal (cuadro 4) y el hecho de que sufriera un fuerte estrés durante la etapa de establecimiento del cultivo. Esta misma condición fue, precisamente, la que condujo al productor a receparlo a los 5 años de edad. No obstante, este cafetal mantuvo siempre una producción deficiente y, por esta razón, el productor decidió no aplicar suficiente fertilizante durante este ciclo.

En la Fundadora la mayor prioridad fueron las malezas y la fertilización, en tanto que se prestó poca atención a las enfermedades fungosas. Este manejo es lógico en un cafetal con una edad y un nivel tecnológico como los de la Fundadora, pues, se trata de un cafetal joven, bien cuidado, bien establecido, con 15% de sombra. Al parecer la broca también estuvo entre los problemas prioritarios de esta finca.

En la Laguna el manejo agronómico no se realizó de acuerdo al plan técnico establecido sino que estuvo determinado por la disponibilidad de recursos económicos de la finca, lo cual fue muy irregular durante este ciclo. Cuando se consiguieron insumos se aplicaron en forma desordenada, pero, a juzgar por las cantidades, se dió el primer lugar a la fertilización, el segundo a las malezas y el tercero a las plagas y enfermedades. Sin embargo, las

fertilizaciones foliares de julio y noviembre se realizaron cuando el número de hojas se había reducido drásticamente.

En el Asilo se dió mayor prioridad a la fertilización y las malezas. Al parecer, los insectos chupadores o el minador tomaron importancia en cierta época del año.

**CUADRO 5. Nivel tecnológico de las fincas muestreadas.**

FINCAS Y SU ALTURA (msnm)		S. JUAN 440	PINTADA 1050	FUNDADORA 1200	ASILO 650	LAGUNA 850
NIVEL TECNOLÓGICO		-	SEMI-TECNIF.	TECNIF.	TECNIF.	SEMI-TECNIF.
VARIEDAD		-	CATUAI ROJO	CATUAI ROJO Y AMARILLO	CATURRA CATUAI AMARILL	CATURRA
RECEPADO? A QUE EDAD ? (Años)		NO	SI A LOS 5	NO	NO	SI A LOS 6
DISTANCIA DE SIEMBRA (Mts.)		-	2.4 x .8	2.6 x 1.9	2.5 x .8	1.7x1.3
DENSIDAD DE SIEMBRA (Ptas/ha)		-	4444	4444	4726	4724
SOMBRA	8	75	55	10	15	30
	TIPO	CHILAMATE	CUERNO DE VACA	MADERO	CHILAMATE	HIGUERILLA
		CITRICOS	AGUACATE DE MONTE	TABACO DE MONTE	MADERO NEGRO	HELEQUEME
	MUSACEAS	CITRICOS	MUSACEAS		GUABA	

Cuadro 6. Labores agronómicas realizadas en los lotes de muestreo.

		FINCA LA PINTADA 1050 m.s.n.m.	FINCA LA FUNDADORA 1200 m.s.n.m.	FINCA EL ASILO 650 m.s.n.m.	FINCA LA LAGUNA 850 m.s.n.m.
MES	SEM				
MAR	2da	CARRILEO			
ABR	1ra	PODA DE LIMPIEZA			
MAY	1ra	CHAPIA, DESBEJUQUE Y PODA DE LIMPIEZA			
	2da				
	3ra	REGULACION DE SOMBRA			
	4ta	FUNG. O Cu: 3.9 Kg/ha + B: 1 Kg/ha + S: 2.9/Kg/ha	CHAPIA (= DESHIERBA MANUAL)	CHAPIA	
JUN	1ra	HERB. G: 1.23 l/ha + Ge: 1.57 l/ha + Agral: 75 ml	FUNG. Oxidloruro de Cu 3.2 Kg/ha		
JUL	1ra			FERT. COMPLETA: 5 onz/pta	
	3ra			HERB. (G: 0.19 lt/ha + Ge: 0.19 l/ha + T: 1.07 lt/ha	FERT, FUNG E INSECT. U + M: 0.73 Kg/ha + Z: 0.73 Kg/ha + S: 0.73 Kg/ha M: 0.72 Kg/ha + So: 0.73 Kg/ha.
	4ta	CHAPIA, HERB. ( La aplic. de herb. fue igual a JUN 1ra. SEM)	CASO	CHAPIA	
AGO	1ra		FERT. COMPLETA: 4 onz/pta		CASO
	2da				FERT. COMPLETA: 6 onz/pta
	3ra	DESBEJUQUE			

Quadro 6. Labores agronómicas (continuación)

		Quadro 6. Labores agronómicas (continuación)			
		FINCA LA PINTADA 1050 m.s.n.m.	FINCA LA FUNDADORA 1200 m.s.n.m.	FINCA EL ASILO 650 m.s.n.m.	FINCA LA LAGUNA 850 m.s.n.m.
MES	SEM				
SEP	1ra	FUNG. (Igual a MAY 4ta.SEM)			
	3ra			FERT., FUNG. E INSECTICIDA: D: 0.57 lt/ha + D1: 2.86 lt/ha + U: 2.6 Kg/ha + T: 0.43 lt/ha.	
	4ta		CHAPIA	FERT. COMPLETA: 5 onz/pta	
OCT	1ra			HERB. (Igual a JUL 3ra.SEM)	CHAPIA
	2da		HERB. G: 2.86 lt/ha + Hr: 1.4 lt/ha + A: 0.34 lt/ha		
	3ra		FERT. UREA 46%: 4 onz/pta		
	4ta	FERT. UREA 46%: 4 onz/pta (113.5 g/pta.)			HERB. G: 0.7 lt/ha
NOV	1ra		HERB. Ge: 2.86 lt/ha + A: 0.34 lt/ha		FERT, FUNG E INSECT. ( Dosis igual a JUL 3ra. SEM)
	3ra				INSECTICIDA APLICADO EN FOCO Endosulfan: 1.7 lt/ha Y DESBEJUQUE
	4ta		INSECTICIDA APLICADO EN FOCO. E: 2.15 lt/ha		
DIC	2da				CORTE

\* Ver anexos 1 y 2 para las claves de agronómicas y definición de algunos términos.

#### D. COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran el comportamiento del cafeto a las diferentes altitudes. La Figura 1 permite una comparación general del número de nudos, número de hojas y número de nudos con frutos. Las Figuras 2 y 3 permiten comparar con más detalle el comportamiento del número de nudos con frutos. La Figura 3 expresa este número en forma porcentual.

De acuerdo a nuestros resultados, el número de hojas en el cafeto comienza a ascender a partir de mayo, alcanza su máximo valor en junio o julio y permanece estable hasta septiembre o noviembre, fecha después de la cual desciende con mayor rapidez que con la que ascendió. Obsérvese, sin embargo, que en la Laguna el número de hojas tuvo un comportamiento completamente diferente. Muy probablemente, este comportamiento se debió al efecto de la falta de fertilización y manejo de las enfermedades.

La Fundadora y el Asilo mantuvieron un número de hojas superior durante casi todo el período de observación. Este comportamiento apoya las observaciones hechas por diversos autores en el sentido de que los cafetales expuestos a una mayor luminosidad presentan mayor número de hojas con menor área por hoja (15, 20, 22).

Asimismo, Carvalho citado por Arias (1) obtuvo un efecto sensible de la luz sobre el número de nudos, pero Barros y Maestri (21) sostienen que la temperatura es el factor ambiental que más se correlaciona con el crecimiento. Boss (3) observó un crecimiento mínimo de las ramas laterales con temperaturas mínimas y días cortos. En nuestro caso podemos ver que la mayor actividad en cuanto al crecimiento del número de nudos ocurrió entre mayo y junio cuando las temperaturas son altas (ver Figura 6 en numeral 2) y los días largos.

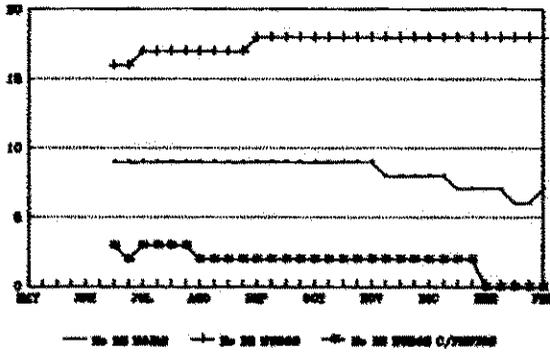
En los plantíos de la Pintada y la Laguna, que son los más viejos, hubo poco crecimiento del número de nudos. El aumento de 1 nudo ocurrido en la Pintada a inicios de noviembre se debió, probablemente, a la aplicación de urea a finales de octubre. Los plantíos más jóvenes, o sea, los de la Fundadora, el Asilo y San Juan presentaron un mayor aumento en el número de nudos. De estos tres plantíos los que experimentaron la mayor tasa en el período de crecimiento fueron los que estaban mayormente expuestos al sol.

La mayor cantidad de nudos con frutos en la Fundadora se justifica por la edad y el buen cuidado del plantío, así como por la óptima ubicación agroecológica del cultivo. Obsérvese que los plantíos del Asilo (650 msnm) y San Juan (440 msnm), con casi la misma edad que la Fundadora (1200 msnm), presentaron un número de nudos con frutos significativamente menor que el de esta última finca; en términos porcentuales esta diferencia es del 20%, en el

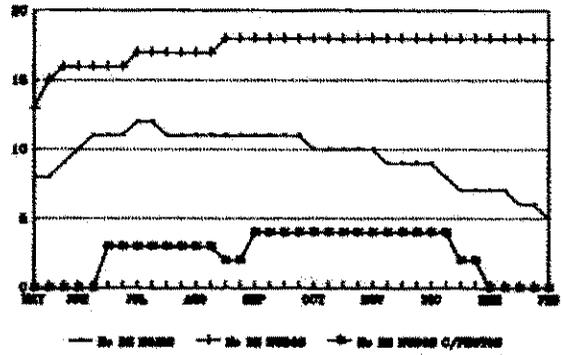
caso del Asilo y 30%, en el caso de San Juan. El plantío de la Pintada (1050 msnm), con 10 años de edad y poca vitalidad, produjo igual cantidad de nudos con fruto que el Asilo.

El plantío de la Laguna (850 msnm) llama particularmente la atención por su producción de nudos con frutos, a pesar de su edad, el manejo irregular y la poca cantidad de hojas que sostuvieron esa producción. La producción de la Laguna difiere de la Fundadora en un 10%.

