

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLOGICO DE LA ROYA DEL  
CAFE (*Hemileia vastatrix* B. & Br.), BAJO DIFERENTES  
ALTERNATIVAS DE MANEJO.**

**AUTORES :**

**CESAR AUGUSTO AREVALO CUADRA.  
FRANCIS PATRICIA PORRAS ESPINOZA.**

**PRESENTADO ANTE EL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO  
AGRONOMO.**

**ASESORES:**

**DR. DAVID MONTERROSO SALVATIERRA.  
ING. AGR. MSC. MOISES BLANCO NAVARRO.**

**MANAGUA, NICARAGUA, MAYO DE 1996.**

## **DEDICATORIA**

**A Dios: que siempre esta con nosotros**

**Dedico este trabajo a:**

**Mis padres Concepción Cuadra y Guillermo Arévalo.**

**Francis Porras, quien me apoyó en todo momento.**

**Mis hermanos en especial a Luciana, Roberto y familia.**

**La memoria de mi hermano Hugo Arévalo Cuadra.**

**César Arévalo Cuadra.**

**Dedico este trabajo a:**

**César Arévalo Cuadra, porque gracias a él han sido posibles mis estudios y mi graduación.**

**A mi madre Ninette Espinoza y a mis familiares que de alguna manera ayudaron a concluir mi carrera.**

**Francis Porras Espinoza.**

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Dr. David Monterroso por su asesoramiento en la interpretación y análisis de los resultados obtenidos en este trabajo.
  
- Al Ing. Agr. MSc. Moisés Blanco por la asesoría en la redacción y supervisión de este documento.
  
- A Pedro José Calderón Vega, por su ayuda en la fase de campo, análisis e interpretación de los resultados.
  
- A Marlyng Sánchez y al Ing. Agr. Ramón Mendoza, por su valiosa ayuda en la fase de campo.
  
- Al Centro Experimental de Café del Pacífico (C.E.C.P.) y al proyecto M.I.P - C.A.T.I.E. por posibilitar la realización de este trabajo.
  
- A nuestro compañero de estudio el Ing. Agr. Pablo Castillo Ruiz por facilitar equipo necesario para concluir este documento.
  
- Al Ingeniero Civil Efrén Arévalo Cuadra Gerente General de E.D.I.C.O S.A por brindarnos todo su apoyo en la impresión de este documento.
  
- A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que participaron en la formación profesional a lo largo de nuestra carrera.
  
- A la Facultad de Agronomía y la escuela de producción vegetal por su contribución en la formación profesional de nosotros.
  
- A la Universidad Nacional Agraria.

## INDICE GENERAL

	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
<b>I- INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	4
<b>II- MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>5</b>
2.1 Ubicación, selección y organización del área de muestreo.....	5
2.1.1 Ubicación.....	5
2.1.2 Selección y organización del área de muestreo.....	5
2.2 Caracterización de los lotes.....	6
2.3 Descripción de los tratamientos.....	7
2.4 Selección de variables y recolección de los datos.....	8
2.5 Procesamiento y análisis de los resultados.....	9
2.5.1 Comparación de las epidemias a nivel de tratamientos.....	9
2.5.1.1 Descripción de las curvas epidemiológicas de roya, mancha de hierro y antracnosis en hojas.....	9
2.5.1.2 Cálculo de las tasas de incremento de roya, mancha de hierro y antracnosis.....	10
2.5.1.3 Comparación de las curvas epidemiológicas a partir del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).....	11

2.5.2	Comparación de los tratamientos a partir de la producción.....	11
2.5.3	Análisis económico de los tratamientos.....	12
2.5.4	Relación del muestreo nematológico con el comportamiento epidemiológico de la enfermedad.....	12
2.5.5	Intervención de las precipitaciones en el desarrollo de las epidemias.....	13
2.6	Métodos de fitotecnia.....	13
<b>III-</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>16</b>
3.1	Comparación de las epidemias a nivel de tratamientos.....	16
3.1.1	Descripción de las curvas epidemiológicas.....	16
3.1.1.1	Epidemiología de la roya.....	16
3.1.1.2	Epidemiología de la mancha de hierro.....	28
3.1.1.3	Epidemiología de la antracnosis en hojas.....	32
3.1.2	Comparación de las curvas epidemiológicas de las X máximas alcanzadas por las epidemias.....	35
3.2	Análisis de las tasas de incremento de la enfermedad (r).....	35
3.3	Análisis de las epidemias mediante las áreas bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).....	37
3.4	Relación del manejo de la roya y la producción.....	38
3.5	Análisis de presupuesto parcial.....	39
3.6	Análisis nematológico.....	46
3.7	Intervención de las precipitaciones en el desarrollo de las epidemias.....	48

<b>IV-</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>V-</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VI-</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>53</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Principales características de los lotes establecidos.....	6
2. Descripción de los tratamientos aplicados.....	7
3. Métodos de fitotecnia registrados en el ciclo 94 - 95, hacienda Santa Rosa.....	14
4. Principales características de la epidemia de roya.....	18
5. Principales características de la epidemia de mancha de hierro.....	30
6. Tasas de incremento ( $r$ ) de la enfermedad en la epidemia de roya .....	36
7. Area bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) de las epidemias.....	38
8. Producción promedio de los tratamientos.....	39
9. Presupuesto parcial de los tratamientos.....	40
10. Análisis económico de rentabilidad de los tratamientos.....	41
11. Relación porcentual de rentabilidad de los tratamientos respecto al tratamiento de cobre calendarizado.....	42
12. Poblaciones promedio de nemátodos en 100 g/raíz.....	46

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Comportamiento de la incidencia de roya bajo efecto de diferentes tratamientos .....	25
2. Comparación de los tratamientos a base de cobre con el tratamiento testigo.....	26
3. Comparación de los tratamientos de <i>Bacillus</i> con el tratamiento testigo.....	27
4. Comportamiento de la incidencia de la mancha de hierro bajo efecto de diferentes tratamientos .....	31
5. Comportamiento de la incidencia de antracnosis en hojas bajo efecto de diferentes tratamientos .....	34
6. Costo total versus rentabilidad.....	44
7. Costo total versus beneficio neto.....	45

## RESUMEN

En la hacienda Santa Rosa, localizada en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo, a una altura de 475 metros sobre el nivel del mar se estudió el comportamiento epidemiológico de la roya del Café (*Hemileia vastatrix* B. & Br.) en el ciclo 1994 - 1995, bajo la influencia de diferentes alternativas de manejo, así como el efecto de dichas opciones sobre la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* B. & Ck.) y antracnosis (*Colletotrichum sp*), además se realizó un análisis de presupuesto parcial para la evaluación de las alternativas de manejo de roya. Se evaluaron 8 tratamientos cada uno con tres repeticiones, en cada tratamiento se llevó a cabo un muestreo aleatorizado dirigido que duro 10 meses (muestras cada 2 semanas), cada tratamiento contó con 10 surcos de 27 plantas, de los cuales se tomaron al azar 5 surcos, con 5 conglomerados de 3 plantas cada uno. En las plantas seleccionadas (al azar), se tomaron 4 bandolas, dos en el estrato superior y dos en el estrato inferior en donde se midieron las siguientes variables: número de hojas totales, incidencia foliar de roya, mancha de hierro y antracnosis. Se realizó también un muestreo de nemátodos y se registraron las labores agronómicas ocurridas durante el ciclo. Los datos recabados fueron usados para observar el comportamiento de la roya bajo diferentes opciones de manejo y efectuar diversas evaluaciones y comparaciones entre los tratamientos, además se estudiaron los niveles de productividad de los tratamientos. De manera general los porcentajes de afectación de la epidemia fueron elevados. La epidemia inició su desarrollo a fines de agosto, sus puntos máximos se dieron en diciembre. El alto nivel de afectación y el precoz desarrollo de la roya estuvo directamente relacionado con el clima, de un ciclo a otro los niveles de afectación varían por ende su importancia y su control. Por medio de las lecturas de incidencia se puede determinar el momento oportuno para realizar aplicaciones. Para hacer de un producto o práctica un arma útil para el control de una enfermedad el momento de aplicación es fundamental. Las aplicaciones de cobre resultaron ser las más efectivas y económicas para el control de la roya, siempre y cuando se tome en cuenta el momento de aplicación.

## I - INTRODUCCIÓN:

El café (*Coffea arabica* L.) representa para nuestra economía, la columna vertebral. Sus cifras así lo demuestran: en la década de los ochenta su aporte en divisas fue de un 35 por ciento de las exportaciones totales y de las agropecuarias un 45 por ciento, teniendo una participación dentro del valor agregado del sector agropecuario de un 20 por ciento, significando el 4.8 por ciento dentro del PIB (Obregón, 1994). La cosecha de café del ciclo 1994 - 1995 se estimó en 60 000 t (1 200 000 quintales), el área de cosecha pasó de 70 963 ha (101 000 mz) en 1991 a 75 881 ha (108 000 mz) en 1994; además se han incrementado los rendimientos promedios del país de 576 kg/ha (8.9 qq/mz) en 1993 a 653 kg/ha (10.1 qq/mz) en 1994. Del total de producción del ciclo 1994 - 1995 se exportó 40 000 t (800 000 qq) lo que representó aproximadamente 42 millones de dólares en divisas lo que significó el 25 por ciento de las exportaciones nacionales (UNAG, 1995). Por otra parte cabe señalar la importancia socioeconómica que este cultivo representa. Según Robleto (1994), alrededor de 90 000 personas trabajan permanentemente en este rubro y unas 250 000 durante la cosecha, originando también condiciones favorables de salud y vivienda, de igual forma contribuye en el sector financiero, transporte (terrestre y acuático), a empresas de servicio privado y estatal, a nivel nacional e internacional.

Este cultivo se ve afectado por diferentes factores entre los que tenemos: préstamos bancarios con altos intereses y entregas a destiempo, inestabilidad social, afectaciones climáticas y problemas fitosanitarios entre los que destacan los ataques de enfermedades como la roya del cafeto causada por el hongo Basidiomiceto (*Hemileia vastatrix* B. & Br.) perteneciente a la familia de las Puccinaceas y del orden Uredinales. Esta enfermedad ha sido considerada como la más importante del café y una de las más devastadoras a nivel mundial (Krantz, *et al.*, 1972).