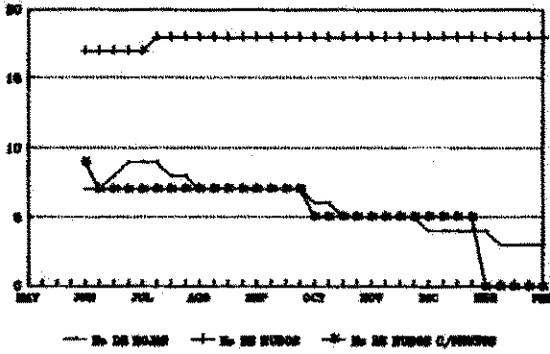
**FINCA SAN JUAN (440 m.s.n.m.)**



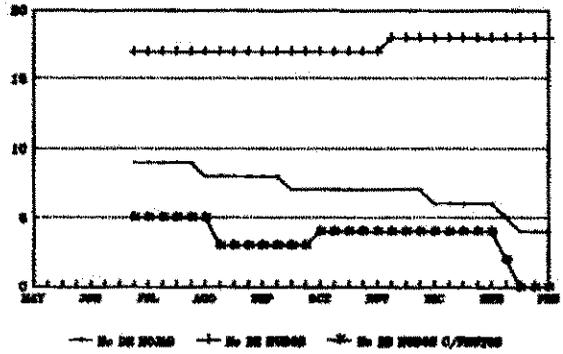
**FINCA EL ASILO (650 m.s.n.m.)**



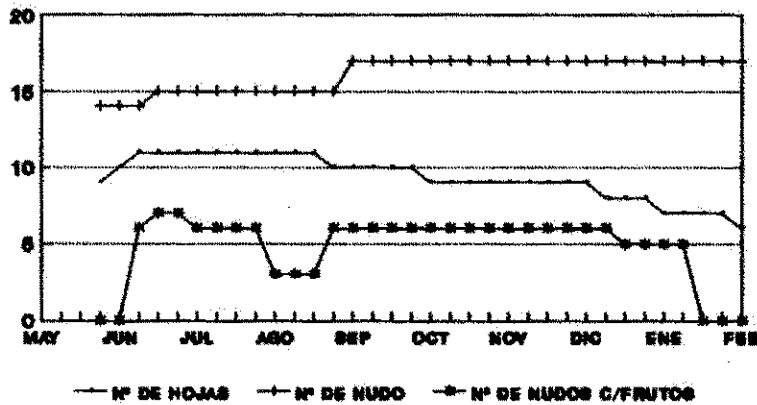
**FINCA LA LAGUNA (850 m.s.n.m.)**



**FINCA LA PINTADA (1050 m.s.n.m.)**



**FINCA LA FUNDADORA (1200 m.s.n.m.)**



**Figura 1. Comportamiento del número de nudos, nudos con frutos y hojas del café.**

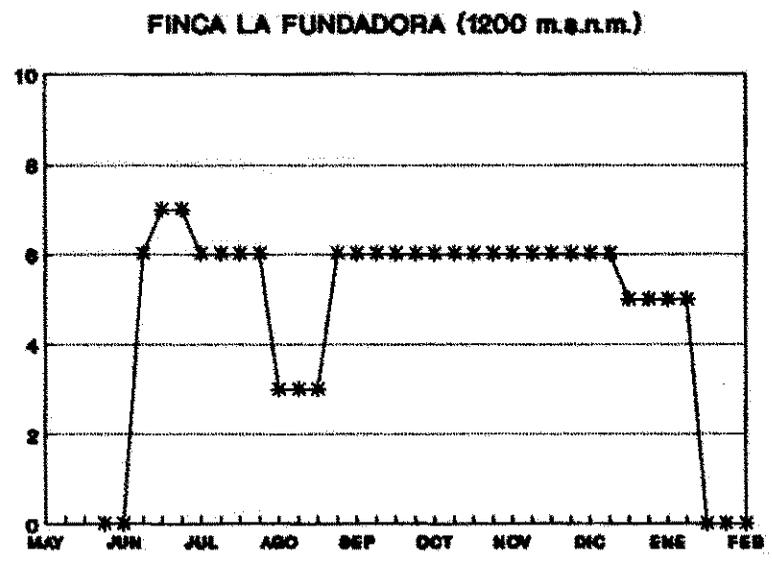
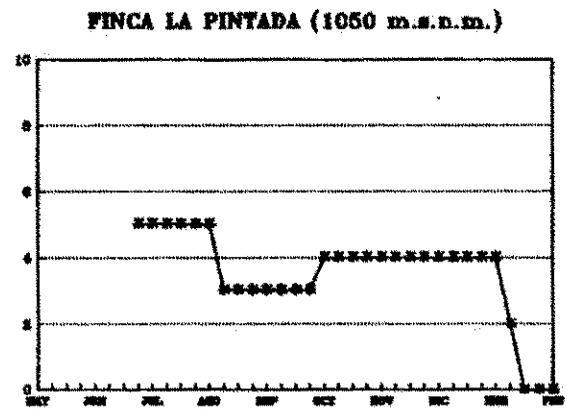
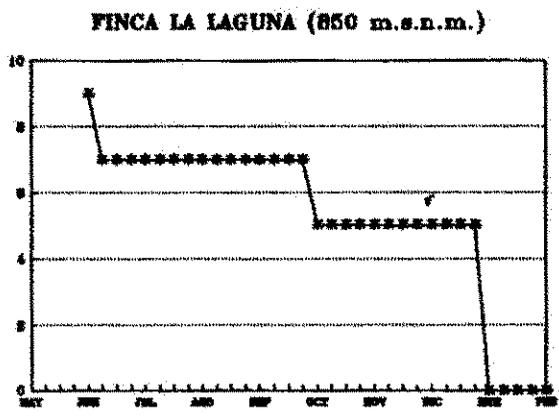
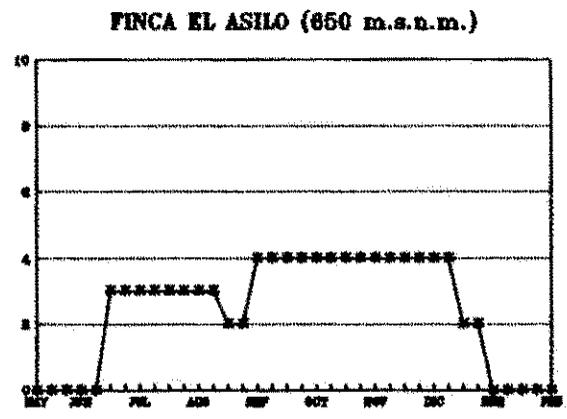
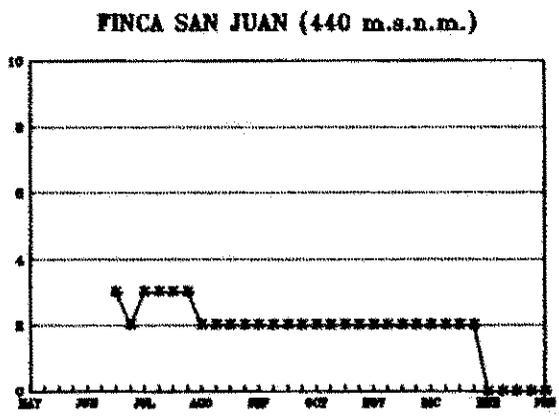
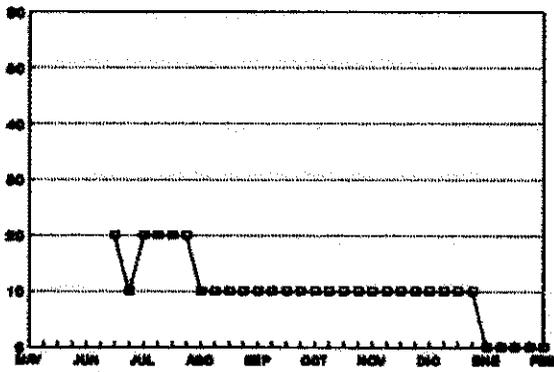
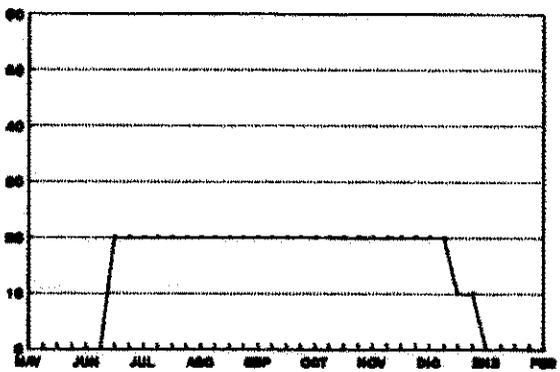


Figura 2. Número de nudos con frutos.

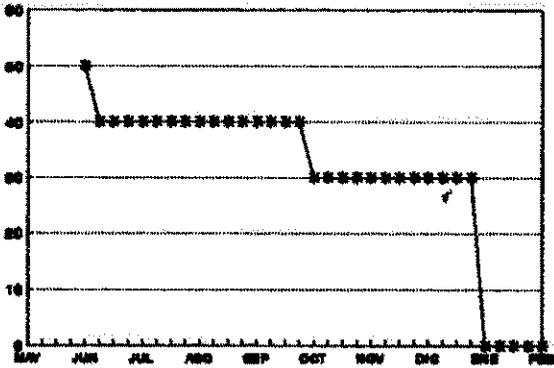
FINCA SAN JUAN (440 m.s.n.m.)



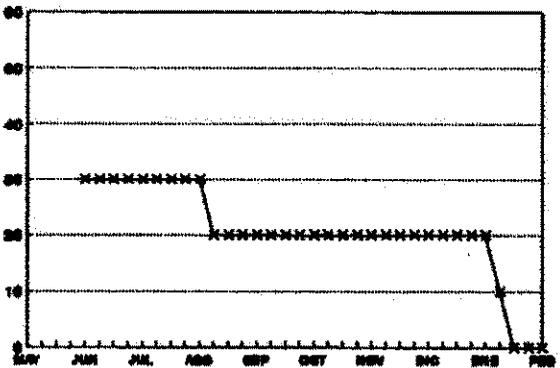
FINCA EL ASILO (600 m.s.n.m.)



FINCA LA LAGUNA (600 m.s.n.m.)



FINCA LA PORTADA (1000 m.s.n.m.)



FINCA LA FUNDADORA (1200 m.s.n.)

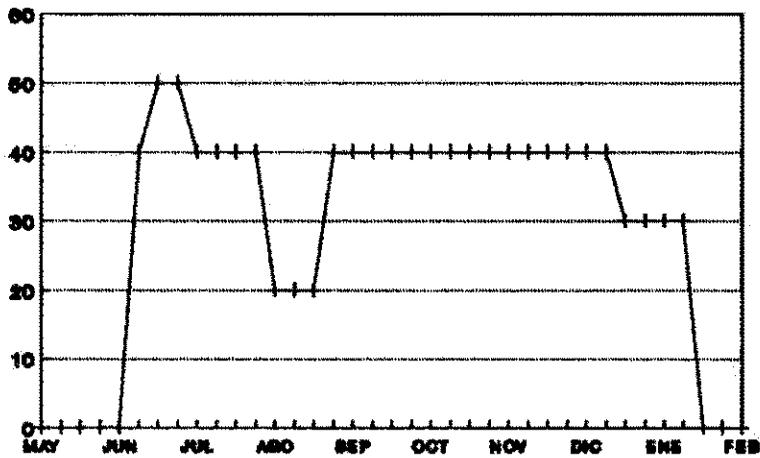


Figura 3. Porcentaje de nudos con frutos.

## **2. OBSERVACION DE LAS EPIDEMIAS DEL PATOSISTEMA MANCHA DE HIERRO - CAFE.**

### **A. COMPORTAMIENTO DE LAS EPIDEMIAS EN LOS ESTRATOS.**

Las Figuras 4a - 4e y 5a y 5b muestran los resultados de las observaciones a nivel de estrato. En las Figuras 4a - 4e se muestran las líneas de tendencia de las epidemias en los 5 ecosistemas estudiados y en las Figuras 5a y 5b se muestran las curvas acumuladas de las epidemias en los ecosistemas con mayor y menor índices de enfermedad, respectivamente (es decir, las curvas acumuladas de la Laguna y San Juan).

### **B. COMPORTAMIENTO DE LAS EPIDEMIAS EN LOS AGROECOSISTEMAS.**

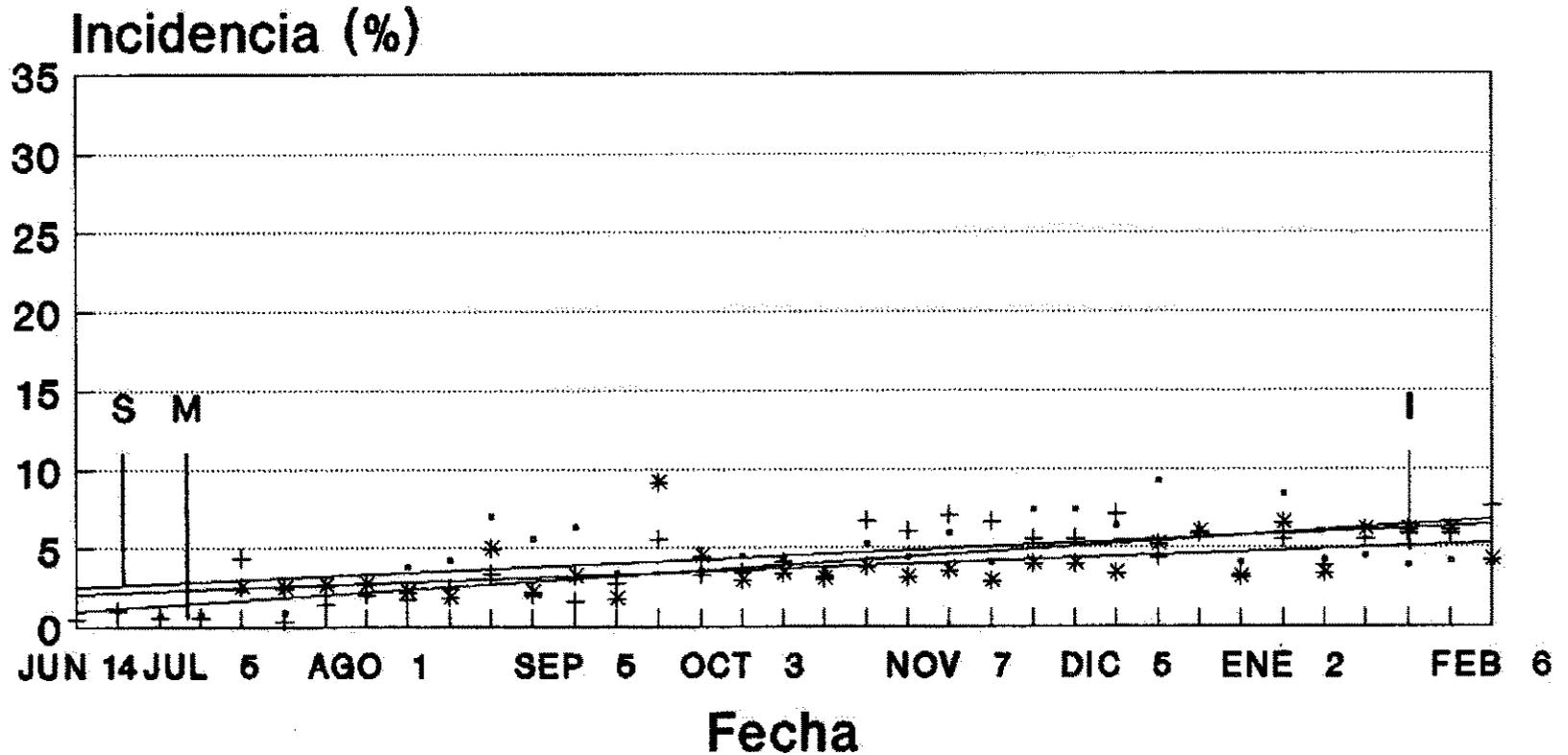
Las epidemias de la "mancha de hierro" comenzaron en mayo y junio. Las de mayo fueron las del Asilo (650 m.s.n.m.) y la Fundadora (1200 m.s.n.m.); las de junio fueron las de la Laguna (850 m.s.n.m.), San Juan (440 m.s.n.m.) y la Pintada (1050 m.s.n.m.). A partir de esta fecha, la "mancha de hierro" experimentó un crecimiento rápido hasta agosto o septiembre, aunque durante este tiempo los niveles de enfermedad no fueron tan evidentes en el campo. De agosto (o septiembre) a enero la velocidad de crecimiento fue menor, pero en este período la enfermedad alcanzó sus máximos valores y se hizo muy evidente (Ver Figuras 6a - 6e).

A partir de enero o febrero la enfermedad disminuyó su ritmo de crecimiento, a la vez que se hizo cada vez menos visible en el campo. Es decir, a partir de esta fecha la "mancha de hierro" inició su etapa de descenso.

Esta dinámica tuvo un comportamiento particular en cada finca según las características propias del agroecosistema. En San Juan la curva de crecimiento de la enfermedad se presentó en forma tendida, no tuvo el ascenso rápido de junio a septiembre y no se advierte en ella una etapa de descenso; por ello es que los valores más altos que nosotros observamos ocurrieron en febrero, cuando finalizó la toma de datos de campo. En la Fundadora la epidemia alcanzó valores altos en agosto y septiembre y **después descendió**, pero a finales de noviembre volvió a elevarse para alcanzar en diciembre y enero los valores más elevados de todo el ciclo epidémico. Las curvas de la Laguna y el Asilo se parecen entre sí, pero la de la Laguna es más empinada y alcanzó sus valores máximos 1 mes antes que la del Asilo. La epidemia de la Pintada difiere totalmente del resto, pues, como puede observarse en la figura 4.d, es la única que presenta líneas de tendencia hacia abajo.

En las Figuras 6a a 6e se muestran las curvas de progreso de la enfermedad en los diferentes agroecosistemas. También se presentan allí el manejo agronómico del cultivo y el número de esporas por trampa.

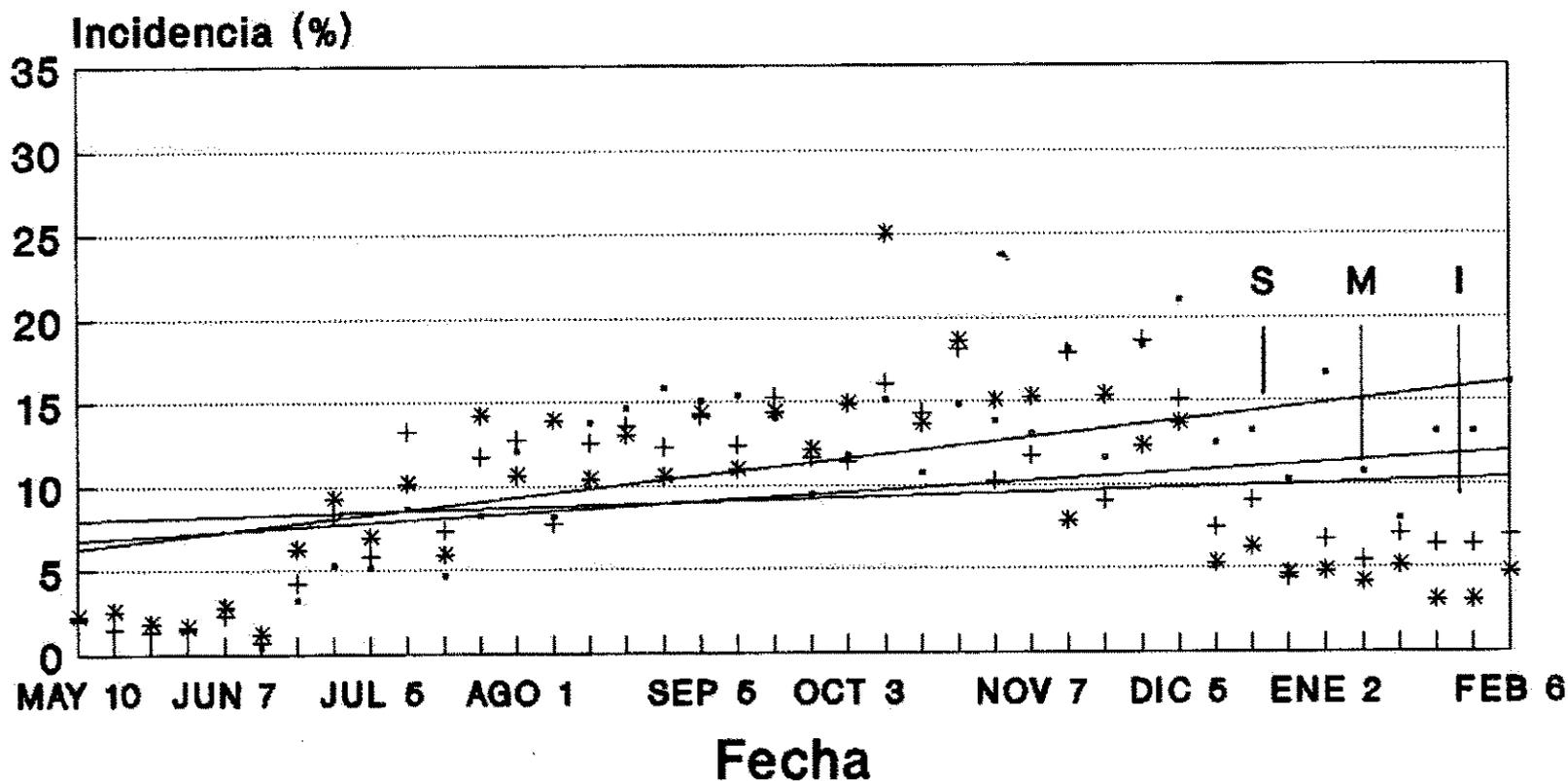
Figura 4.a. Líneas de tendencia de las epidemias de la "mancha de hierro" en los tres estratos.



—•— Superior (S)    —+— Medio (M)    —\*— Inferior (I)

Finca San Juan (440 msnm).

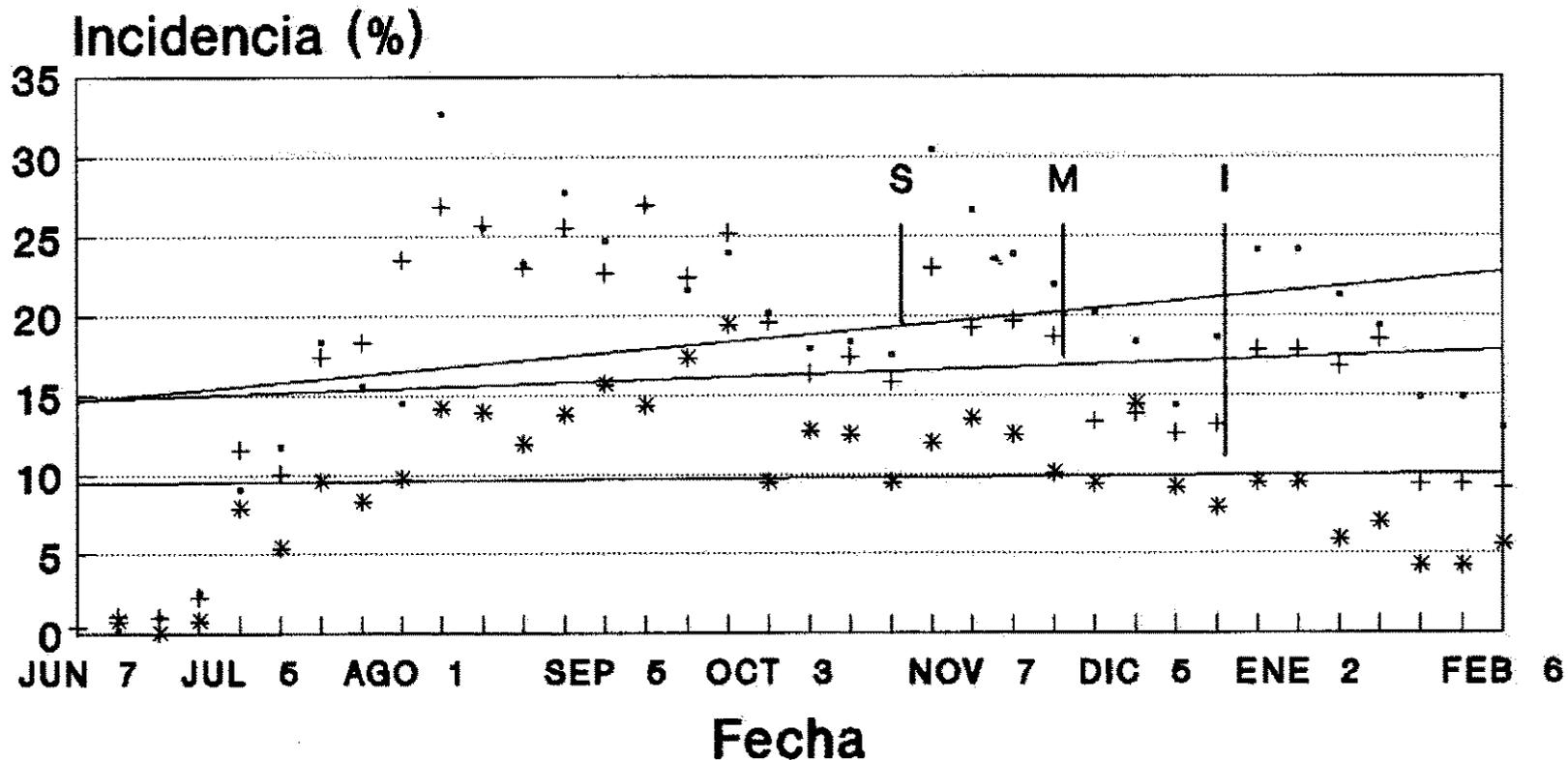
Figura 4.b. Líneas de tendencia de las epidemias de la "mancha de hierro" en los tres estratos.



—•— Superior (S)    —+— Medio (M)    —\*— Inferior (I)

Finca el Asilo (650 m.s.n.m.)

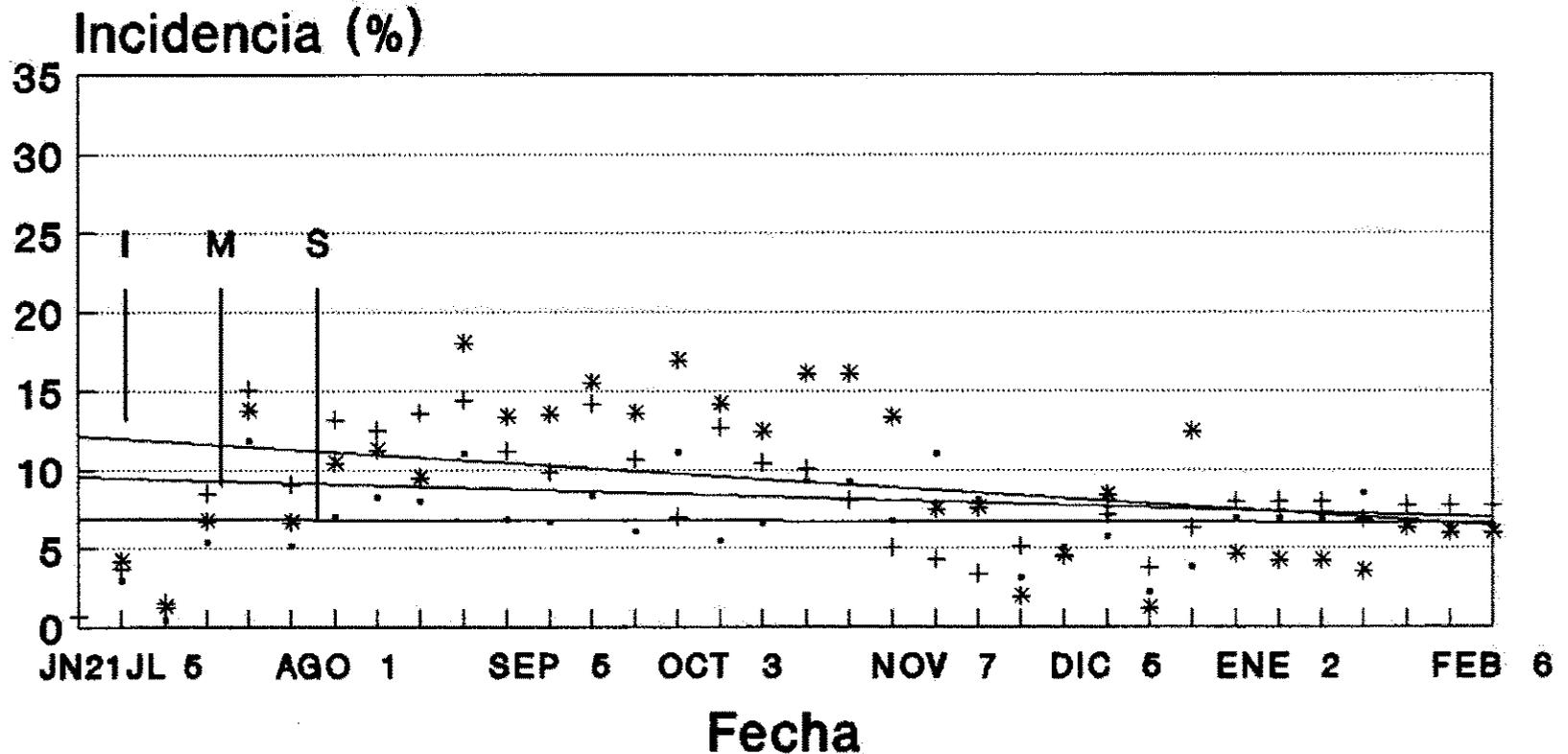
Figura 4.c. Líneas de tendencia de las epidemias de la "mancha de hierro" en los tres estratos.



— Superior (S)    —+— Medio (M)    —\*— Inferior (I)

Finca la Laguna (850 msnm).

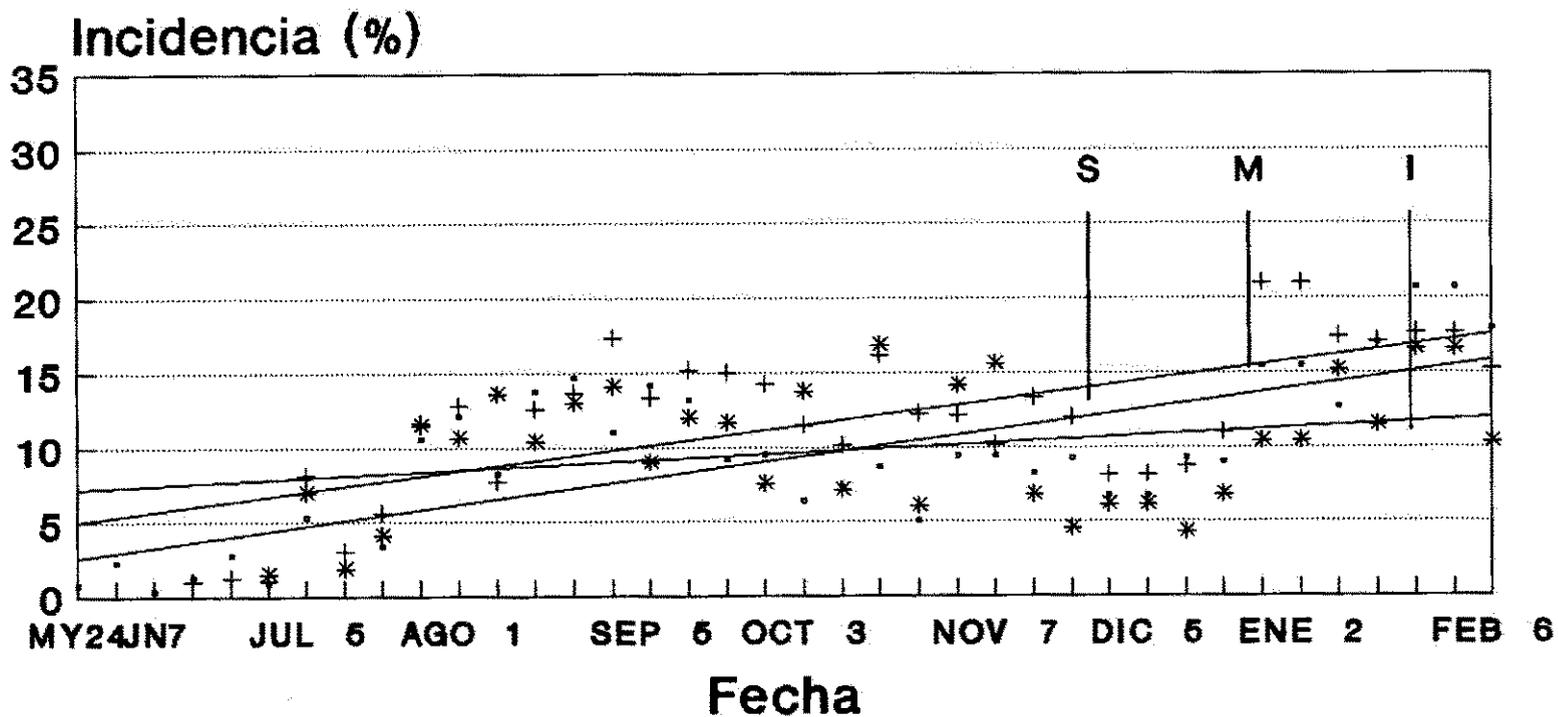
Figura 4.d. Líneas de tendencia de las epidemias de la "mancha de hierro" en los tres estratos.



—●— Superior (S)    —+— Medio (M)    —\*— Inferior (I)

Finca la Pintada (1050 msnm).

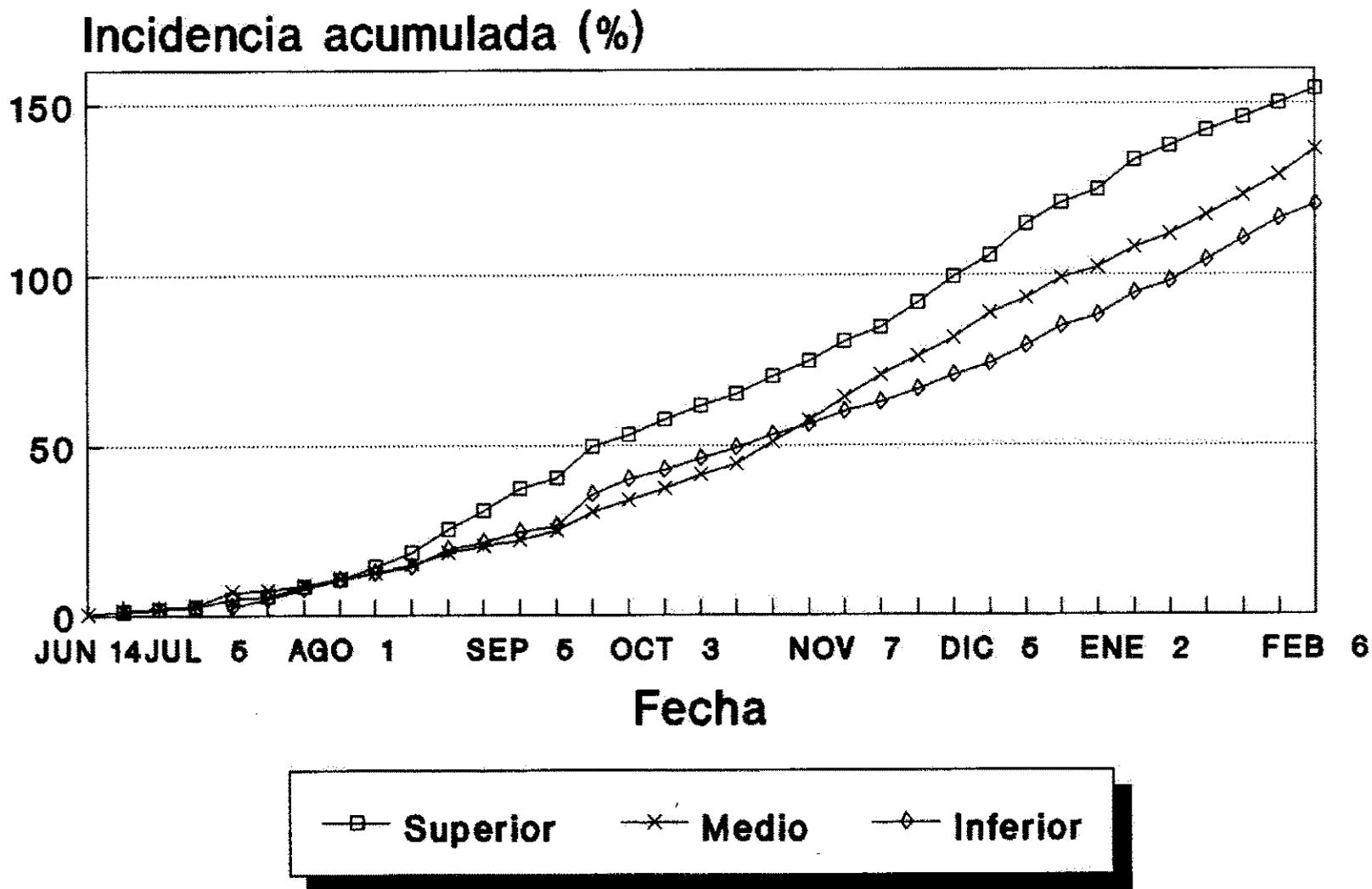
Figura 4.e. Líneas de tendencia de las epidemias de la "mancha de hierro" en los tres estratos.