Son evidentes los efectos negativos que la roya causa sobre el rendimiento del cultivo por ataques sucesivos e intensos. La infección ocurre exclusivamente en el follaje provocando la caída prematura de las hojas, lo que conlleva en casos extremos, a un agotamiento progresivo e incluso la muerte de la planta (Loáisiga, 1993).

El hecho de que las bajas en las cosechas no sean perceptibles no quiere decir que esta enfermedad no provoque reducción en los rendimientos sino que es una enfermedad que muestra sus efectos de forma acumulada, al producir ataques al follaje en ciclos productivos (años) consecutivos (Loáisiga, 1993). Además, Abbay (1878), en estudios trianuales encontró que los rendimientos decrecían marcadamente (Rayner, 1972).

No se conocen hospederos alternos de la roya. La propagación de la enfermedad ocurre por medio de uredosporas, las cuales en presencia de agua pueden germinar casi inmediatamente y penetrar a través de los estomas. Estas requieren condiciones cálidas tanto para la germinación como para su posterior desarrollo sobre la hoja. Alta humedad relativa en el ambiente facilita su desarrollo y, en general, en zonas de menos elevación, prolifera durante los meses fríos (Becker, 1991).

La roya es además la enfermedad económicamente más importante para la caficultura, ya que una vez arraigado este hongo nocivo en un país hace necesario que los cafetos sean tratados constantemente con fungicidas. Por otro lado, las aplicaciones de productos químicos aumentan considerablemente los costos del sistema de producción y a pesar de ello siguen decreciendo los rendimientos de la cosecha. Estos gastos adicionales pueden subir hasta un 30 por ciento los costos de producción (Becker, 1991).

Siman (1991), refiere que se pueden elevar los costos de producción al utilizar medidas de fitoprotección permanentes; así por ejemplo, del total de insumos utilizados los fungicidas constituyen 3 a 78 por ciento según el nivel de tecnificación.

Según investigaciones realizadas en diversos países, los fungicidas a base de cobre constituyen el tratamiento más efectivo para el control de la roya, sin embargo su uso frecuente puede producir una acumulación de cobre en el suelo, en las raíces finas y en las hojas (Aduayí, 1976) provocando graves síntomas de fitotoxicidad como, por ejemplo, escaso desarrollo radical, amarillamiento y encrespamiento de las hojas (Castillo & Parra, 1959) citados por Becker (1991). Como efecto secundario, el cobre puede inducir un aumento en la incidencia del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella* Guer) y aumentar la concentración de plomo en la planta y en el fruto afectando así la salud de los consumidores (Montoya, 1979) citado por Becker en (1991).

En los últimos decenios se ha prestado gran atención a los métodos alternativos que incluyen el control biológico y la inducción de protección (Becker, 1991), como la inducción de resistencia producida por *Bacillus thuringiensis*. Berliner, bacteria que ha sido probada a nivel de laboratorio e invernadero (Loáisiga, 1993). Lara & Guharay (1992), realizaron estudios en Nicaragua sobre el efecto de la bacteria en laboratorio e invernadero, encontrándose excelentes resultados de protección sobre las plantas de café al utilizar *B. thuringiensis* (Dipel) y *B. thuringiensis* (Javelin), en dosis de 5 - 20 g/l, con lo cual redujeron el número de pústulas, área foliar afectada y la severidad de la roya. Además los análisis de las curvas epidemiológicas indicaron que las aplicaciones de la bacteria inducen un retraso en la expresión de los síntomas sin afectar la tasa de crecimiento de la enfermedad; posiblemente inducen reacciones en la planta prolongando el período de infección y latencia de la roya.

Basados en los aspectos anteriores se propone realizar el presente trabajo que pretende alcanzar los siguientes objetivos :

- 1) Buscar nuevas alternativas de manejo de la roya como complemento del manejo agronómico del cultivo.
- 2) Conocer el efecto que ejerce el control de roya sobre otras enfermedades del café.
- 3) Determinar el efecto de *Bacillus thuringiensis* en el comportamiento epidemiológico de la roya.

## **II - MATERIALES Y METODOS:**

### **2.1 Ubicación, selección y organización del área de muestreo:**

#### **2.1.1 Ubicación:**

El presente estudio se llevó a cabo en la hacienda Santa Rosa, ubicada en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo, a una altura de 475 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio anual de 1 600 mm, una temperatura promedio de 26 °C y con rangos que van desde 19 hasta 30 °C, humedad relativa promedio del 85 % oscilando en valores del 71 a 89 % en todo el año (Hacienda Santa Rosa, 1994).

#### **2.1.2 Selección y organización del área de muestreo:**

El diseño de bloques completos al azar (B.C.A.), estuvo constituido por ocho tratamientos, con tres repeticiones (lotes) cada uno. La distribución y azarización de los tratamientos se basó en el experimento para control del minador del café, realizada en el ciclo 93 - 94. Cada tratamiento contó con 10 surcos de 27 plantas cada uno.

Para escoger los sitios de muestreos, se azarizaron los surcos y la primera planta de cada sitio de muestreo, quedando establecidos 5 conglomerados de 3 plantas en cada tratamiento, para un total de 15 plantas por tratamiento en cada repetición. Cada una de las plantas escogidas se dividió en dos estratos (superior e inferior), tomando por estrato 2 bandolas en disposición opuesta, resultando 4 bandolas por planta.

## 2.2 Caracterización de los lotes:

En la Tabla 1 se muestran las principales características de cada una de las repeticiones o lotes establecidos para este estudio.

**Tabla 1:** Principales características de los lotes establecidos.

Lote	Alvarez	San Carlos	San Edmundo
Edad	3 años	3 años	3 años
Variiedad	Catuaí rojo	Villa Sarchí	Catuaí amarillo
Dist. de siembra (m)	2.1 X 1.05	2.1 X 0.84	2.1 X 1.05
Densidad poblacional (plantas/ha)	4 554	5 693	4 554
Sombra (%)	15	25	30
Tipo de sombra	Md,Ac,Cd,My *	Md,Ac,My	Md,Ac,My,Lr
Tipo de malezas	Gramíneas	Gramíneas	Gramíneas Hoja ancha
Area del lote (ha)	0.95	0.84	0.95
Nivel tecnológico	Semi tecnificado	Semi tecnificado	Semi tecnificado

\*Md= Madero (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Warpers)

Ac= Acasia (*Senna siamea* Lam.)

Cd= Cedro (*Cedrela odorata* L.)

My= Mamey (*Mammea americana* L.)

Lr= Laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav. Oken)

Fuente: Hacienda Santa Rosa, 1994.

### 2.3 Descripción de los tratamientos

En los diferentes lotes establecidos fueron aplicados los tratamientos a evaluar los cuales son descritos en la siguiente tabla.

**Tabla 2:** Descripción de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Clave	Aplicación
T1	Cu cal	Oxido de cobre 50 % c.m (1.9 kg/ha) julio y agosto
T2	Cu julio	Oxido de cobre 50 % c.m (1.9 kg/ha) julio
T3	Bt m. y o.	Dipel 16,000 unidades (1.4 kg/ha) mayo y octubre
T4	Bt mayo	Dipel 16 000 unidades (1.4 kg/ha) mayo
T5	Bt oct.	Dipel 16 000 unidades (1.4 kg/ha) octubre
T6	Test. abs.	Testigo absoluto
T7	Cu 10 % inc.	Oxido de cobre 50 % c.m (1.9 kg/ha) 10 % de incidencia de roya (octubre)
T8	Test. neem	Testigo bajo influencia de neem* aplicado en mayo

\* Neem (*Azadirachta indica* A - Juss)

## 2.4 Selección de variables y recolección de los datos:

Del 16 de junio de 1994 al 2 de marzo de 1995 se realizaron recuentos quincenales, tomando los datos de las siguientes variables:

- 1) Número de hojas por bandola.
- 2) Incidencia foliar de roya.
- 3) Incidencia foliar de mancha de hierro.
- 4) Incidencia foliar de antracnosis.
- 5) Muestreo de nemátodos.

Para cuantificar el comportamiento de las enfermedades foliares se midió la incidencia, Mendoza (1993), sugiere que se puede utilizar únicamente la incidencia, esto posibilita la utilización de mano de obra no entrenada para la cuantificación de enfermedades, ya que la medición de la incidencia consume menos tiempo y esfuerzo. Por otro lado, Marengo & Acevedo (1993), encontraron un coeficiente de correlación entre la incidencia y la severidad del 98 por ciento, coincidiendo este resultado con el trabajo realizado por Mendoza (1993). En base a esto se decidió tomar la variable incidencia como un parámetro adecuado y sencillo (Loaisiga, 1993).

La incidencia se calculó en base a la fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Hojas enfermas}}{\text{Total de hojas}} \times 100$$

## **2.5 Procesamiento y análisis de los resultados:**

### **2.5.1 Comparación de las epidemias a nivel de tratamiento**

#### **2.5.1.1 Descripción de las curvas epidemiológicas de la roya, mancha de hierro, antracnosis en hojas**

A partir de los datos obtenidos en el muestreo aleatorizado fueron obtenidos los porcentajes de incidencia simple para cada tratamiento de los cuales se derivan las curvas epidemiológicas de cada una de las enfermedades en estudio.

Para el análisis de las curvas epidemiológicas de las principales enfermedades, fueron tomados algunos aspectos para diferenciar su comportamiento a nivel de tratamiento, entre los que tenemos:

- Fecha inicial de la epidemia.
- Cantidad inicial de la enfermedad ( $x_0$ ),
- Máximo valor alcanzado ( $x$  máx.).
- Tiempo en que alcanzó la  $X$  máx.
- Cantidad final de la enfermedad.
- Duración de la epidemia.

Se define  $X$  máx. como el máximo valor que alcanza la epidemia a través del tiempo durante el estudio.

### 2.5.1.2 Cálculos de las tasas de incremento de la incidencia de roya, mancha de hierro y antracnosis.

Para este fin fueron utilizados los valores de incidencia simple en la fase de la epidemia de cada una de las enfermedades; estos valores fueron transformados a lógitos,  $\text{Ln}(x/1-x)$ , donde  $x$  es la proporción de tejido enfermo y  $1-x$  es la proporción de tejido sano susceptible a la enfermedad.