— Superior (S)    —+ Medio (M)    —\* Inferior (I)

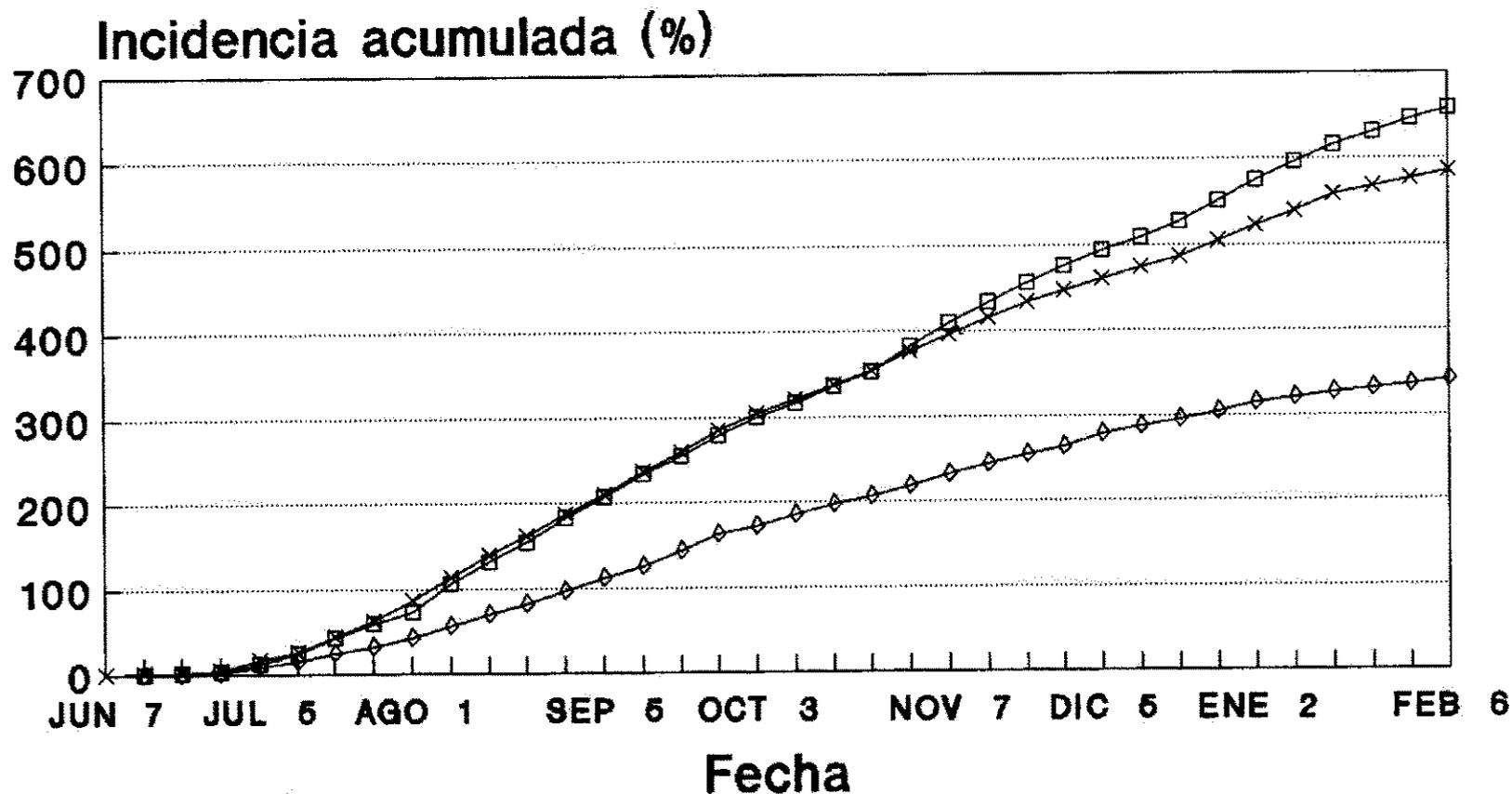
Finca la Fundadora (1200 msnm).

**Figura 5.a. Acumulación de enfermedad en los tres estratos.**



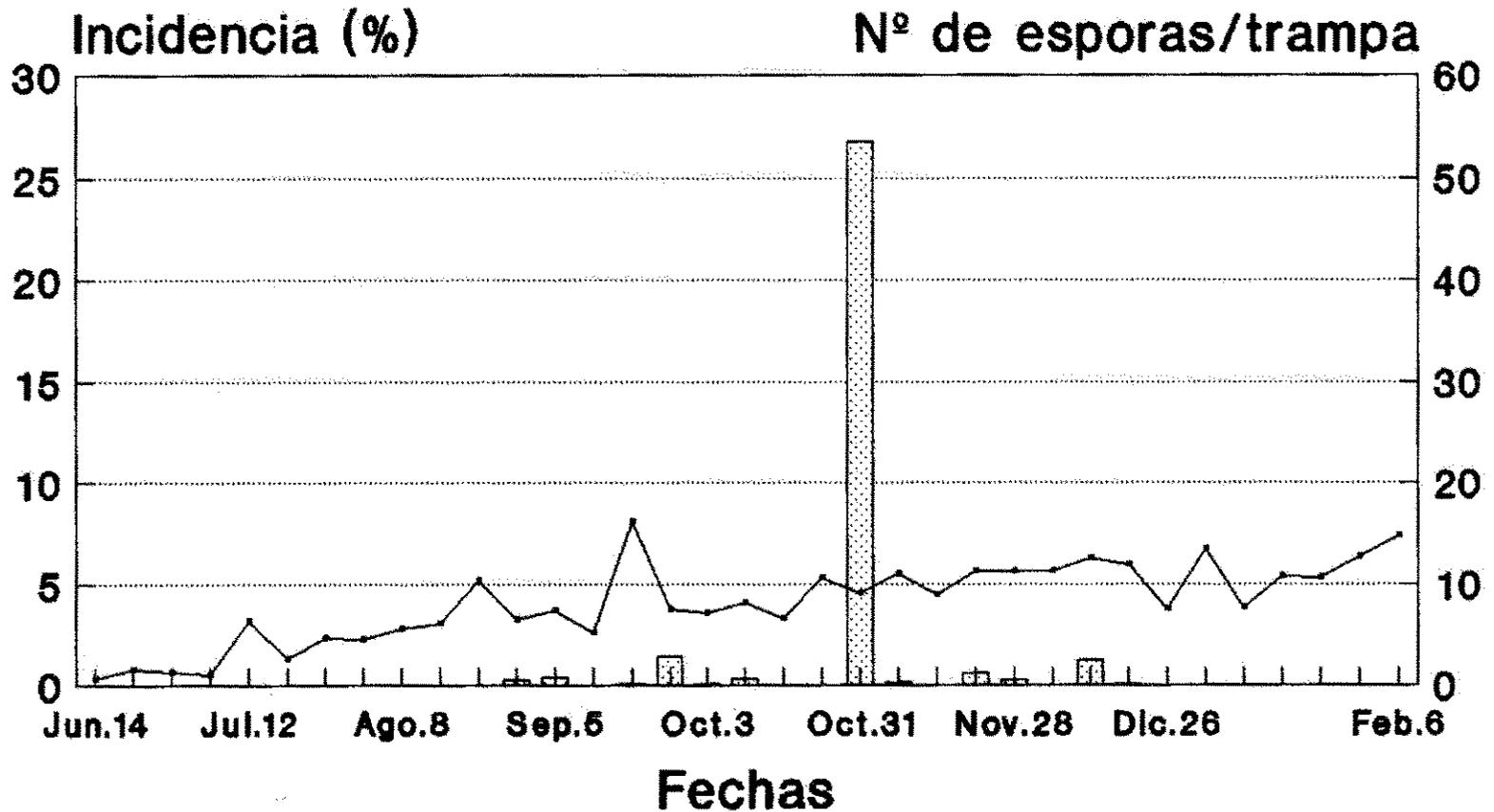
**Finca San Juan (440 msnm).**

**Figura 5.b. Acumulación de enfermedad en los tres estratos.**



**Finca la Laguna (850 msnm).**

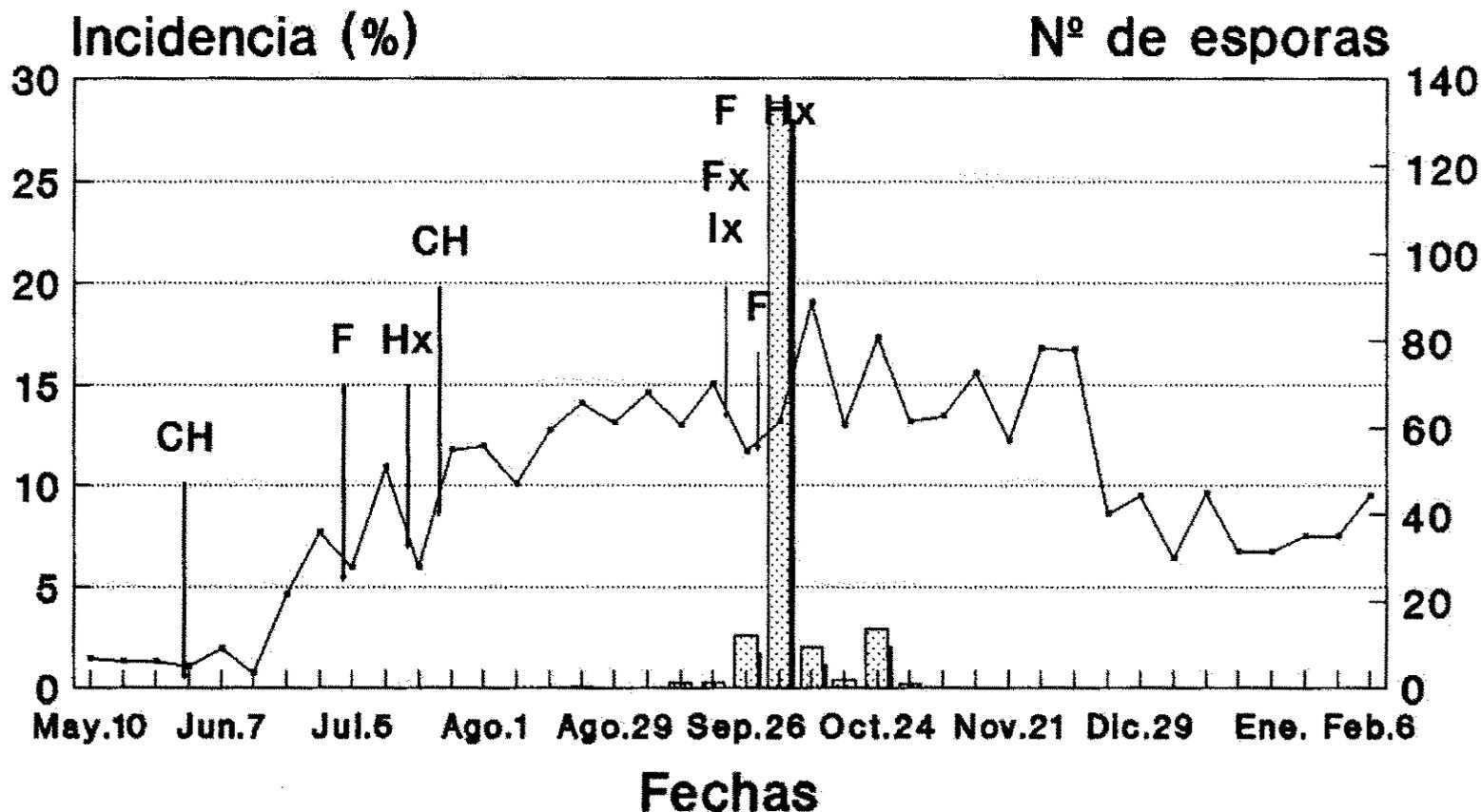
**Figura 6.a. Epidemia de San Juan.  
Datos de jun.14-91 a Feb.6-92**