Las tasas de incremento de la enfermedad ( $r$ ) fueron calculadas a partir de la regresión lineal simple, donde se obtuvo el coeficiente de regresión simple ( $b$ ), el cual es casi igual con la  $r$  calculada con la ecuación de Van der Plank (1963):

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} (\ln x_2 / 1-x_2 - \ln x_1 / 1-x_1)$$

donde:

$r$  = tasa de incremento de la enfermedad.

$t_2 - t_1$  = diferencia de tiempo entre dos fechas de muestreo.

$x_1$  = proporción de la enfermedad en un tiempo  $t_1$ .

$x_2$  = proporción de la enfermedad en un tiempo  $t_2$ .

Se estima que  $r \approx b$ ; porque al realizar curvas linearizadas con los datos de porcentajes transformados a lógitos, se obtiene la tangente del ángulo que forma un momento de la enfermedad sobre un momento del tiempo. Con las tasas de incremento para cada enfermedad fueron realizadas comparaciones estadísticas entre los tratamientos (Análisis de varianza).

### **2.5.1.3 Comparación de las curvas epidemiológicas a partir del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).**

Se determinaron las ABCPE de las epidemias de roya, mancha de hierro y antracnosis, para lo cual se tomaron en consideración las curvas epidemiológicas y los porcentajes de incidencia obtenidos a lo largo de las curvas. Para cada uno de los tratamientos el cálculo se basó en la fórmula:

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} (x_i + x_{i+1} / 2) (t_{i+1} - t_i)$$

donde :

ABCPE = área bajo la curva del progreso de la enfermedad (proporción - días).

x = proporción de la enfermedad.

t = tiempo en días.

n = número de veces en que se calcula el área.

Para realizar la comparación de las epidemias entre los tratamientos a partir de las ABCPE se realizó un análisis de varianza (ANDEVA).

### **2.5.2 Comparación de los tratamientos a partir de la producción.**

Con los datos de producción obtenidos en la cosecha de cada uno de los tratamientos fueron estimadas las cantidades en kg/ha (fanegas/manzana) que representa cada uno de los tratamientos evaluados. Para la comparación entre los tratamientos se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA).

### **2.5.3 Análisis económico de los tratamientos.**

Con el objetivo de comparar el aspecto económico y relacionarlo con el rendimiento que el cultivo presentó bajo diferentes alternativas de manejo, se realizaron presupuestos parciales de cada uno de los tratamientos. Así pues, se establecieron algunos aspectos para diferenciar cada tratamiento evaluado, entre los que tenemos:

- Costos variables.
- Beneficios netos.
- Costo total de producción.
- Beneficio total.
- Rentabilidad.

### **2.5.4 Relación del muestreo nematológico con el comportamiento epidemiológico de la enfermedad.**

Se realizó un muestreo de nemátodos (septiembre - octubre) en cada uno de los tratamientos para efectuar comparaciones con el ciclo biológico de la enfermedad y la capacidad productiva del café afectados por las poblaciones de nemátodos del lugar. Para este fin fueron analizadas muestras tanto de suelo como de raíz, tomadas en cada uno de los puntos de muestreo de los tratamientos. A las poblaciones que se encontraron en dicho muestreo se le realizó un análisis de varianza.

### **2.5.5 Intervención de las precipitaciones en el desarrollo de las epidemias.**

Se registraron los datos climatológicos acontecidos a lo largo del experimento, con la finalidad de relacionar estos fenómenos con el desarrollo de la epidemia. Los datos de temperatura, precipitación y humedad relativa promedio mensual fueron obtenidos de la unidad climatológica más cercana a la plantación, en este caso el Centro Experimental de Campos Azules, de Masatepe, Masaya.

### **2.6 Métodos de fitotecnia:**

En el transcurso de la fase de campo, se registraron todas las labores agronómicas realizadas al cultivo. Con el propósito de relacionar su efecto sobre la epidemia de la roya. En la Tabla 3 se muestran las actividades realizadas en el período marzo 1994 - abril 1995.

**Tabla 3: Métodos de fitotecnia registrados en el ciclo 94 - 95, Hacienda Santa Rosa.**

<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>
<b>Marzo-94</b>	Aspersión de fertilizante	Solubor (boro 50 %) Urea 46 %	0.7 kg/ha 2.5 kg/ha
<b>Abril-94</b>	Deshierba manual	-	-
<b>Mayo-94</b>	Control químico de malezas	paraquat (Gramoxone) 2-4-d	1.5 l/ha 0.7 l/ha
<b>Junio-94</b>	Fertilización de completo	Abono completo 16-6-12-4-2	388.5 kg/ha
<b>Junio-94</b>	Resiembra:(plantas) Lote Alvarez 270 Lote San Carlos 52 Lote San Edmundo 100	-	-
<b>Julio-94</b>	Regulación de sombra	-	-
<b>Agosto-94</b>	Control químico de malezas	paraquat (Gramoxone) 2-4-d	1.5 l/ha 0.7 l/ha
<b>Agosto-94</b>	Fertilización de completo	Abono completo 16-6-12-4-2	388.5 kg/ha
<b>Noviembre-94</b>	Control selectivo (Parchoneo) de malezas	-	-
<b>Noviembre-94</b>	Fertilización nitrogenada	Urea 46%	388.5 kg/ha
<b>Marzo-95</b>	Aspersión	Oxicloruro de cobre	2.85 kg/ha

El manejo agronómico que se realizó en los lotes fué casi simultáneo, las labores predominantes durante el ciclo fueron el control de malas hierbas, fertilización, regulación de sombra y resiembra.

El manejo agronómico es el más importante método de control de la roya, pues la enfermedad hace parte del sistema y se ve influenciado por el vigor que presenta el cultivo el que a su vez se ve fortalecido con la fertilización, también se relaciona estrechamente con las malezas, pues éstas proporcionan las condiciones favorables para el desarrollo del hongo. por lo que su control se relaciona con el progreso de la enfermedad. Sin embargo, de los factores del agroecosistema que causan mayor impacto en la enfermedad esta la sombra. Al iniciar el estudio se orientó realizar una labor de regulación de sombra para aclarar ciertos sitios sombrosos ubicados a lo largo de todos los lotes.

Para el control de las malezas se utilizaron dos controles químicos y dos manuales (chapia y parchoneo). A pesar de que producto de estas labores quedo cierta cantidad de materia orgánica sobre el suelo, ésta no fue suficiente como para proteger al suelo contra la erosión y la pérdida de humedad, considerándose esta combinación de controles un poco drástica y tendientes a dañar el suelo.

En cuanto a la fertilización, se realizó de forma oportuna, se realizaron dos aplicaciones de abono completo (388.5 kg/ha/aplicación) en julio y agosto, lo que permitió que el cafetal contara con los principales elementos necesarios para su desarrollo como son: nitrógeno, fósforo, magnesio y boro; elementos que el Manual del Cafetalero Colombiano (1979), citado por Becker (1991), refiere como esenciales para el cultivo; además se realizó una aplicación de urea en noviembre (388.5 kg/ha).

### **III - RESULTADOS Y DISCUSION.**

De manera general en todos los tratamientos se desarrollaron epidemias con altos porcentajes de incidencia de roya, llegando en algunos casos a superar el 50 por ciento; esto podría atribuirse principalmente a que este ciclo productivo 94 - 95 coincidiera con el ciclo de la epidemia en su punto de expresión máxima es decir que la roya es una enfermedad cíclica: un año de poca infestación y menos producción alterna con un año de alta incidencia y alta producción de frutos (Becker, 1991) como aconteció en este caso, favorecido principalmente por las condiciones ambientales que prevalecieron durante el ciclo.

#### **3.1 Comparación de las epidemias a nivel de tratamientos.**

##### **3.1.1 Descripción de las curvas epidemiológicas.**

###### **3.1.1.1 Epidemiología de la roya.**

Los síntomas de roya que se presentan en las hojas de los cafetos son en general fáciles de identificar. Produce manchas redondas en el envés foliar, que al principio son muy pequeñas, de color amarillo y traslúcidas. A los dos días normalmente aparecen las uredosporas, dando a la lesión un color más anaranjado e intenso. Estas lesiones se hacen visibles en el haz en forma de manchas aceitosas a los pocos días de su aparición en el envés foliar (Saccsa, 1972), citado por Becker (1991). Con el tiempo las lesiones aumentan de tamaño dejando una área necrótica donde la esporulación disminuye. En estados avanzados del ataque, la mayor parte del área afectada muere y solamente la zona cercana a la lesión mantiene su actividad esporulativa; aún cuando sólo haya unas pocas lesiones, la vida de la hoja a menudo se reduce considerablemente y puede caerse a temprana edad, perdiendo el árbol gran parte de su follaje lo que a su vez puede conducir a una fuerte defoliación (paloteo) de sus ramas.

### **- Descripción general de la epidemia de roya:**

Los altos porcentajes de incidencia de roya presentados en la curva epidemiológica fueron además de la ya mencionada actividad cíclica de la roya, consecuencia de dos situaciones ocurridas en el transcurso del experimento:

No se había afirmado el método de acumulación corregida de los datos de enfermedad que permitiera determinar el porcentaje de incidencia para realizar las aplicaciones de los tratamientos, por tal razón estas aplicaciones no fueron realizadas en el momento más oportuno; cabe señalar que no se contó con las altas precipitaciones que se presentaron, lo que conllevó a incrementos violentos en los porcentajes de incidencia de roya en todos los tratamientos. Al momento de realizar las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, no se contó con el producto evaluado en experimentos anteriores (32 000 unidades), por lo que se aplicó un producto sustituto; pero de más baja concentración (16 000 unidades), es decir que fue aplicada la mitad de la concentración necesaria .

**Tabla 4:** Principales características de la epidemia de roya por tratamiento.

Tratamiento	Fecha de inicio de la epidemia	Cantidad inicial de incidencia (%)	Máximo valor obtenido (%)	Tiempo en que alcanzó X máx (semanas)	Cantidad final de la epidemia	Duración de la epidemia
Cu Cal	15 de julio	0.20	40.10 a	31	12.00	33
Cu julio	15 de julio	0.50	56.10 b	26	12.40	33
Bt m. y o.	12 de agosto	0.50	47.40 a	28	9.20	29
Bt mayo	12 de agosto	0.20	53.30 b	26	13.90	29
Bt oct.	28 de julio	0.20	54.80 b	26	9.70	31
Test. abs.	15 de julio	0.30	54.10 b	26	8.30	33
Cu 10 % inc.	28 de julio	0.20	33.30 a	26	7.70	31
Test. neem	28 de julio	0.30	45.60 a	26	9.40	31

Cantidades con la misma letra, no son estadísticamente diferentes.

De manera general, al iniciar los muestreos en el mes de junio todos los tratamientos se comportaron de manera similar, y sus porcentajes de incidencia eran de cero por ciento, lo cual se mantuvo con mínimas variaciones hasta inicios de agosto. Para agosto la afectación de roya incrementó simultáneamente en todos los tratamientos, continuando así hasta el mes de septiembre; sin embargo, ninguno de los tratamientos llegó al 10 por ciento de incidencia de roya.

Es en este punto donde se observó la primera fase de la curva (fase exponencial) para cada uno de los tratamientos; la segunda fase (fase logística) comprende desde inicio de octubre a finales de noviembre, donde todos los tratamientos sufrieron un incremento acelerado, alcanzando valores mayores de 28 por ciento, a excepción del tratamiento de cobre calendarizado, el cual fue mucho menor (15 por ciento). El incremento de la enfermedad continuó todo el mes de diciembre, donde se obtuvo los puntos máximos para la mayoría de los tratamientos (todos mayores del 30 por ciento). Resultados similares fueron encontrados en los trabajos realizados por Vásquez (1992), Loáisiga (1993) y Ubeda (1994), quedando demostrado que la enfermedad ha venido comportándose de manera similar en los últimos años. La tercera fase (fase decreciente) inició en enero, donde los tratamientos disminuyeron su afectaciones en valores de 8 a 13 por ciento (ver Figura 1).

#### **Tratamiento 1: Cu cal.**

Es el que presentó menor porcentaje de incidencia a lo largo de la curva, sin embargo dichos porcentajes fueron elevados. Desde el 16 de junio hasta inicio de noviembre su comportamiento no fue considerable para la plantación, puesto que no se había alcanzado el 10 por ciento de incidencia, oscilando sus valores entre 0 - 8 por ciento, favorecido por las aplicaciones de óxido de cobre realizadas entre julio y agosto, coincidiendo estos momentos con los puntos de inicio del desarrollo de la epidemia.

A partir de noviembre el incremento fue acelerado, ligado indudablemente a factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad, como son la temperatura, precipitación y la humedad relativa prevaeciente, creando las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo.

Por otra parte, en este momento las aplicaciones realizadas dejan de ejercer el efecto sobre la enfermedad y, si además se agrega los inóculos procedentes de los tratamientos y plantaciones vecinas, tendría cabida el aumento registrado, el cual alcanzó su punto máximo a mediados de enero con valores del 40 por ciento de incidencia, a diferencia de otros tratamientos cuyo punto máximo fue alcanzado en diciembre con valores mucho mayores como puede verse en el Tabla 3 (ver Figuras 1 y 2).

Puede sugerirse que una tercera aplicación entre septiembre y octubre hubiera favorecido el control de la roya, puesto que el desarrollo de la enfermedad se habría reducido durante más tiempo y la inclinación de la curva no se mostraría tan alta.

Una vez alcanzado el punto máximo, la curva descendió alcanzando en marzo incidencia del 12 por ciento; este descenso es similar para todos los tratamientos debido probablemente a las condiciones no favorables para su desarrollo (bajas precipitaciones y humedad relativa), además el descenso se debió a la caída de las hojas enfermas por lo que el comportamiento normal sugiere una caída de la curva de la enfermedad.

### **Tratamiento 2: Cu julio.**

Al iniciar los recuentos sus valores eran de 0 - 5 por ciento manteniéndose así hasta inicios de octubre, donde la curva incrementó de forma tal que a mediados de diciembre alcanzó su punto máximo del 60 por ciento.

Aquí se posibilita ver un patrón de comportamiento, pues mientras las plantas estaban protegidas con el producto (aproximadamente 4 semanas), se mantuvieron niveles bajos de enfermedad, aún bajo condiciones ideales para su desarrollo; pasado este efecto la epidemia se disparó y alcanzó el más alto porcentaje de incidencia en los 8 tratamientos (56 por ciento para el mes de diciembre), aunque muy cercano a los tratamientos de Dipel en mayo, Dipel en octubre y el testigo. Este fenómeno se debió a que por las aplicaciones de cobre fueron eliminados enemigos naturales de la roya como por ejemplo, *Verticillium* sp. Su descenso a partir de enero fue acelerado, alcanzando 12 por ciento de incidencia (ver Figuras 1 y 2).

### **Tratamiento 3: Bt mayo y octubre.**

Durante los meses de junio, julio y agosto, la afectación de la enfermedad era del cero por ciento o cercano a él, comenzando a inclinarse la curva a finales de agosto, pero fue hasta mediados de octubre que sobrepasa el 10 por ciento de afectación. En los meses posteriores a la primera aplicación de *B. thuringiensis* (junio, julio, agosto), el desarrollo de la enfermedad fue lento, pues la plantación se encontraba bajo el efecto protector del producto. Es necesario mencionar que el *B. thuringiensis* fue aplicado a media concentración, y que la segunda aplicación se hizo a destiempo; éstas limitaciones dieron lugar a un incremento de la epidemia. Por otra parte, debe tomarse en cuenta que este producto es recomendado aplicarlo a inicio de la epidemia (aproximadamente 3 por ciento de incidencia); todos estos factores repercutieron directamente en el efecto de Dipel 2x 16 000 unidades. A pesar de ello hasta mediados de octubre la epidemia se mantuvo por el 12 por ciento, y hasta ese momento era el segundo tratamiento menos afectado (ver Figuras 1 y 3), Sin embargo la segunda aplicación de Bt no logro mejores resultados que la primera, por ser ésta aplicada a la plantación cuando ya contaba con mayor porcentaje de incidencia.

#### **Tratamiento 4: Bt mayo.**

Se mantuvo a niveles bajos de incidencia de roya hasta septiembre, con porcentajes de incidencia menores del 5 por ciento. Esto indica que las aplicaciones de Dipel 2x 16 000 unidades, con bajo porcentaje de incidencia de la enfermedad, logran mantener por un período más largo de tiempo a la plantación con niveles bajos de afectación.

Para que sea más efectivo el control debe aplicarse al acumular aproximadamente 3 por ciento de incidencia, puesto que el efecto del Bt inhibe el desarrollo de la roya reduciendo las posteriores infecciones que pudieran presentarse.

Pasado el efecto del Dipel 2x 16 000 unidades (inicios de octubre), la enfermedad tuvo un incremento que para diciembre alcanzó su X máx con un 53 por ciento de incidencia, ubicándose entre los tratamientos más afectados por roya.

El incremento acontecido se hubiera visto disminuido si la aplicación hubiese sido realizada esperando un poco más de afectación, ya que se realizó en el momento en que la enfermedad era nula. Una segunda aplicación entre los meses de octubre y noviembre evitaría la acumulación de alto porcentaje de incidencia. A la fecha del último recuento, este tratamiento obtuvo la mayor cantidad final de enfermedad con 14 por ciento, (ver Tabla 4 y Figuras 1 y 3).

#### **Tratamiento 5: Bt octubre.**

La epidemia comenzó a desarrollarse a partir de agosto, acumulando para el 30 de septiembre poco más del 10 por ciento de incidencia; pese a ello la aplicación se realizó hasta en octubre, cuando el momento oportuno había transcurrido, pues el Dipel 2x 16 000 unidades no es un producto curativo, sino que funciona de manera preventiva.

En el tiempo en que fue aplicado la roya estaba ya avanzada y el clima favorecía su desarrollo, por lo que el producto tuvo poco efecto sobre ella, resultando así como el segundo tratamiento más afectado que alcanzó su punto máximo en diciembre con 54.8 por ciento (ver Figuras 1 y 3).