**N° DE ESPORAS**

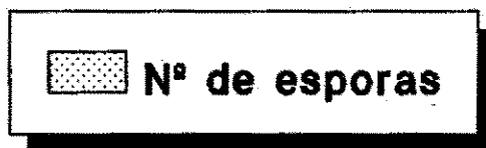
**440 m.s.n.m.**

**Figura 6.b. Epidemia del Asilo.  
 Datos de may.10-91 a feb.6-92**



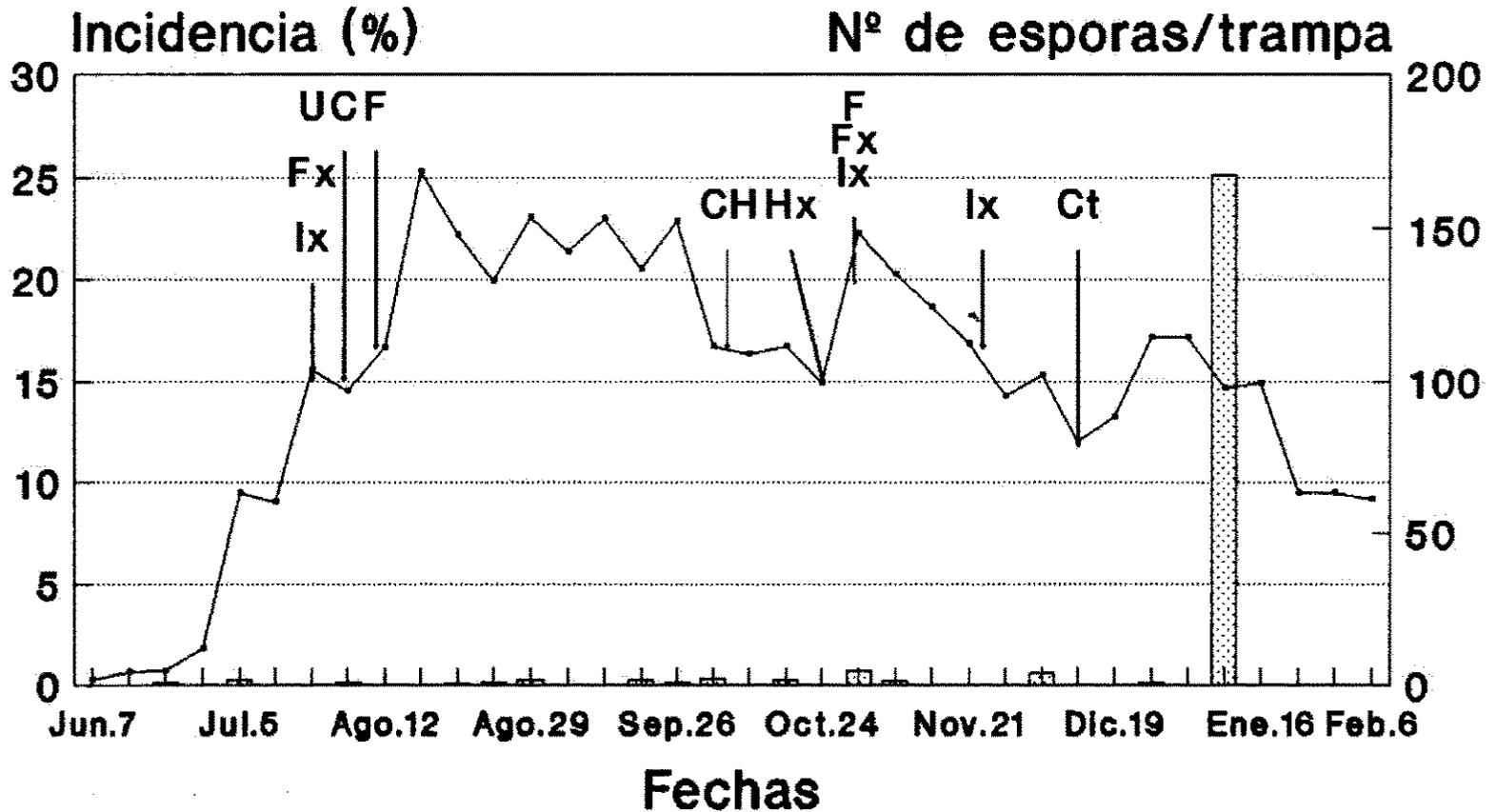
CH = Chapla  
 Hx = Herbicida  
 Fx = Fungicida  
 Ix = Insecticida

F = Fertilización



**650 m.s.n.m.**

**Figura 6.c. Epidemia de la Laguna.  
 Datos de Jun.7-91 a Feb.6-92**



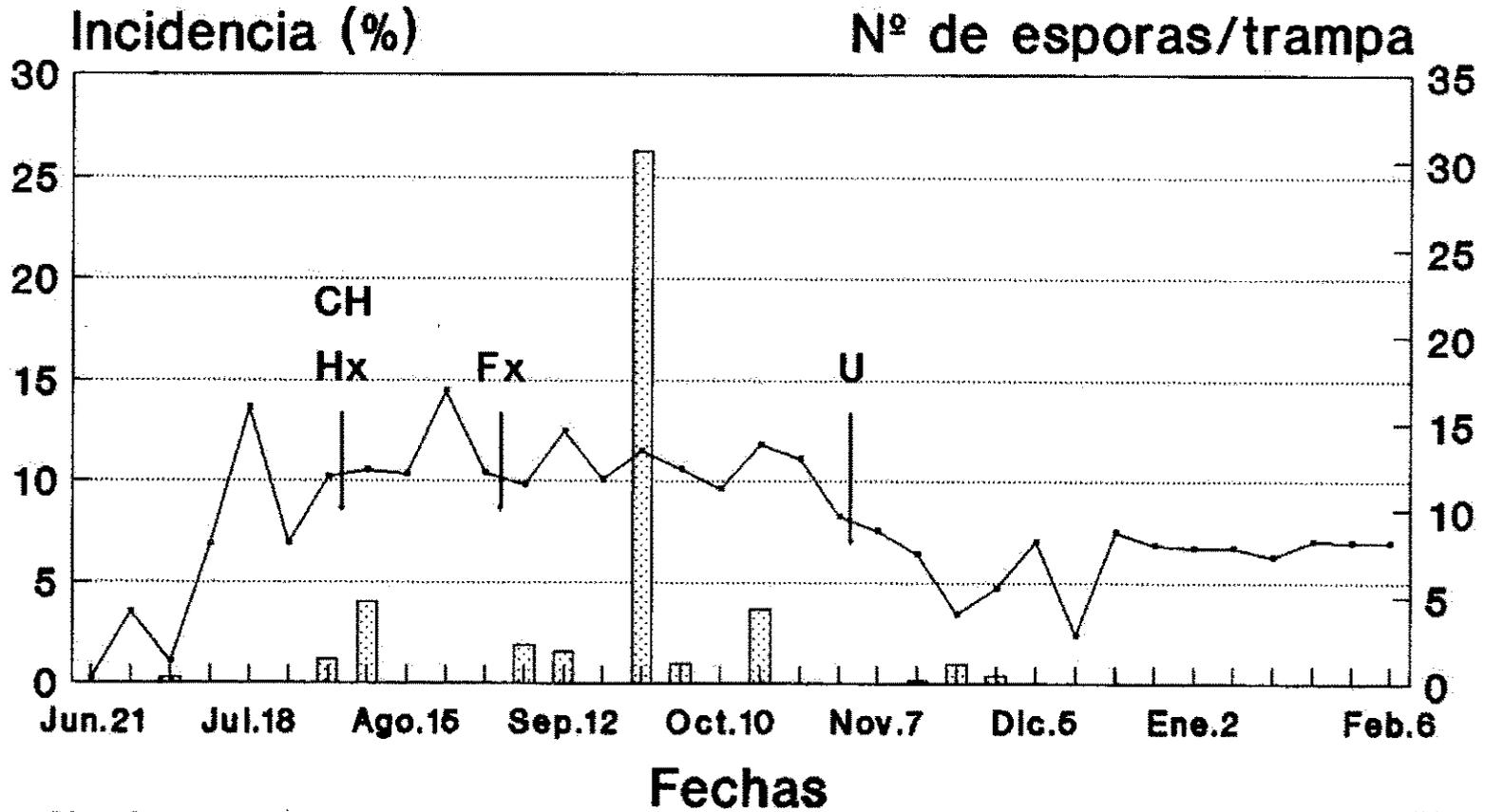
Fx = Fungicida  
 Ix = Insecticida  
 CH = Chapeo  
 Hx = Herbicida

 N° de esporas

850 m.s.n.m.

U = Urea  
 C = Caseo  
 F = Fert. completa  
 Ct = Corte

**Figura 6.d. Epidemia de la Pintada.  
 Datos de jun.21-91 a feb.6-92.**



CH = Chapla

Hx = Herbicida

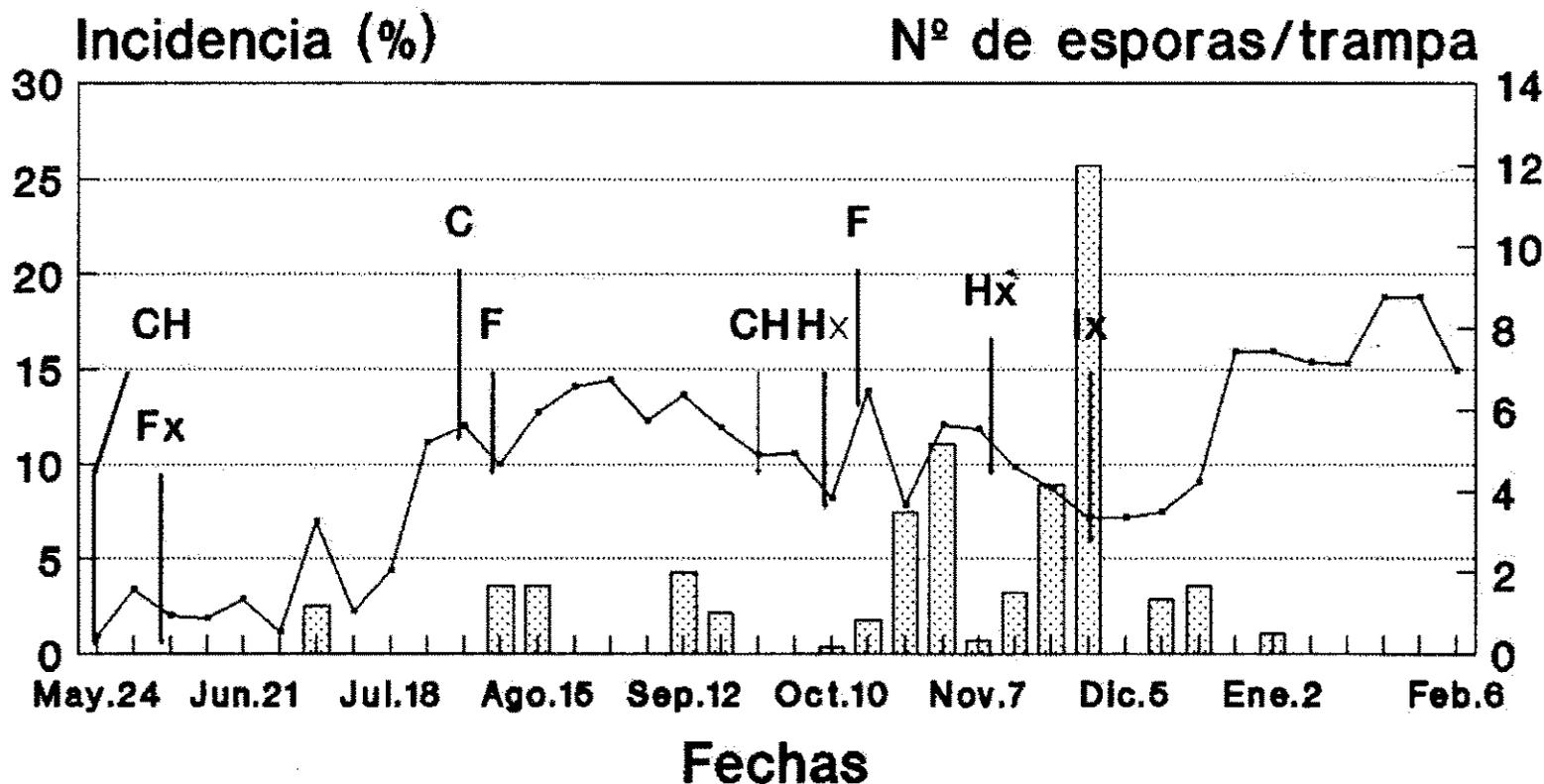
Fx = Fungicida

U = Urea

 Nº de esporas

1050 m.s.n.m.

**Figura 6.e. Epidemia de la Fundadora.  
Datos de may.24-91 a feb.6-92.**

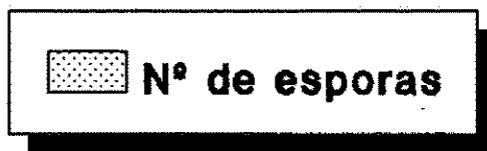


CH = Chapla

Fx = Fungicida

Hx = Herbicida

ix = Insecticida



C = Caseo

F = Fertilización

1200 m.s.n.m

En el cuadro 7 aparecen los coeficientes de correlación más elevados entre las variables de la enfermedad y las variables climáticas y en las Figuras 7a - 7d se presentan las variables climáticas en su relación con las curvas de la enfermedad. En estas mismas figuras se presenta el número promedio de esporas por trampa, recolectado durante el transcurso de las observaciones.

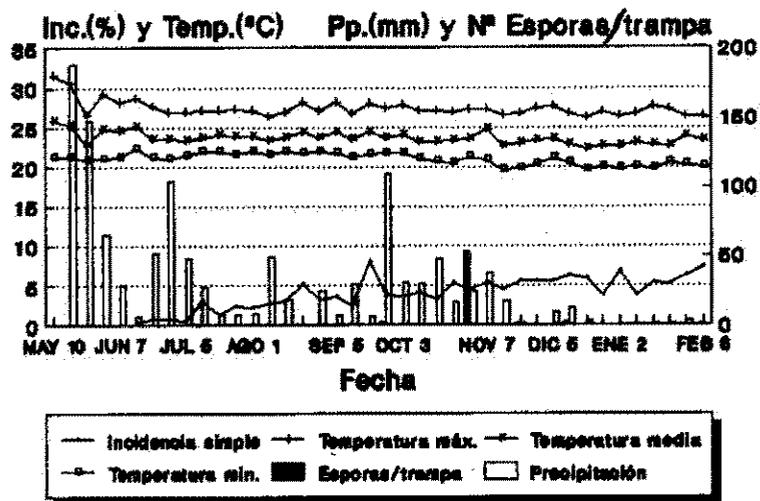
No es posible llegar a conclusiones confiables a partir de los resultados de clima, pero, según se pudo observar, las correlaciones significativas altas que se presentaron con mayor frecuencia fueron las de las temperaturas máxima y mínima, seguidas de las humedades máxima y mínima. Parecen relacionarse más cercanamente con la epidemia las temperaturas máxima de 5 ó 6 semanas antes y mínima de 1 ó 2 semanas antes, la humedad relativa máxima de 3 ó 4 semanas antes y la humedad relativa mínima de 6 u 8 semanas antes. La precipitación de 3 ó 4 semanas antes de iniciada la epidemia mostró correlación significativa y positiva con la incidencia.

Por la poca confiabilidad de estos resultados es imposible establecer categóricamente alguna relación entre las variables climáticas y el desarrollo de la enfermedad. La principal razón de este tipo de resultado fue, muy probablemente, la dificultad con los aparatos meteorológicos.