#### **Tratamiento 6: Test. abs.**

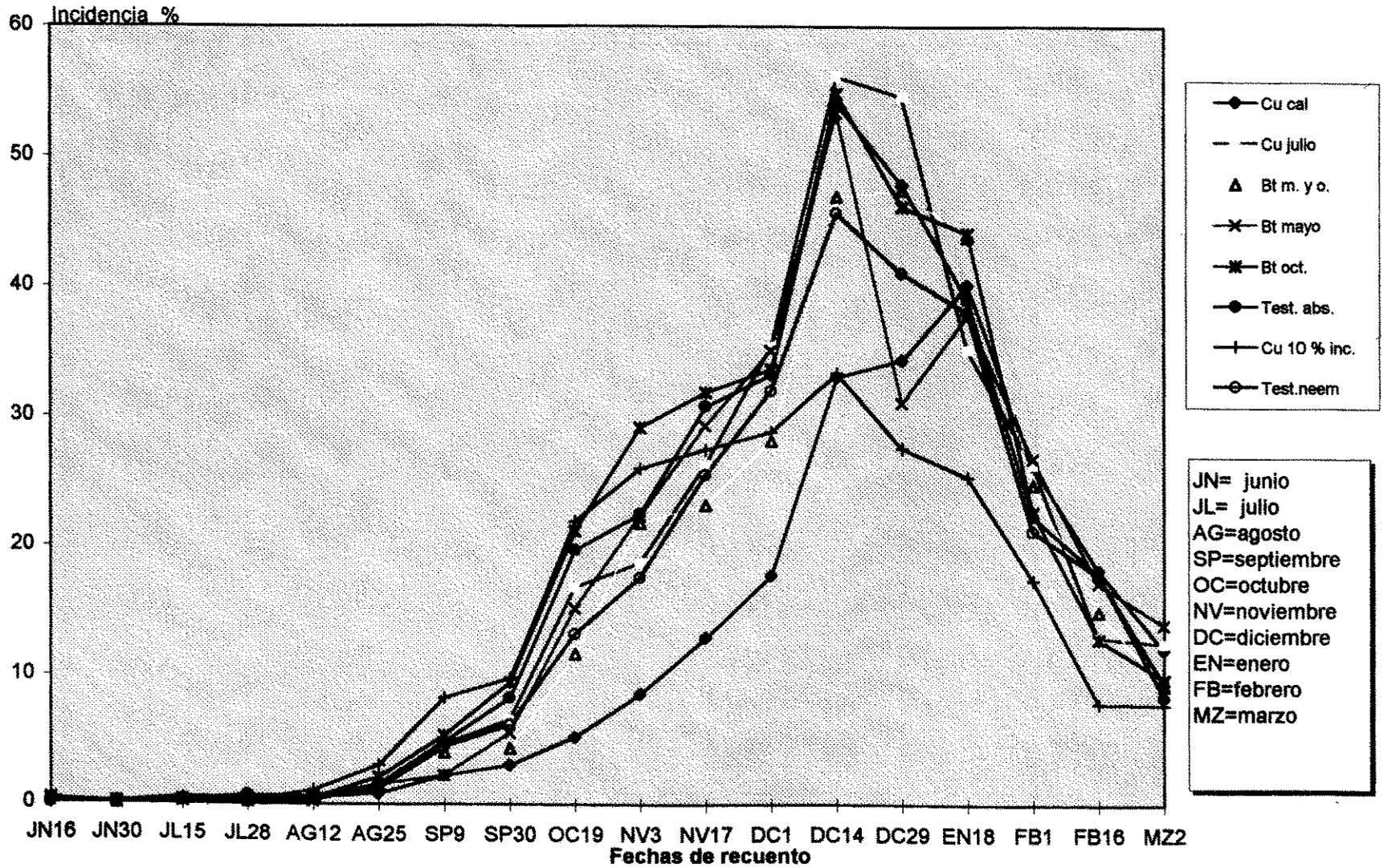
No varió su comportamiento en relación con los demás tratamientos (excepto el tratamiento de cobre calendarizado), pues su epidemia empezó a desarrollarse para el mes de agosto; llegó a su punto máximo en diciembre con un 54.1 por ciento, muy similar al tratamiento anterior. La cantidad final de la enfermedad para el último recuento fue la segunda más baja, con 8.3 por ciento (ver Figura 1).

#### **Tratamiento 7: Cu 10 % de inc.**

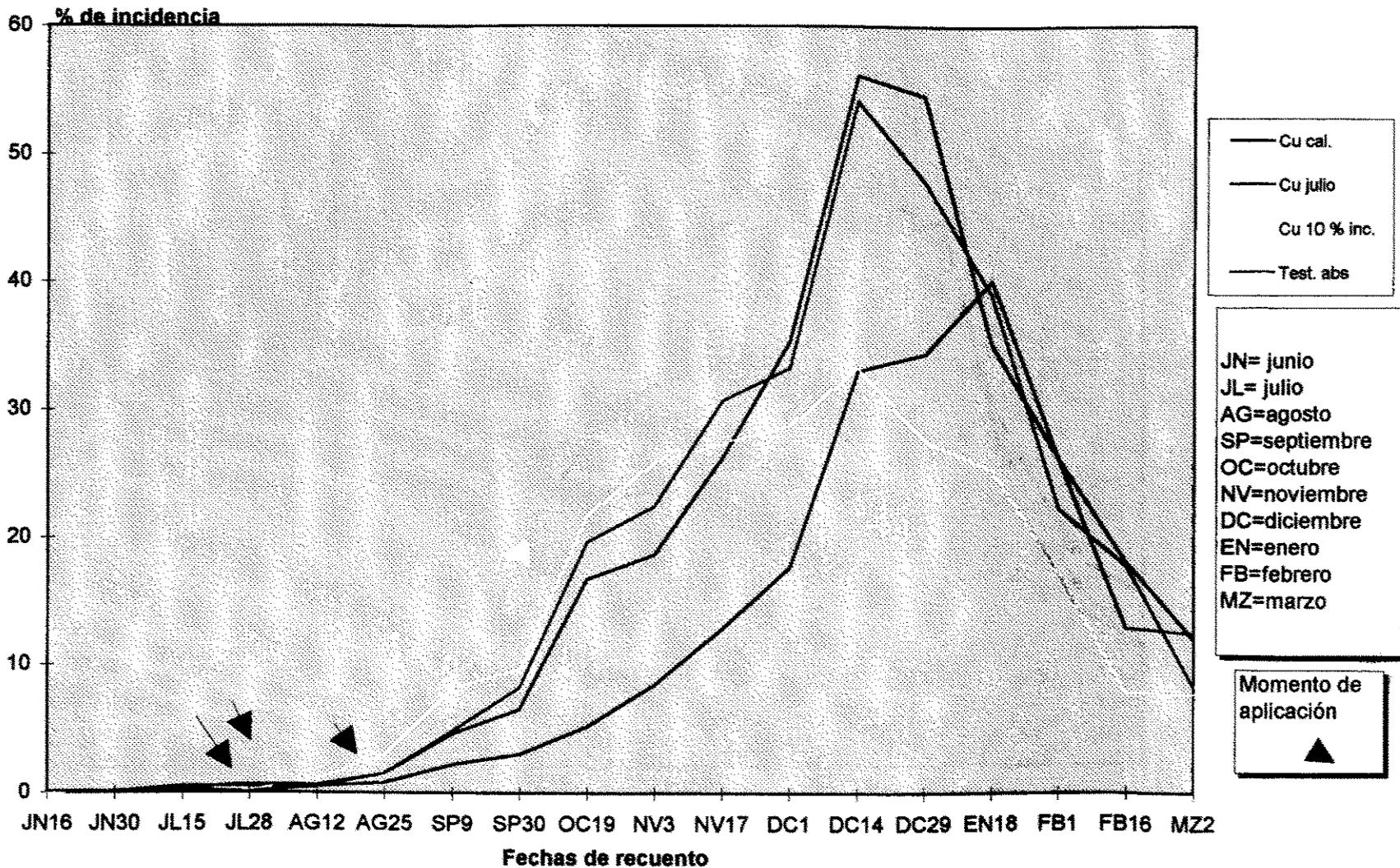
Inicia su epidemia en agosto, y para el 30 de septiembre alcanzó 9.7 por ciento de incidencia de roya (momento en que efectivamente debió realizarse la aplicación), y sin embargo, a pesar del desfase de la aplicación realizada en octubre, este tratamiento obtuvo la menor X máxima con un 33.3 por ciento y la menor cantidad final de roya con 7.7 por ciento (ver Tabla 4), ésto demuestra la efectividad del cobre, el cual a pesar de que se aplicó tarde incidió en el comportamiento de la curva. Por lo queda claro que la aplicación realizada con 10 por ciento de incidencia puede ser considerada como momento crítico de manejo (Monterroso, 1995), ya que se evitarían acumulaciones similares y sucesivas y la posibilidad de altos valores de incidencia que pudieran causar mayor impacto en la producción futura de las plantas (Loáisiga, 1993). (ver Figuras 1 y 3).

## **Tratamiento 8: Test. neem**

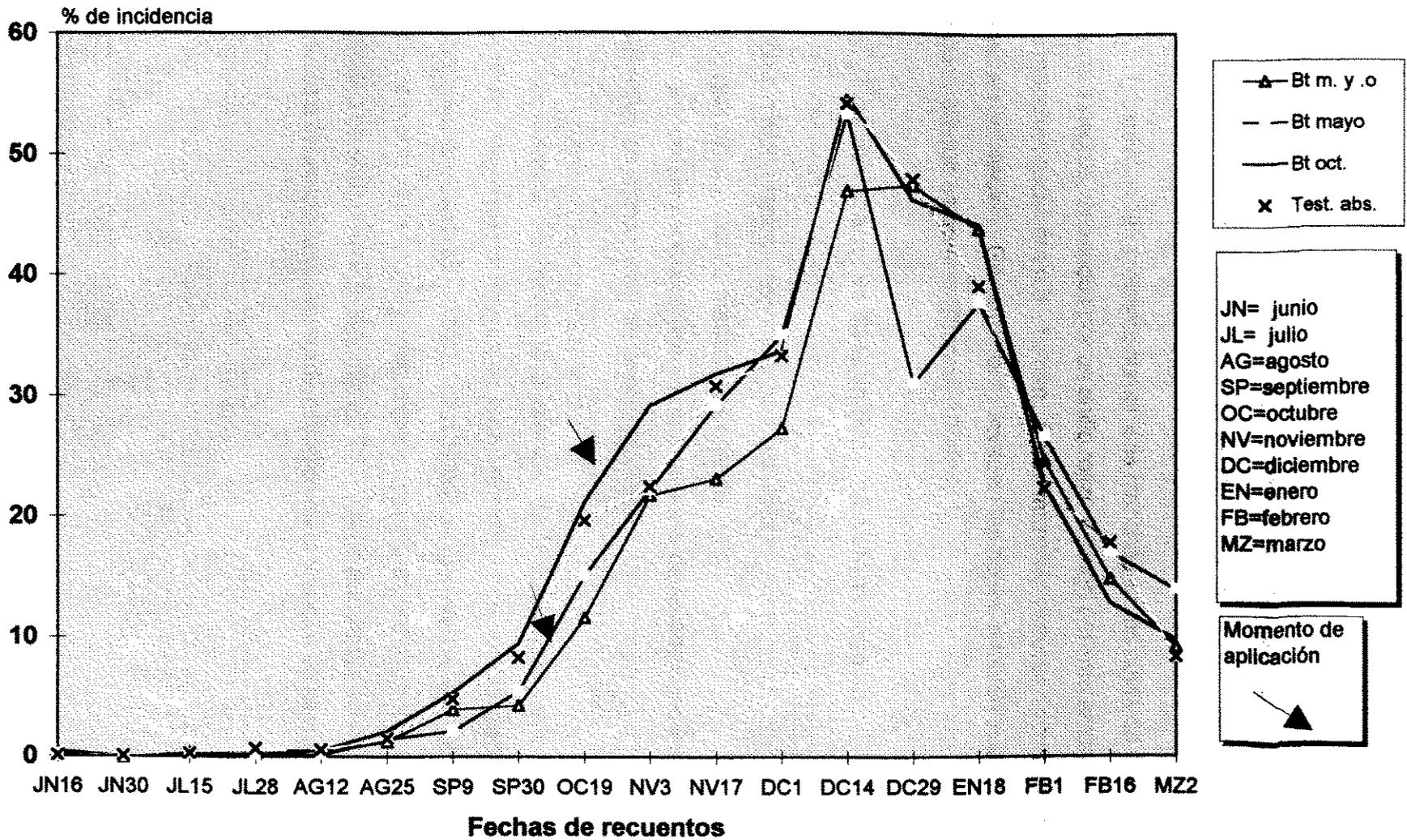
Se comprobó que las aplicaciones de neem no ejercen efecto sobre el control de la roya, por lo que este tratamiento se comportó de manera similar al tratamiento testigo en cuanto al desarrollo de la epidemia. Esto debido a que el neem es utilizado como repelente contra insectos, como el minador de la hoja del cafeto y su efecto dura poco tiempo; sin embargo tuvo menor X máxima con 45.6 por ciento de incidencia de roya en el mes de diciembre (ver Figura 1).



**Figura 1. Comportamiento de la incidencia simple de roya bajo efecto de diferentes tratamientos.**



**Figura 2. Comparación de los tratamientos a base de cobre en el control de la roya con el tratamiento testigo.**



**Figura 3. Comparación de los tratamientos de Bacillus en el control de la roya con el tratamiento testigo.**

### **3.1.1.2 Epidemiología de la mancha de hierro.**

En Nicaragua la mancha de hierro o chasparria, ha ocasionado pérdidas de 5 hasta 10 por ciento de la cosecha y se ha demostrado que este hongo tiene la capacidad de alcanzar un índice de infección natural del 31 por ciento (Somarriba, 1992)

La enfermedad presenta numerosas manchas en las hojas de color gris o cenizo, con puntos negros, circulados por un anillo rojizo y luego por uno amarillento; el diámetro de las manchas oscila entre 3 - 10 mm. Estas manchas reducen la función fotosintéticas y provocan defoliación. Generalmente invaden las hojas, también suelen afectar el fruto cuando el ataque es severo (Blanco, 1984).

Algunas variaciones de la enfermedad en Nicaragua son:

- \* Lesión sin halo claramente visible (ver a trasluz).
- \* Lesión grande con centro cenizo más grande.
- \* Lesión grande sin centro cenizo y con presencia de anillos concéntricos en donde se desarrollan las estructuras del hongo (conidios).

La mancha de hierro, a diferencia de la roya (que tiene verdaderos ciclos epidémicos), permanece durante todo el año y sólo se reconocen picos de comportamiento (Calderón, 1993). En términos generales, el ciclo epidémico de la mancha de hierro va de mayo y junio a marzo y abril, alcanzando los mayores índices de enfermedad en septiembre (Somarriba, 1992), como puede apreciarse en la Figura 4, la cual muestra el comportamiento epidemiológico de la mancha de hierro en el ciclo 94 - 95.

## **Descripción de las curvas epidemiológicas de la mancha de hierro.**

A lo largo de toda la curva epidemiológica de la mancha de hierro, los distintos tratamientos evaluados sufrieron muchas variaciones en cuanto a los porcentajes de incidencia que presentaron. Las variaciones fueron tanto entre los tratamientos como dentro de ellos mismos; sin embargo los rangos de porcentajes de afectación obtenidos oscilaron para los tratamientos entre 0 - 16 por ciento.

Entre los tratamientos que obtuvieron puntos más altos de incidencia están el tratamiento de cobre aplicado en julio (cerca del 16 por ciento para finales de diciembre), el tratamiento testigo bajo influencia de neem (con 16 por ciento, pero fue alcanzado a inicios de septiembre); después le siguen los tratamientos de Dipel aplicado en mayo y el testigo, que coinciden en su punto máximo para inicios de diciembre con un aproximado de 15 por ciento de incidencia. Por otra parte, el tratamiento que resultó menos afectado por la enfermedad fue el cobre calendarizado, que se mantuvo bajo a lo largo de la curva y cuyo punto máximo fue alcanzado a comienzos de febrero, con un aproximado de 11 por ciento de incidencia, el más bajo de todos los tratamientos. Para el mes de marzo todos los tratamientos habían disminuido sus porcentajes de afectación y oscilaban en valores de 5 - 7 por ciento (ver Tabla 5).

Como puede notarse, las opciones que presentaron menores porcentajes de mancha de hierro fueron los tratados con cobre (ver Figura 4), pues éste ejerce efecto sobre la enfermedad. Debido a que el tratamiento de cobre calendarizado fue en el que de manera fortuita las aplicaciones estuvieron más cerca del momento oportuno, por lo que resultó menos afectado, lo que incidió directamente en la producción de dicho tratamiento.

Si las aplicaciones hubiesen sido dirigidas a *Cercospora*, la primera aplicación debió darse entre el 15 de julio y el 30 de junio, y con productos más efectivos para la mancha de hierro tales como captafol (Difolatan) y clorotalonil (Daconil), (Monterroso, 1995). Puede sugerirse que una tercera aplicación de cobre entre septiembre y octubre hubiera disminuido los niveles de mancha de hierro, esto principalmente en el tratamiento de cobre calendarizado con menor área bajo la curva y la menor X máxima de la enfermedad.

**Tabla 5:** Principales características de la epidemia de mancha de hierro.

Tratamiento	Cantidad inicial de la epidemia (%)	Máximo valor alcanzado por la epidemia (%)	Tiempo en que alcanza la X máx (semanas)	Cantidad final de la epidemia (%)
Cu cal.	1.20	10.20 a	33	4.70
Cu julio	0.90	15.70 b	28	4.90
Bt m. y o.	0.40	12.90 b	28	4.90
Bt mayo	0.90	14.90 b	24	5.20
Bt oct.	0.50	12.4 b	24	6.50
Test. abs.	0.40	13.10 b	28	5.30
Cu 10 %inc.	1.80	11.90 b	24	4.50
Test. neem	3.30	15.70 b	12	5.40

Cantidades con la misma letra, no son estadísticamente diferentes.

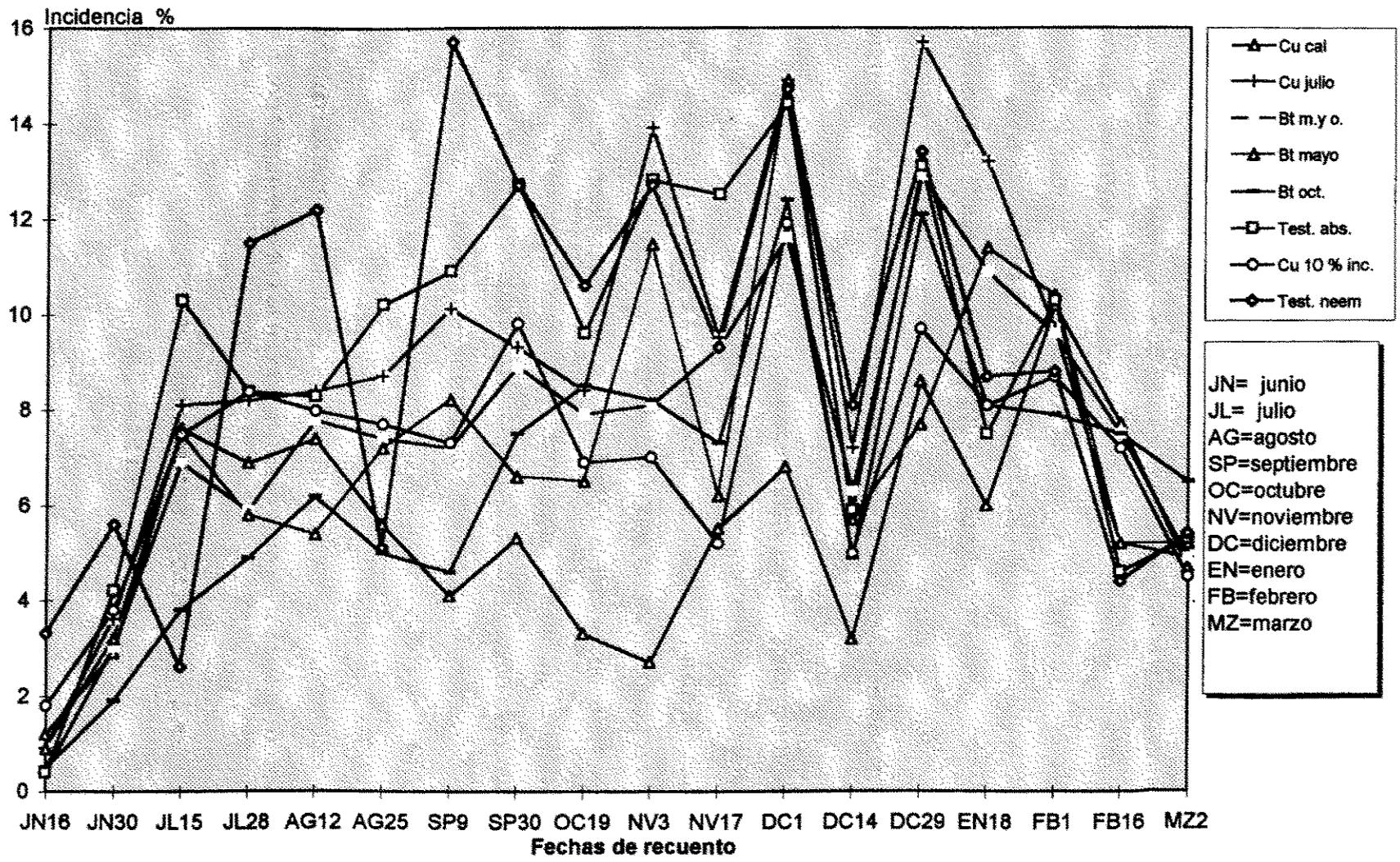


Figura 4. Comportamiento de la incidencia simple de mancha de hierro bajo efecto de diferentes tratamientos.