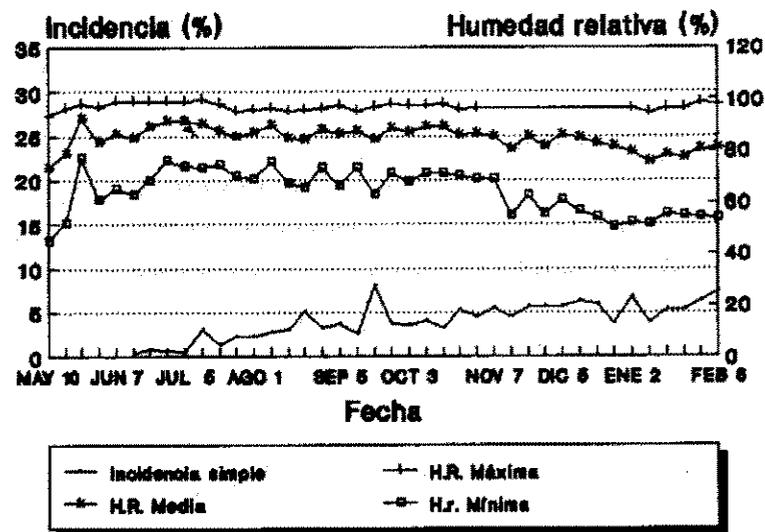
**CUADRO 7. Coeficientes de correlación entre las variables climáticas y las variables de la enfermedad.**

FINCA	VARIABLE CLIMATICA	Nº SEMANAS ANTES	VARIABLE DEPENDIENTE	r
SAN JUAN	TEMP. MAX.	5 Y 1	INC. Y SEV.	-0.5
	TEMP. MEDIA	2	INC. Y SEV.	-0.5
	TEMP. MIN.	1	SEVERIDAD	-0.6
	H.R. MAX.	4 Y 1	INC. Y SEV.	-0.5
	H.R. MEDIA	3 Y 1	SEVERIDAD	-0.5
	PRECIP. ✱	5	INCIDENCIA	-0.5 ✱
LAGUNA	TEMP. MAX.	8	SEVERIDAD	0.6
	TEMP. MIN. ✱	8 Y 7	INCIDENCIA	0.6
	H.R. MEDIA	6	INC. Y SEV.	0.6
	H.R. MIN.	8 - 5	INC. Y SEV.	0.5 ≤ 0.7
	PRECIP. ✱	4 y 3	INCIDENCIA	0.5 ✱
PINTADA	TEMP. MIN.	9	INCIDENCIA	0.7
	H.R. MAX.	9	INCIDENCIA	-0.6
	H.R. MIN.	10	SEVERIDAD	0.6
	H.R. MIN.	8	INCIDENCIA	0.8
	PRECIP. ✱	3	INCIDENCIA	0.5 ✱
FUNDADORA	TEMP. MAX.	6	INC. Y SEV.	-0.8
	TEMP. MEDIA	6 - 1	INC. Y SEV.	-0.6 ≤ -0.8
	TEMP. MIN.	3 - 1	INC. Y SEV.	-0.6 ≤ -0.8
	H.R. MAX.	4 - 1	INC. Y SEV.	-0.5

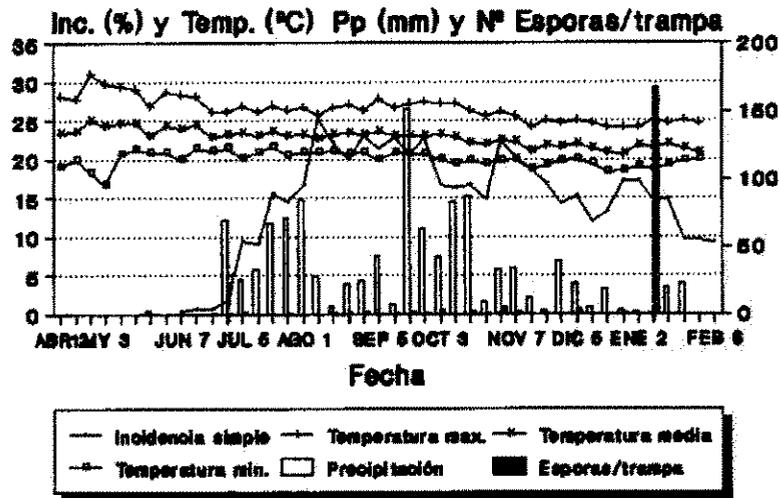
**Figura 7.a. Incidencia y variables climáticas de San Juan (440 m.s.n.m.).**



**Humedad relativa e incidencia.**



**Figura 7.b. Incidencia y variables climáticas de la Laguna (850 m.s.n.m.)**



**Incidencia y humedad relativa.**

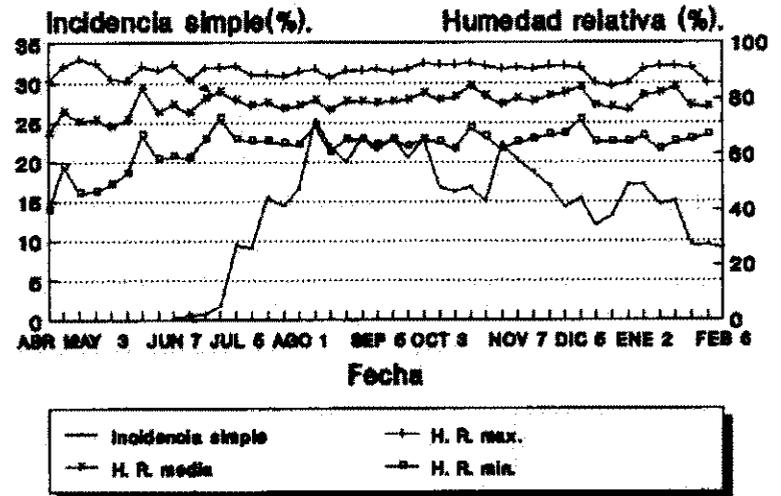
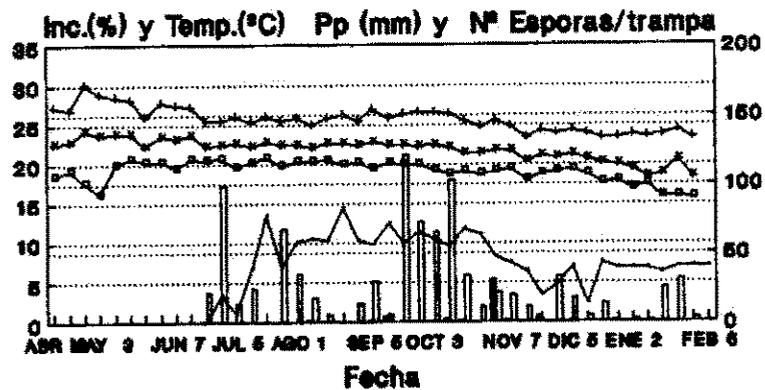


Figura 7.c. Incidencia y variables climáticas de la Pintada (1050 m.s.n.m.)



Incidencia y humedad relativa.

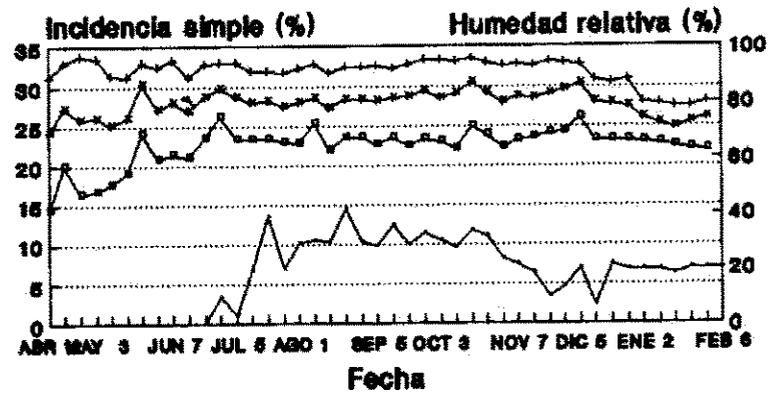
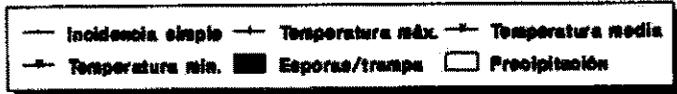
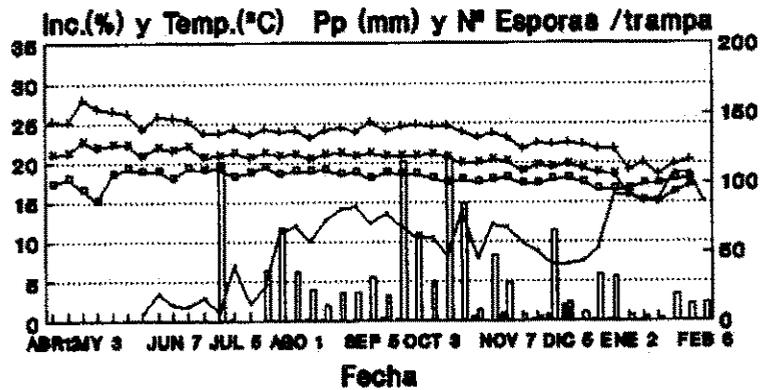
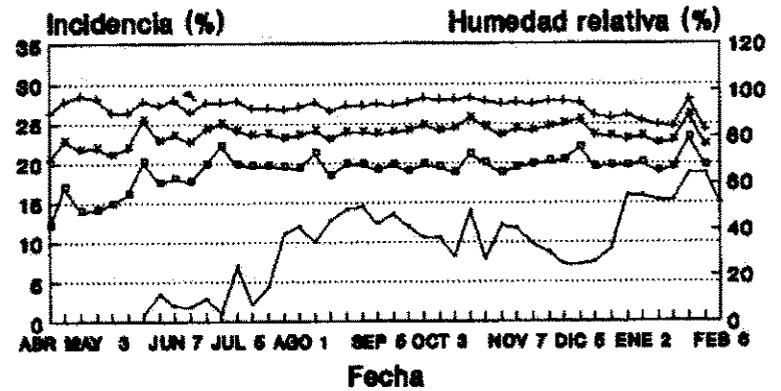


Figura 7.d. Incidencia y variables climáticas de la Fundadora (1200 msnm)



Incidencia y humedad relativa.



El número de esporas por trampa no guardó correlación con la cantidad de enfermedad, ni con las variables climáticas. Este resultado ilógico se atribuye a una deficiencia de las trampas caza-esporas. A pesar de ésto, las trampas sirvieron para cuantificar la presencia relativa de inóculo durante el período de observación.

En el cuadro 8 se muestra el número de hojas enfermas acumuladas. Como podrá observarse, el Asilo presenta la mayor acumulación de hojas enfermas y le siguen la Fundadora, la Laguna, la Pintada y San Juan. La acumulación semanal de hojas enfermas fue alta en los tres primeros ecosistemas y baja en los dos últimos. San Juan presentó la acumulación semanal más baja.

**CUADRO 8. Número de Hojas enfermas acumuladas durante el período de obsevación.**

FINCA	Nº DE HOJAS ENFERMAS ACUMULADAS
SAN JUAN	12
ASILO	38
LAGUNA	31
PINTADA	19
FUNDADORA	34

En el cuadro 9 se presenta el número de frutos por bandola, el número de frutos manchados y la severidad en frutos de 4 fincas (no se pudo obtener información respecto al Asilo). La Fundadora presenta el mayor número de frutos por bandola, pero todos sus frutos estaban manchados con una severidad del 41%. La Laguna ocupó el segundo lugar en cuanto a producción, en tanto que el 70% de dicha producción resultó manchada con una severidad del 16%. La Pintada, que quedó en tercer lugar, resultó con un 83% de su producción manchada con una severidad del 29%. San Juan presentó menos del 1% de su producción manchada, aunque su producción fue la más baja.

**CUADRO 9. Producción por bandola e incidencia y severidad en frutos.**

FINCA	Nº GRANOS/BANDOLA	INCIDENCIA (%)	SEVERIDAD (%)
SAN JUAN	3	0.4	5
LAGUNA	23	70	16
PINTADA	12	83	29
FUNDADORA	30	100	41

El cuadro 10 y la Figura 8 muestran los intervalos de confianza del 95% para la tasa de incremento semanal de la "mancha de hierro" ( $r$ ) en cada ecosistema. Dichos intervalos permitieron

hacer una comparación estadística entre la velocidad con que se desarrolló la epidemia en cada ecosistema. De acuerdo al gráfico, las  $r$  son iguales. Sin embargo, los estimadores del cuadro 11 permitieron ampliar las comparaciones y establecer diferencias en cuanto a la agresividad de las epidemias. Puede apreciarse en ese cuadro que las epidemias de mayo mostraron una tendencia a terminar tarde, fueron de larga duración y poca agresividad; las de junio, en cambio, mostraron una tendencia a terminar temprano, fueron de corta duración y muy agresivas.

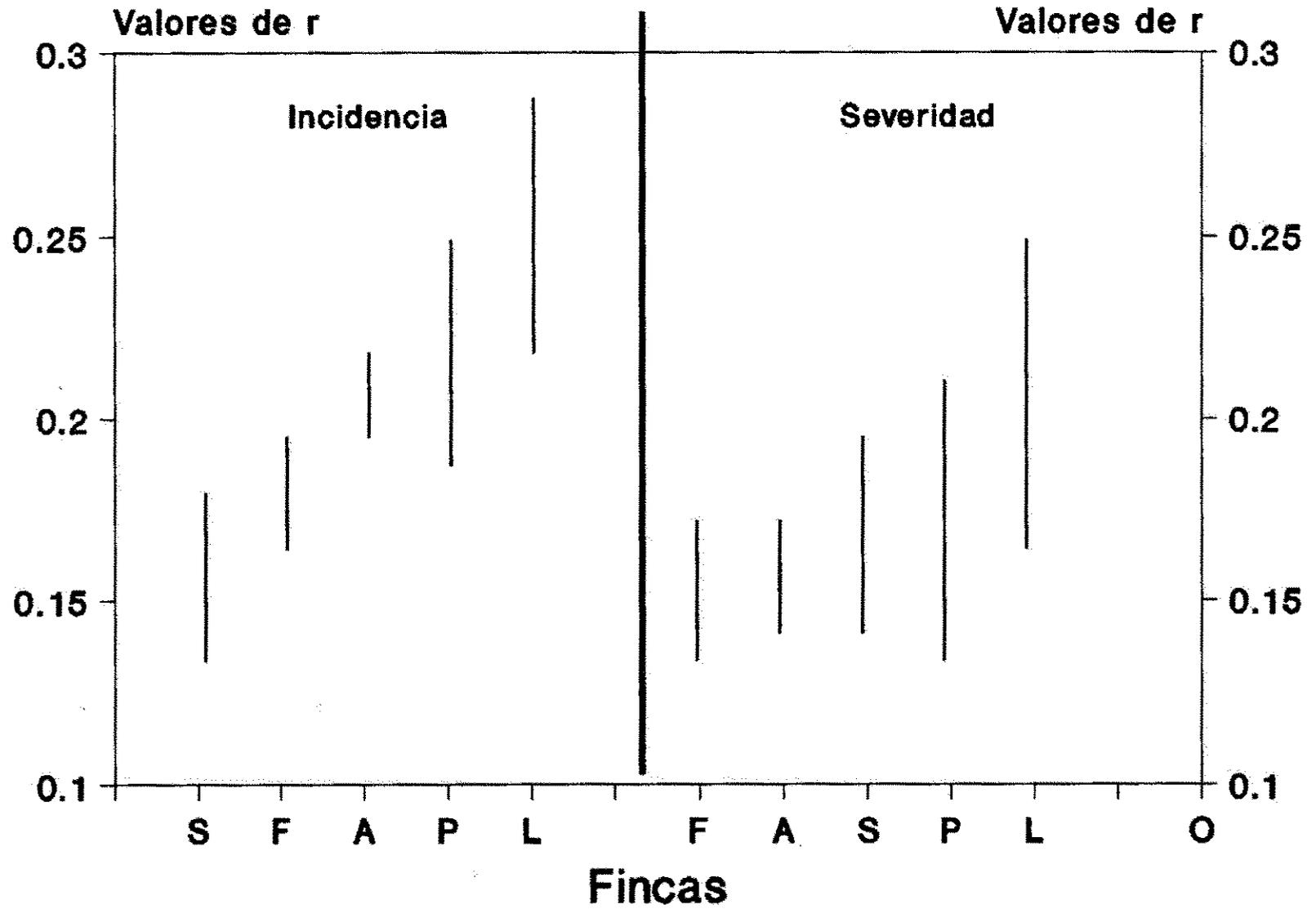
En el cuadro 12 se muestran las fechas en que ocurrieron las fases de las epidemias en los ecosistemas estudiados, su duración y el valor de sus respectivas tasas de crecimiento.