### **3.1.1.3 Epidemiología de antracnosis en hojas:**

Esta enfermedad afecta todas las partes aéreas de la planta. Los síntomas en las hojas se presenta como un amarillamiento o clorosis de las hojas terminales, luego empiezan a atizarse. En este caso a ambos lados de las hojas aparecen manchas de color pardo amarillento o pardo oscuro, que muestran un dibujo concéntrico pudiendo desteñirse del centro quedando de color grisáceo, observándose en muchas ocasiones los acérvulos. Generalmente el ataque se inicia en los bordes de las hojas. En Nicaragua se han reportado pérdidas entre 30 - 40 por ciento de la producción en plantíos infectados por antracnosis (Navarro & Dávila, 1993), citados por Marengo & Acevedo (1993).

#### **Descripción de la curva epidemiológica de antracnosis en hojas.**

Al iniciar la curva todos los tratamientos tienen 0 por ciento de incidencia, sin embargo, al finalizar junio inician simultáneamente a incrementar los porcentajes de incidencia de antracnosis. Este incremento se mantiene hasta mediados de noviembre, aunque en este período los tratamientos cobre en mayo, Dipel en mayo y el testigo, sufrieron una disminución en su afectación a finales de octubre, el resto de los tratamientos se comportaron de forma ascendente. Los punto máximos para cada uno de los tratamientos varió en cuanto a momentos, aunque la mayoría se presentaron en el mes de noviembre a excepción del tratamiento Dipel aplicado en mayo que se dio en agosto y de los tratamientos de cobre calendarizado y el testigo que se presentó en septiembre; sin embargo los valores para todos los tratamientos oscilaron entre 7 - 9 por ciento a excepción del testigo absoluto que fue de 5 por ciento aproximadamente, al mismo tiempo que dicho tratamiento fue el menos afectado durante todo el ciclo.

A partir de noviembre las curvas descendieron para la mayoría de los tratamientos a valores de 1 - 4 por ciento (ver Figura 5).

De manera general podemos decir que la antracnosis no significó amenaza alguna para la plantación, puesto que los valores de incidencia obtenidos fueron bajos a lo largo de los recuentos. Góngora & Monterroso (1993), citados por Marengo & Acevedo (1993), refieren que el 15 por ciento de incidencia es un valor considerado como riesgoso porque acumula suficiente fuente de inóculo para el posterior ataque de ramas y frutos; valores que no se alcanzaron en este ciclo estudiado.

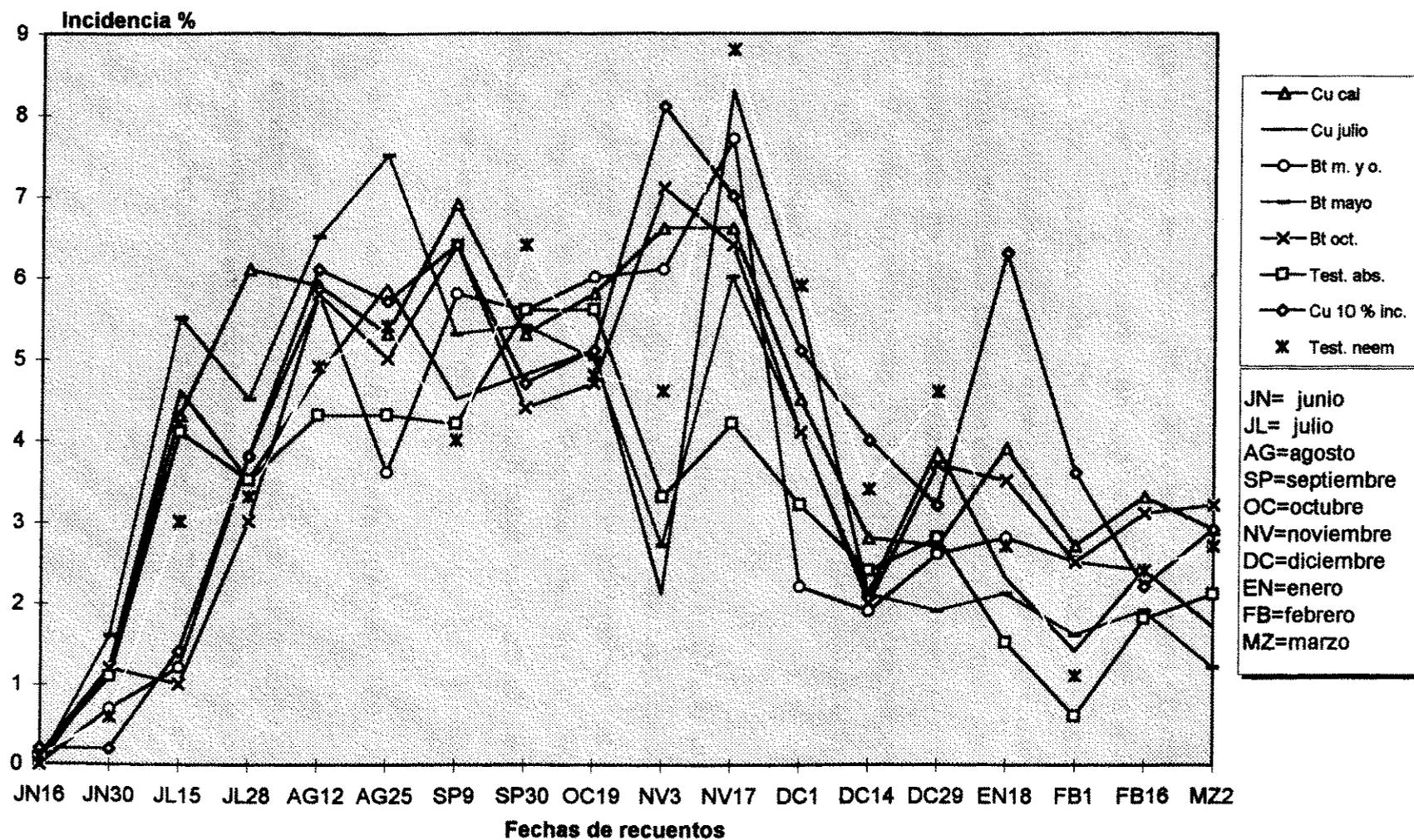


Figura 5. Comportamiento de la incidencia simple de antracnosis en hojas bajo

efecto de diferentes tratamientos.

### **3.1.2 Comparación de las curvas epidemiológicas de las X máximas alcanzadas por las epidemias.**

Resultados encontrados en los análisis de varianza realizados a las X máximas alcanzadas en cada uno de los tratamientos indican que para la epidemia de roya se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Como puede verse en la Tabla 4. Además los momentos en que se alcanzaron estos valores varió para los tratamientos cobre calendarizado (31 semanas), Dipel mayo y octubre (28 semanas) y el resto de tratamientos lo alcanzó en 26 semanas. A pesar de que sí existieron diferencias entre los tratamientos puede asegurarse de que éstas fueron principalmente establecida por los tratamientos de cobre calendarizado (40.1 por ciento), y el tratamiento cobre al acumular 10 por ciento de incidencia (33.3 por ciento). Sin embargo el tratamiento cobre al acumular 10 por ciento de incidencia resultó mejor en cuanto a X máxima y a la cantidad final de enfermedad.

En la epidemia de la mancha de hierro se encontró de igual manera diferencias entre los tratamientos, pues en ésta se observó como las X máximas además de ser alcanzadas en tiempos muy diferentes entre los tratamientos sus valores diferían (ver Tabla 5), no así para la epidemia de antracnosis en hojas en la que todos los tratamientos no establecieron significancia entre sus X máximas alcanzadas a pesar de que éstas fueron alcanzadas en fechas diferentes.

### **3.2 Análisis de las tasas de incremento de la enfermedad (r).**

El análisis de varianza indicó que para la epidemia de la roya no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, es decir, que la tasa de incremento de la enfermedad en cada uno de ellos fue similar (ver Tabla 6).

Sin embargo, como se pudo notar en las curvas epidemiológicas, los tratamientos variaron en cuanto a cantidad inicial, X máxima y resto de características, por lo que se coincide con los resultados obtenidos por Somarriba (1992) & Loáisiga (1993), en que las  $r$  no deben usarse como un comparador estadístico, sino simplemente como un velocímetro de la enfermedad.

**Tabla 6:** Tasas de incremento ( $r$ ) de la enfermedad en la epidemia de roya.

Tratamiento	Logitos
Cu cal.	0.5024 a
Cu julio	0.6345 a
Bt m. y o.	0.6102 a
Bt mayo	0.7452 a
Bt oct.	0.6178 a
Test. abs.	0.6178 a
Cu10 % inc.	0.4498 a
Test. neem	0.6251 a

Cantidades con la misma letra, no son estadísticamente diferentes.

En cuanto a la mancha de hierro se encontró diferencias significativas, por lo que puede decirse que la tasa de incremento de la enfermedad fue diferente para cada uno de los tratamientos. Los puntos máximos fueron alcanzados en distintos momentos a causa de las diferentes velocidades con que la enfermedad incrementó a lo largo de la curva, durante la cual se puede observar puntos altos y puntos bajos en diferentes momentos del ciclo registrado.

Estas diferencias pueden considerarse desde el punto de vista de la velocidad del incremento de la enfermedad, no así en cuanto al comportamiento general de la epidemia, ya que ésta fue muy similar para todos los tratamientos; o sea, la enfermedad no mostró ciclo verdadero, y aunque los puntos máximos variaron para cada tratamiento, estos porcentajes de incidencia estuvieron en un rango de 10 - 16 por ciento, muy distinto a lo que ocurrió en la epidemia de roya, cuyos rangos eran mucho más amplios, además las cantidades finales de mancha de hierro fueron similares entre los tratamientos(4.5 - 6.5 por ciento).

Iguals comparaciones pueden realizarse en cuanto a la epidemia de antracnosis en hojas, donde se encontró diferencias estadísticas, sin embargo estas diferencias son en cuanto a la velocidad con que la enfermedad incrementó, no así en el comportamiento general de la epidemia.