El cuadro 13 muestra los índices de importancia de las epidemias. Según este cuadro la epidemia de la Laguna fue la más importante, la Fundadora y la Pintada están en segundo lugar de importancia, el Asilo en tercero y San Juan en cuarto. Obsérvese el valor insignificante de San Juan.

**CUADRO 10. Tasas de incremento semanal de la mancha de hierro y sus límites de confianza ( $\alpha = 0.05$ ).**

FINCA	INCIDENCIA			SEVERIDAD		
	LIMITE INF.	r	LIMITE SUP.	LIMITE INF.	r	LIMITE SUP.
SAN JUAN	0.141	0.163	0.185	0.153	0.174	0.195
FUNDADORA	0.170	0.185	0.200	0.143	0.163	0.183
ASILO	0.198	0.208	0.218	0.149	0.166	0.183
PINTADA	0.187	0.217	0.247	0.138	0.174	0.210
LAGUNA	0.222	0.252	0.282	0.169	0.210	0.251

**Figura 8. Intervalos de confianza de r**  
(alfa = 0.05)



**Cuadro 11. Estimadores de parámetros de las epidemias.**

ESTIMADOR	INCIDENCIA					SEVERIDAD				
	S	P	F	A	L	S	P	F	A	L
FINCA ▶										
Fecha de inicio de la epidemia	Jun 14	Jun 21	May 24	May 10	Jun 7	Jun 14	Jun 21	May 24	May 10	Jun 7
Cantidad de enfermedad al inicio de la epidemia (%).	0.3	0.2	0.9	1.5	0.3	0.007		0.02	0.03	.003
Valor de enfermedad máxima alcanzada (Xmax) (%).	8	15	19	19	25	0.6	1.5	1.6	2.2	2.4
Tiempo en que alcanzó este Xmax (semanas).	15	10	36	23	10	27	13	35	24	16
Fecha en que alcanzó Xmax.	Sep 19	Ago 22	Ene 23	Oct 10	Ago 8	Dic 12	Sep 12	Ene 16	Oct 17	Sep 19
Cantidad de enfermedad acumulada hasta esta fecha (%).	40	78	344	203	94	4	5	17	14	12
Cantidad de enfermedad al finalizar las observaciones (%).	7	7	15	10	9	0.6	0.4	1	0.7	0.9
Cantidad de enfermedad acumulada al finalizar las observaciones (%).	142	270	377	393	536	7	18	22	32	37
Estado de las epidemias al finalizar las observaciones.	Asc.	Descenso				Asc	Descenso			

**Cuadro 12. Fases de la epidemia de la "mancha de hierro".**

VARIABLE	INCIDENCIA					SEVERIDAD				
	S	P	F	A	L	S	P	F	A	L
<b>FASE EXPONENCIAL</b>										
Fecha de ocurrencia	Jun 14 - Jul 12	Jun 21 - Jul 5	May 24 - Jun 7	May 10 - May 31	Jun 7 - Jun 28	Jun 14 - Dic 26	Jun 21 - Sep 12	May 24 - Sep 12	May 10 - Ago 8	Jun 7 - Ago 22
Duración (Semanas)	4	2	2	3	3	28	12	16	16	11
Tasa de incremento	0.6	1	0.4	0.3	0.9	0.2	0.5	0.3	0.3	0.7
<b>FASE LOGISTICA</b>										
Fecha de ocurrencia	Jul 12 - Oct 10	Jul 5 - Ago 8	Jun 7 - Ago 1	May 31 - Jul 25	Jun 28 - Jul 25	Dic 26 - ...	Sep 12 - ...	Sep 12 - ...	Ago 29 - ...	Ago 22 - ...
Duración (Semanas)	13	5	8	8	4					
Tasa de incremento	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	.06	.05	.07	.09	.09
<b>FASE TERMINAL</b>										
Fecha de ocurrencia	Oct 10 - Feb 6	Ago 8 - Feb 6	Ago 1 - Feb 6	Jul 25 - Feb 6	Jul 25 - Feb 6					
Duración (Semanas)	17	26	27	28	28					
Tasa de incremento	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					

S = San Juan (440 msnm)

L = Laguna (850 msnm)

F = Fundadora (1200 msnm)

A = Asilo (650 msnm)

P = Pintada (1050 msnm)

**CUADRO 13. Indices de importancia de las epidemias de la "mancha de hierro".**

FINCA	ALTURA (msnm)	INDICE DE IMPORTANCIA
San Juan	440	0.004
Asilo	650	0.09
Laguna	850	0.14
Pintada	1050	0.08
Fundadora	1200	0.08

## **ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.**

### **1. ANALISIS DE LAS EPIDEMIAS A NIVEL DE LOS ESTRATOS.**

Según nuestros resultados, la "mancha de hierro" se desarrolla mejor en el estrato superior. Las líneas de tendencia de los 3 estratos (Figuras 4a - 4e) dejan ver claramente que en la mayoría de los casos el estrato superior presenta la pendiente más elevada y por eso es que, aun cuando la cantidad de enfermedad inicial es menor en este estrato, su acumulación semanal es siempre mayor (Figuras 5.a y 5.b). Este fenómeno se aprecia más claramente en la Laguna, donde la agresividad y los niveles de enfermedad fueron los más elevados. Allí puede verse, incluso, que la línea de tendencia del estrato inferior es casi horizontal.

Considérese también el caso de la Pintada en donde las líneas de tendencia de los tres estratos van hacia abajo. A pesar de ésto, puede observarse que el valor absoluto de la pendiente negativa tiende a ser mayor en el estrato inferior y que es casi cero en el superior. Esta tendencia negativa de la epidemia de la Pintada será abordada más ampliamente en la siguiente sección.

El mejor desarrollo de la "mancha de hierro" en el estrato superior ocurre debido a la preferencia que tiene el hongo por la poca humedad y el mucho brillo solar, fenómeno que ya han explicado otros autores citados por Castillo (5).

## 2. ANALISIS DE LAS EPIDEMIAS A NIVEL DE LOS AGROECOSISTEMAS.

Los resultados en cuanto al comportamiento de las epidemias en el tiempo están de acuerdo con los de otros autores que afirman que los mayores índices de infección de la "mancha de hierro" se observan en septiembre-octubre o en octubre-diciembre (4, 10). No obstante, los datos del cuadro 12 permiten ver claramente que la multiplicación epidemiológicamente significativa no ocurrió en estos meses sino antes, durante la fase exponencial, cuando la enfermedad no es aún claramente visible. Este resultado está completamente de acuerdo con el criterio expresado por Zadoks y Schein (26).

Según estos mismos autores, el control más efectivo de las enfermedades es el que se realiza durante la fase exponencial. Esta idea parece estar de acuerdo con lo observado en el caso de la epidemia de la Pintada que, como se señalaba antes, presenta una tendencia negativa. Esta tendencia negativa general, según nuestro análisis, estuvo determinada por la aplicación de fungicida durante la fase exponencial. Es importante señalar, no obstante, que el productor realizó esta aplicación de manera intuitiva, basado solamente en el conocimiento empírico de la enfermedad.

Puede observarse, además, que en este ecosistema se realizó mayor número de labores de limpieza que en el resto de ecosistemas y que éstas se realizaron en los meses de marzo y mayo, previos al

inicio de la epidemia (cuadro 6 y figura 6.d). Es probable que estas labores hayan tenido algún efecto sobre la dinámica de la epidemia en este ecosistema.

En cuanto al control durante la fase exponencial, el caso de la Laguna contrasta con el de la Pintada, pues, como puede verse, se hizo una aplicación fungicida durante esta fase sin obtener el efecto que se observó en la Pintada. Esta diferencia puede deberse a que en la Pintada se utilizaron mayores dosis y una mayor diversidad de productos fungicidas.

La epidemia de la Laguna fue la más agresiva, pero esto no debe atribuirse solamente a la deficiencia en el control de la enfermedad, sino también a la edad del cultivo y la deficiencia en la fertilización y el manejo de las malezas. En esta finca se aplicó gran cantidad de fertilizantes foliares en épocas en que el número de hojas por bandola estaba experimentando un descenso drástico y, además, no se controló maleza durante la mayor parte del año. Esto es un claro indicio de la importancia que tienen el control de las malezas y la fertilización adecuada para el manejo de la "mancha de hierro". Fernández y López (8) han planteado que la deficiencia nutricional favorece notablemente el desarrollo de la "mancha de hierro" y que los altos niveles de fertilización están relacionados con un desarrollo pobre de la enfermedad. A pesar de esto, se ha investigado muy poco acerca de la relación de las dosis, épocas y formas de aplicación de los fertilizantes y el

desarrollo de esta enfermedad. No obstante, se mantiene el criterio de que los altos niveles de potasio, acompañados de bajos niveles de nitrógeno y un buen manejo de la sombra durante la etapa de vivero disminuyen en gran parte la problemática de la "mancha de hierro" en el cultivo plenamente establecido.

El cafetal de la Fundadora constituye el caso contrario de la Laguna. A pesar de ser un plantío altamente expuesto a la luminosidad, su epidemia fue menos agresiva. Como se indicó antes, este plantío es joven, se mantuvo bien fertilizado y con un estricto control sobre las malezas.

Las variedades cultivadas debieron haber tenido alguna influencia sobre las epidemias, pues, de acuerdo a la literatura consultada, ni Caturra, ni Catuaí son resistentes a esta enfermedad, pero Catuaí es más susceptible (17). Sin embargo, la naturaleza observacional y descriptiva de este estudio no permite abstraer el efecto de un solo factor en el desarrollo de la enfermedad.

Al final del período de observación las epidemias del Asilo, la Fundadora y la Laguna llegaron a acumular más de 30 hojas enfermas (el Asilo acumuló casi 40), en tanto que la de la Pintada acumuló casi 20 y la de San Juan un poco más de 10. De las tres primeras, sin embargo, la de mayor impacto sobre el cultivo no fue la del Asilo sino la de la Laguna, pues, en esta última el cultivo

presentó la menor cantidad de hojas y sufrió la más intensa defoliación. En cuanto a las dos últimas, la Pintada acumuló casi el doble de San Juan y sufrió una defoliación más intensa (Figura 1). Este comportamiento sugiere que, aunque hay una estrecha relación entre el número de hojas enfermas acumuladas y la defoliación, la mayor acumulación de hojas enfermas no siempre indica un mayor impacto sobre el cultivo.

De este modo, la mayor acumulación de hojas enfermas en el Asilo se debe a que este plantío presentó una mayor cantidad de hojas. Es decir, en él la epidemia se dispersó más rápidamente porque tenía un mayor número de hojas a su disposición y, por lo tanto, el inóculo tenía menor espacio que recorrer entre una hoja y otra. En estas condiciones, la epidemia tuvo mayores posibilidades de éxito en lo que Zadoks y Schein llaman la conquista del espacio (26).

El orden decreciente de acumulación de hojas enfermas coincide con el orden decreciente de intensidad de defoliación de las plantaciones observadas. Este resultado da una idea general del impacto de la enfermedad sobre la defoliación, aunque no podemos obviar en las condiciones de nuestro estudio la influencia de otras enfermedades y la defoliación natural del cultivo. Por lo tanto, hacen falta otros estudios que cuantifiquen más precisamente este impacto, considerando la influencia de otros factores tales como el nivel tecnológico, la edad del cultivo y las condiciones

ambientales. Hace falta, además, estudiar más específicamente la relación de la defoliación causada por esta enfermedad y el rendimiento del cultivo.

La incidencia y la severidad en frutos variaron en proporción directa con la cantidad de luz recibida por los ecosistemas. Esta situación es particularmente interesante en el caso de la Fundadora, donde los niveles de enfermedad en las hojas y la tasa de crecimiento fueron casi los más bajos y donde se observó, además, el nivel más alto de tecnificación. Este resultado puede ser un indicio del peligro que representa esta enfermedad para la producción en explotaciones tecnificadas, donde los plantíos están expuestos a una alta luminosidad y se mantienen relativamente bajos índices de enfermedad a base de aplicaciones de grandes cantidades de insumos agrícolas.

Desde el punto de vista estadístico, la tasa de crecimiento de la "mancha de hierro" ( $r$ ) es igual en todos los ecosistemas observados, es decir, la enfermedad se desarrolló a igual velocidad en todas las altitudes. Sin embargo, la observación directa y constante del fenómeno hace pensar que este resultado estadístico no es suficiente para explicar el comportamiento de la enfermedad bajo la influencia de una gran diversidad de factores altitudinales y agroecológicos. A la vez, ésto nos indica que  $r$  no debe usarse como un comparador estadístico, sino más bien como un velocímetro de la enfermedad.

A pesar de que los intervalos de confianza de  $r$  no presentaron diferencias estadísticas significativas, muestran una tendencia a diferenciarse entre sí y ésto sugiere la idea de que las epidemias no pudieron ser iguales en todas las altitudes. De allí que considerásemos de gran utilidad recurrir a otros estimadores de parámetros que, sin dejar de ser objetivos, explicaran con más claridad el fenómeno y la influencia que sobre él tuvieron los factores antes mencionados, así como la influencia del fenómeno mismo sobre el comportamiento del cultivo.

Los datos de incidencia del cuadro 11 reflejan que la cantidad de enfermedad con que se inició la epidemia en el Asilo fue 6 veces la de la Laguna. Sin embargo, en la Laguna la epidemia alcanzó en 10 semanas un valor máximo ( $X_{max}$ ) igual al que alcanzó en el Asilo en 23 ( $r_{laguna} = 0.25 > r_{asilo} = 0.20$ ).

De igual manera, la Fundadora tenía al inicio una cantidad de enfermedad que era 4 veces lo que tenía la Pintada. No obstante, en esta última la epidemia alcanzó en 10 semanas un  $X_{max}$  igual al que alcanzó en la Fundadora en 36 ( $r_{pintada} = 0.21 > r_{fundadora} = 0.17$ ).

En San Juan y la Pintada había aproximadamente la misma cantidad de enfermedad inicial. Sin embargo, en la Pintada la epidemia alcanzó en 10 semanas un  $X_{max}$  que era el doble de lo que alcanzó en San Juan en 15 ( $r_{pintada} = 0.21 > r_{san\ juan} = 0.16$ ).

Estas comparaciones apoyan la idea de que la velocidad de crecimiento no fue igual en todas las fincas, pues, si la cantidad de enfermedad inicial y la tasa de crecimiento son iguales en dos ecosistemas entonces debe esperarse que en ambos las epidemias alcancen un mismo  $X_{max}$  en tiempos iguales. Del mismo modo, si la tasa es igual y la cantidad de enfermedad inicial diferente, debe esperarse que al alcanzar el  $X_{max}$  se mantenga la diferencia en cuanto a la cantidad de enfermedad. Sin embargo, ésto no sucedió así.

La comparación entre las epidemias, tomando en consideración la cantidad de enfermedad inicial, el  $X_{max}$  y el tiempo en que se alcanzó dió como resultado un orden decreciente de agresividad de la "mancha de hierro" (ver cuadro 14 en la siguiente página), el cual puede apreciarse también por la cantidad de enfermedad acumulada por cada epidemia al final del período de observación (cuadro 11).

La diferencia entre San Juan y el Asilo en cuanto a la incidencia y su similitud en cuanto a la severidad sugieren que la enfermedad tuvo mayor dispersabilidad en San Juan, pero que la colonización del tejido ocurrió con la misma agresividad en ambos ecosistemas.

**CUADRO 14. Orden decreciente de agresividad de las epidemias de la "mancha de hierro".**

Para el caso de la incidencia	Para el caso de la severidad
Laguna ( 850 m.s.n.m.)	Laguna
Pintada (1050 m.s.n.m.)	Pintada
Asilo ( 650 m.s.n.m.)	Asilo y San Juan
San Juan ( 440 m.s.n.m.)	
Fundadora (1200 m.s.n.m.)	Fundadora

Es importante hacer notar que la epidemia de San Juan, a pesar de que comenzó en junio, tuvo un comportamiento similar a las de mayo (el Asilo y la Fundadora), es decir, fue lenta y prolongada.

El hecho de que la epidemia de San Juan haya sido idéntica a la del Asilo indica que la "mancha de hierro" es menos agresiva a alturas inferiores a los 600 m.s.n.m., independientemente de cual sea la fecha de aparición de la epidemia. En nuestro estudio, estas alturas corresponden a las de la IV región de Nicaragua (en el Pacífico).

A alturas superiores (que en nuestro caso corresponden a la VI región o región norte central) las epidemias se mostraron más agresivas y parecen estar influenciadas por la fecha de inicio, pues, las epidemias de junio (la Laguna y la Pintada) fueron más agresivas que la de mayo (la Fundadora).

Considerando los índices de importancia, la epidemia de la Fundadora fue tan importante como la de la Pintada (cuadro 13), pero si se considera además la cantidad de enfermedad inicial, puede observarse que la epidemia de la Fundadora continuó siendo menos agresiva que la de la Pintada, pero más que la del Asilo. Es decir, con la cantidad de enfermedad que se inició la epidemia en la Fundadora, debió haber alcanzado un mayor índice de importancia que el de la epidemia de la Pintada y, por otro lado, la epidemia del Asilo con su inóculo inicial debió haber alcanzado un índice muy superior al de la Fundadora, pero esto no fue así.

Cuando se compararon las epidemias tomando en cuenta las cantidades inicial y máxima de enfermedad y el tiempo en que esta última se alcanzó la Fundadora ocupó el último lugar en cuanto a agresividad. La razón de esto es que en ese análisis se toma en cuenta el tiempo transcurrido desde el inóculo inicial hasta el  $X_{max}$  y la epidemia de la Fundadora tardó un tiempo considerable en llegar al  $X_{max}$ , pues tuvo una dinámica muy particular (figura 6.e).

En este ecosistema la epidemia tuvo dos picos: el menor ocurrió a finales de agosto y el mayor a finales de enero. Este comportamiento se aparta de lo general, pues, en el resto de casos ocurrió un sólo pico en agosto o septiembre. Este hecho es muy significativo porque sugiere que a pesar de la fuerte presión tecnológica que se le ejerce, la "mancha de hierro" mantiene un alto potencial en ese lugar durante todo el año y que si se

presentan las condiciones óptimas, su epidemia se levanta nuevamente sin mucha dificultad.

Esto parece estar sustentado por los siguientes hechos: en primer lugar, en la Fundadora (al igual que en la Laguna y la Pintada) se observó una mejor distribución del inóculo a lo largo del año y éste se presentó, además, en forma creciente hasta noviembre y diciembre; en segundo lugar, las lluvias se mantuvieron a lo largo del año y empezaron a disminuir a partir de noviembre, ocurriendo un corto período seco en las semanas previas al inicio del segundo pico (ver figuras 6 y 7). Según la literatura consultada la "mancha de hierro" se ve significativamente favorecida cuando durante la estación lluviosa ocurre un período seco corto (5).

Todo este estudio deja bien claro que las comparaciones basadas en el mayor número de criterios posibles permiten establecer diferencias, similitudes y generalizaciones de una manera más completa y confiable. También puede verse claramente que las curvas simples acompañadas de la mayor cantidad posible de información referente al agroecosistema constituyen una muy buena herramienta de la epidemiología comparativa.

Por otro lado, la comparación de nuestros resultados con los obtenidos por Vásquez (24) este año en estos mismos sitios indican que las epidemias de la "mancha de hierro" fueron más importantes

que las de la roya, si se toma como referencia el número de hojas enfermas acumuladas. Incluso, en la Fundadora el número acumulado de hojas con roya fue solamente de dos.

Sin embargo, como este mismo autor señala, los productores en muchos casos se fundamentan en la existencia de la roya para realizar el manejo de las enfermedades.

## CONCLUSIONES.

1. La incidencia y la severidad describieron de igual manera las epidemias del patosistema mancha de hierro - Café.
2. La "mancha de hierro" (Cercospora coffeicola Berk & Cooke) tuvo epidemias menos agresivas en la región del Pacífico que en la región norte de Nicaragua. En esta región las epidemias más agresivas fueron las que comenzaron más tarde.
3. A nivel del agroecosistema, la "mancha de hierro" se desarrolla más rápidamente en el estrato superior del plantío.
4. El ciclo epidémico de la "mancha de hierro", en términos generales, va de mayo y junio a marzo y abril, alcanzándose los mayores índices de enfermedad en septiembre-diciembre.
5. El período crítico de la "mancha de hierro" ocurrió durante 2-4 semanas después de iniciada la epidemia, en el caso de la incidencia y 4-7 meses después, en el caso de la severidad.
6. Durante el período crítico de la enfermedad la acumulación semanal de enfermedad llegó a ser de 1-3%, en el caso de la incidencia y 0.2 - 0.5%, en el caso de la severidad.
7. Es más conveniente utilizar la incidencia como elemento para tomar decisiones de manejo de la enfermedad puesto que su

acumulación es más evidente. Bastan 2 - 4 semanas para que la incidencia acumulada sea indicativo suficiente de que hay que realizar una acción de manejo.

8. No se logró obtener un resultado categórico en cuanto a la relación de las epidemias de "mancha de hierro" y las variables climáticas. Sin embargo, de acuerdo al análisis lógico de los resultados, las variables climáticas que parecen tener mayor influencia sobre la epidemia son :

- La temperatura máxima de 5 ó 6 semanas antes de iniciada la epidemia.
- La temperatura mínima de 1 ó 2 semanas antes de iniciada la epidemia.
- La humedad relativa máxima de 3 ó 4 semanas antes de iniciada la epidemia.
- La humedad relativa mínima de 6 ó 8 semanas antes de iniciada la epidemia.
- En el caso de la incidencia, la precipitación de 3 ó 4 semanas antes de iniciada la epidemia.

9. Cualquier sistema de manejo de la "mancha de hierro" debe fundamentarse en:

- \* Adecuada fertilización.
- \* Limpieza permanente del cafetal.
- \* Control adecuado de la enfermedad.

## RECOMENDACIONES.

1. Realizar estudios con el fin de generar criterios objetivos para la implementación de un sistema de monitoreo de la "mancha de hierro", considerando :

- El estrato de mejor desarrollo de la enfermedad.
- El período crítico de la epidemia.
- La relación entre la incidencia de la enfermedad, el número de frutos manchados y el rendimiento.
- Las condiciones climáticas y tecnológicas bajo las cuales se desarrollan los agroecosistemas.

2. Estudiar más profundamente el desarrollo de las epidemias de la "mancha de hierro" en los estratos del cafetal, con el fin de determinar qué tan significativas son sus diferencias.

3. Considerar lo siguiente en cuanto al manejo de la "mancha de hierro":

- \* Fertilizar adecuadamente el cafetal.
- \* Mantener limpio el cafetal, realizando podas de limpieza, regulación de sombra y control adecuado de malezas.
- \* Realizar las aplicaciones de fungicidas solamente durante el período crítico de las epidemias, es decir en las 2 a 4 siguientes semanas de iniciada la epidemia, dirigidas con mayor énfasis al estrato superior.

## LITERATURA CITADA.

1. Arias S., G. 1977. Relación de la distancia de siembra y de algunas características morfológicas con la productividad en cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad, Facultad de Agronomía, 94 p.
2. Avelino, J. 1991. Epidemiología de la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*) y evaluación de las pérdidas en la producción del café: avances de un año.
3. Boss, M. L. 1951. Some external and internal factors related to the growth cycle of coffee. Thesis. Costa Rica. Interamerican Institute of Sciences. 64 p. Fot. 62.
4. Caldera, N. O. 1977. *Cercospora coffeicola*, agente causal de la "mancha de hierro". Seminario I. Instituto de Técnicas Agropecuarias, División de Educación Agrícola Superior. Managua, Nicaragua.
5. Castillo C., N. 1977. Control químico de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, agente causal de la "mancha de hierro" en viveros de café (*Coffea arabica* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Técnicas Agropecuarias. 48 p.

6. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID) 1963. Enfermedades de las plantas. Traducción: Meza Nieto, José. 1ra. edición, en español, México, editorial Herrero, S.A. 1099 p.
7. Cowling, E. B. and Horsfall, J. G. 1978. Chapter 1. Prologue: How disease develops in populations. En Plant disease an advanced treatise. Volume II how disease develops in populations. Edited by Horsfall and Cowling. Academic Press, New York. 436 + xix p.
8. Fernández B., O. y López D., S. 1971. Fertilización de plantas de café y su relación con la incidencia de la "mancha de hierro", Cercospora coffeicola Berk y Cooke. Colombia. CENICAFE.
9. Gálvez, G. C. 1987. Enfermedades del cafeto y su control. Instituto de investigaciones del café. Ministerio de agricultura y Ganadería. El Salvador. 5 p.
10. García de Salcedo, M. y Guillén, I. S. f. Evaluación de la incidencia de Cercospora coffeicola en cafetos del estado de mónagas. Estado de Mónagas.

11. Hart, R. D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Serie materiales de enseñanza N° 1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 159 p.
12. Kranz, J. 1974. Epidemics of plant diseases, mathematical analysis and modeling. New York, Heidelberg, Berlín. Edited by Jürgen Kranz.
13. Kranz, J.; Schumutterer, H.; Koch, W. 1982. Enfermedades, plagas y malezas de cultivos tropicales. Traducción del alemán, 1982. 1ra. edición en español. Berlín Hamburgo, Verlag Paul Parey. 722 p.
14. López D., S. y Fernández B., O. 1969. Epidemiología de la "mancha de hierro" del café Cercospora coffeicola Berk y Cooke. Colombia. CENICAFE.
15. Maestri, M. e Gómez, R. F. 1961. Crecimiento de mudas de café (Coffea arabica L. var. Bourbon) sob diferentes niveis de luz. Revista Ceres (Brasil) 11(65): 265-271.
16. Mejía, E. y J. Simán 1990.

17. Navarro Vásquez, G. 1983. Incidencia de *Cercospora coffeicola* en 7 cultivares de *coffea arabica* L. En I jornada científica del café "Cro. Harold Miranda Téllez" 14-16 de julio de 1983. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, Nic.
  
18. Programa cooperativo ICAFE-MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 6ta. edición. San José, Costa Rica.
  
19. Robinson, R. A. 1987. Manejo del hospedante en patosistemas agrícolas. Versión en español de la obra Host management in crop pathosystems. Traductor: Roberto García Espinosa. Colegio de postgraduados, Montecillo, Edo. de México, México, D. F.
  
20. Rojas, O. E. 1987. Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. Programa cooperativo para la protección y modernización de la caficultura en México, Centro América y el Caribe - PROMECAFE-IICA. San José, Costa Rica.

21. Santos B., R. y Maestri, M. 1981. Ecofisiología de cultivos tropicales. Café. Serie de publicaciones misceláneas N° 288. Programa Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Programa cooperativo para la protección y modernización de la caficultura en México, Centro América y Panamá.
22. Silveira, A. J. da Maestri, M. 1973. Crescimento de mudas de cafe (*Coffea arabica* L. cv. Bourbon) sob quatro niveis de luz en Viçosa, Minas Gerais. Revista Ceres (Brasil) 20(111) 356-369.
23. Van der Plank, J. E. 1963. Plant disease: Epidemics and Control. 1st. edition, New York. Academic Press. 349 p.
24. Vásquez, C. O. 1992. Epidemiología de la roya del café (*Hemileia Vastatrix* B. & Br.) en las zonas Norte y Pacífico de Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Managua , Nicaragua. Univesidad Nacional Agraria. 56 + vii p.
25. World Bank, International Division Trade, 1992. Nicaragua: coffee subsector study main report.
26. Zadoks, J. C. and Schein, R. D. 1979. Epidemiology and Plant disease management. U. S. A. Oxford University Press, Inc. 427 + xiii p.

## ANEXO I

### GLOSARIO<sup>3</sup>

**Epidemiología:** La ciencia de las enfermedades en poblaciones; el estudio del desarrollo y difusión de las enfermedades y los factores que afectan estos procesos. La ciencia de las poblaciones de patógenos en poblaciones de hospederos y de la enfermedad resultante bajo la influencia del medio ambiente y las interferencias humanas.

**Epidemia:** Progreso de la enfermedad en tiempo y espacio. Cualquier aumento o disminución de enfermedad entre 0 y 100%.

**Sistema:** Un arreglo de componentes físicos o un conjunto o una colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, una entidad o un todo.

**Ecossistema:** La totalidad de los organismos de un área determinada (ésto es, la "comunidad"), que actúan en reciprocidad con el medio físico de modo que una corriente de energía conduce a una estructura trófica, una diversidad biótica y a ciclajes de materiales.

---

<sup>3</sup> Este glosario fue extraído de los textos de Hart (11), Zadoks y Schein (26), Robinson (19), Van der Plank (23) y Kranz (12), excepto para el vocabulario de las labores de campo.

**Agroecosistema:** Un sistema formado por una comunidad biótica, que incluye por lo menos una población agrícola y el medio ambiente físico con el cual interactúa, procesando entradas de energía y materiales que producen salidas de biomasa (un ecosistema agrícola).

**Sistema de enfermedades:** Un subsistema del agroecosistema formado por componentes que son poblaciones de patógenos que interactúan en el tiempo y en el espacio entre sí y con otros subsistemas del agroecosistema.

**Patosistema:** Un subsistema del ecosistema definido por el fenómeno de parasitismo, en el cual los individuos de una especie pasan una parte considerable de su vida sobre o en una población de hospederos, obteniendo nutrimentos de ella.

**Parasitismo:** La interacción entre la resistencia del hospedero y la habilidad parasítica del hospedante.

**Vocabulario utilizado comúnmente en las labores de campo.**

**Carrileo:** Limpieza entre los surcos del cafetal.

**Chapia:** Deshierba manual.

**Desbejuque:** Limpieza que consiste en eliminar las malezas rastreras que crecen sobre las plantas de cafeto.

**Caseo:** Limpieza preparatoria en la base del cafeto previa a la fertilización.

## ANEXO II

Clave de los productos mencionados en el cuadro 6 acerca de las labores agronómicas del cultivo.

<b>O Cu</b> Oxicloruro de Cu	<b>M</b> Malatión
<b>B</b> Benomil	<b>E</b> Endosulfán
<b>S</b> Sandoz	<b>U</b> Urea
<b>Z</b> Zandovit	<b>Mi</b> Micronutrientes
<b>Di</b> Dithane	<b>F</b> Fertilización completa *
<b>G</b> Gramoxone	<b>So</b> Solubol
<b>Ge</b> Gesatop	<b>T</b> Tritón
<b>Hr</b> Hormonal (2,4-D)	<b>A</b> Agral
<b>D</b> Decis	

- \* La fórmula del fertilizante completo utilizado fue 18-6-12-4-2.
- \* Las cantidades y áreas están dadas en el sistema M.K.S., excepto para las cantidades de fertilizante completo. A continuación se dan las equivalencias en dicho sistema:

4 onzas = 113.5 gramos

5 onzas = 142.0 gramos

6 onzas = 170.0 gramos