### **3.3 Análisis de las epidemias mediante las áreas bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).**

Al calcularse las ABCPE para las epidemias de roya, mancha de hierro y antracnosis en hojas, se encontró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de las epidemias de roya y antracnosis en hojas, en cambio para la mancha de hierro sí existió diferencia, pues al encontrarse diferencias en las  $r$  es lógico este resultado. No así para la roya que no difiere ni en sus  $r$  ni en las ABCPE de sus tratamientos.

En la Tabla 7 se muestran las ABCPE de las diferentes epidemias en cada uno de los tratamientos.

**Tabla 7:** Area bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) de las epidemias.

Tratamiento	Roya	Mancha de hierro	Antracnosis en hoja
Cu cal	230.20 a	91.69 a	69.46 a
Cu julio	309.47 a	151.28 b	60.13 a
Bt m. y o.	305.28 a	129.01 b	64.05 a
Bt mayo	269.09 a	120.47 b	64.83 a
Bt oct.	350.55 a	110.09 b	66.87 a
Test. abs.	299.75 a	152.69 b	51.89 a
Cu 10 % inc.	248.15 a	120.40 b	71.71 a
Test. neem	288.05 a	155.88 b	64.78 a

Cantidades con la misma letra, no son estadísticamente diferentes.

### 3.4 Relación del manejo de la roya y la producción.

En los análisis de la producción obtenida se encontró alta significancia estadística entre los tratamientos, la significancia correspondió con las diferencias en rendimiento registradas entre ellos, así pues, al revisar el comportamiento productivo de las dos mejores opciones de manejo, el tratamiento de cobre calendarizado (más productivo), presentó 20.86 por ciento más de rendimiento que el segundo mejor ubicado, y al comparar este último con el menos productivo lo supera en rendimiento en un 42.36 por ciento, ésto debido a que la protección ejercida por las aplicaciones de cobre contra roya disminuyó la cantidad de lesiones por lo que la oportunidad de ataque para la mancha de hierro fue menor.

Por esta razón los niveles de daños causados por la mancha de hierro también fueron bajos, lo que trajo consigo mayor producción en los tratamientos a base de cobre, como puede verse en Tabla 8.

**Tabla 8:** Producción promedio de los tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>kg/ha</b>	<b>fanegas/mz</b>
<b>Cu cal</b>	<b>4 427.0</b>	<b>20.37</b>
<b>Cu julio</b>	<b>3 503.4</b>	<b>16.12</b>
<b>Test. abs.</b>	<b>3 410.0</b>	<b>15.69</b>
<b>Bt oct.</b>	<b>3 210.0</b>	<b>14.77</b>
<b>Cu 10 % inc.</b>	<b>3 164.4</b>	<b>14.56</b>
<b>Bt m. y o.</b>	<b>2 756.0</b>	<b>12.68</b>
<b>Test. neem</b>	<b>2 634.1</b>	<b>12.12</b>
<b>Bt. mayo</b>	<b>2 019.0</b>	<b>9.29</b>

### **3.5 Análisis de presupuesto parcial:**

El interés principal del productor son los beneficios netos y su protección contra el riesgo. Se ha dicho anteriormente que si se quiere hacer buenas recomendaciones se debe tener en cuenta esas metas y evaluar las tecnologías alternativas desde el punto de vista del agricultor (Calvo, sf).

El presupuesto parcial permite organizar datos, experimentos y otra información sobre costos y beneficios de varias tecnologías. Los presupuestos parciales son más utilizados en la investigación agrícola. En general, se ocupa para estimar las consecuencias de cambios en los métodos y prácticas que sólo afectan una parte y no la totalidad de la actividad agrícola.

En la Tabla 9 se muestra el presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos evaluados.

**Tabla 9: Presupuesto parcial de los tratamientos**

	Cu cal	Cu julio	Bt m. y. o.	Bt mayo	Bt oct.	Test. abs.	Cu 10 % inc.	Test. neem
<b>Beneficios:</b>								
<b>Rendimiento neto</b>								
(t/ha)	4.43	3.50	3.41	3.21	3.16	2.75	2.63	2.02
(fgs/mz)	20.37	16.12	12.68	9.29	14.77	15.69	14.56	12.12
<b>Precio de campo</b>								
(c\$ /fgs)	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	4.35.00
<b>Beneficio</b>								
total (c\$/mz)	8 861.00	7 012.00	5 516.00	4 041.00	6 425.00	6 825.00	6 335.00	5 272.00
U.S (\$/ha)	1 800.00	1 426.00	1 121.50	821.23	1 306.57	1 387.70	1 288.07	1 072.00
<b>Costos variables:</b>								
-fungicidas:								
<b>Cantidad (kg/ha)</b>	4.00	2.00	3.00	1.50	1.50	-	2.00	-
(lb/mz)	8.00	3.00	4.40	2.20	2.20	-	3.00	-
<b>Valor (c\$/lb)</b>	10.00	10.00	13.6	13.6	13.60	-	10.00	-
<b>Total (c\$/lb)</b>	60.00	30.00	60.00	30.00	30.00	-	30.00	-
-mano de obra								
<b>Cantidad (d/h)</b>	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	1.00	-
<b>Valor (c\$/d/h)</b>	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	-	30.00	-
<b>Total (c\$/d/h)</b>	60.00	30.00	60.00	30.00	30.00	-	30.00	-
<b>Costos variables</b>								
totales (c\$/mz)	120.00	60.00	120.00	60.00	60.00	-	60.00	-
(U.S. \$/ha)	24.40	12.40	24.40	12.40	12.40	-	12.40	-
<b>Beneficio</b>								
neto(c\$/mz)	8 741.00	6 952.00	5 396.00	3 981.00	6 365.00	6 825.00	6 274.00	5 272.00
(U.S. \$/ha)	1 777.14	1 413.00	1 097.00	809.44	1 294.00	1 388.00	1 275.66	1 072.00

Cambio del dólar oficial enero 1995, 7 c\$ X 1 U. S \$

2 fanegas = 1 quintal oro = 45.5 kg

1 manzana = 0.7026 ha

d/h= días - hombre

fgs/mz= fanegas por manzana

De la Tabla 9 se derivan los costos totales de cada tratamiento; así como los beneficios totales y rentabilidad resultante para cada tratamiento los que se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10:** Análisis económico de rentabilidad de los tratamientos.

	Cu cal	Cu julio	Bt m. y o.	Bt mayo	Bt oct..	Test. abs.	Cu 10% inc.	Test. neem
Costo de producción (c\$/mz) (U.S. \$)	2 126.00 432.27	2 126.00 432.27	2 126.00 432.27	2 126.00 432.27	2 126.00 432.27	2 126.00 432.27	2 126.00 432.27	2,126.00 432.27
Costo de cosecha (c\$/mz) (U.S. \$)	1 324.00 269.20	1 048.00 213.08	824.00 167.54	604.00 122.80	960.00 195.19	1 019.00 207.18	946.40 192.48	788.00 160.22
Costo variable (c\$/mz) (U.S. \$)	120.00 24.39	60.00 12.19	120.00 24.39	60.00 12.19	60.00 12.19	0.00 -	60.00 12.19	0.00 -
Costo total (c\$/mz) (U.S. \$/ha)	3 570.00 725.87	3 234.00 657.55	3 070.00 624.21	2 789.00 567.07	3 146.00 639.66	3 145.00 639.45	3 132.00 636.81	2 913.00 592.28
Rendimiento (fcs/mz)	20.37	16.12	12.66	9.29	14.77	15.89	14.56	12.12
Precio de venta (c\$/fcs)	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00
Beneficio total (c\$/mz) (U.S. \$)	8 741.00 1 777.14	7 012.00 1 413.00	5 516.00 1 097.00	4 041.00 809.44	6 425.00 1 294.00	6 825.00 1 388.00	6 334.00 1 275.66	5 272.00 1 072.00
Rentabilidad (c\$/mz) (U.S.\$/ha)	5 171.00 1 051.40	3 778.00 768.16	2 446.00 497.33	1 251.00 254.36	3 279.00 666.70	3 678.00 747.87	3,202.00 651.05	2 359.00 683.00

Podemos notar en la tabla anterior que el tratamiento que resultó más rentable fue el cobre calendarizado generando un promedio de 1 051 U.S.\$/ha (5 171 C\$/mz), con lo que superó considerablemente al resto de tratamientos evaluados (ver Tabla 11).

**Tabla 11:** Relación porcentual de rentabilidad de los tratamientos respecto al tratamiento de cobre calendarizado.

Tratamiento	Rentabilidad (%)
Cu cal.	100.00
Cu julio	73.00
Bt m. y o.	47.30
Bt mayo	24.19
Bt octubre	63.41
Test. abs.	71.15
Cu 10 % de inc.	61.22
Test. neem	45.62

Por otro lado el tratamiento que resultó con mayor costo total fue el cobre calendarizado con 725.87 U.S \$/ha, es decir 3 570 c\$/mz (promedio). Sin embargo hay que hacer notar que el tratamiento menos caro (en este caso el tratamiento de Dipel en mayo), es 21.87 por ciento más barato que el tratamiento de cobre calendarizado, además de ser el que obtuvo menor rentabilidad. Además la alternativa de manejo de la roya usada en el tratamiento de cobre calendarizado cuesta solamente 120 c\$ ( 17.14 U.S \$), lo que significa el 3.36 por ciento de los gastos realizados en esta opción, por lo que una buena parte de sus costos de producción están representados por los gastos de recolección.

Esto sugiere que el tratamiento de cobre calendarizado no representa un costo elevado, además al ser utilizado de una forma más correcta tomando en cuenta las lecturas de incidencia, puede ser incluso más oportuno que en el experimento realizado y resulte más rentable.

Se aclara que la comparación fue hecha entre estos tratamientos por que son los mas distantes en cuanto a costos de producción y rentabilidad, pero al revisar los demás tratamientos se encontró mayores costos de producción que el tratamiento de Dipel aplicado en mayo, y en ninguno de los casos la rentabilidad es competitiva con la del tratamiento de cobre calendarizado, así pues, la segunda mejor rentabilidad (tratamiento de cobre aplicado en julio), es superada en 27 por ciento por la del tratamiento de cobre calendarizado.

Todos los argumentos anteriormente planteados son gráficamente representados el las Figuras 6 y 7 que se muestran a continuación.

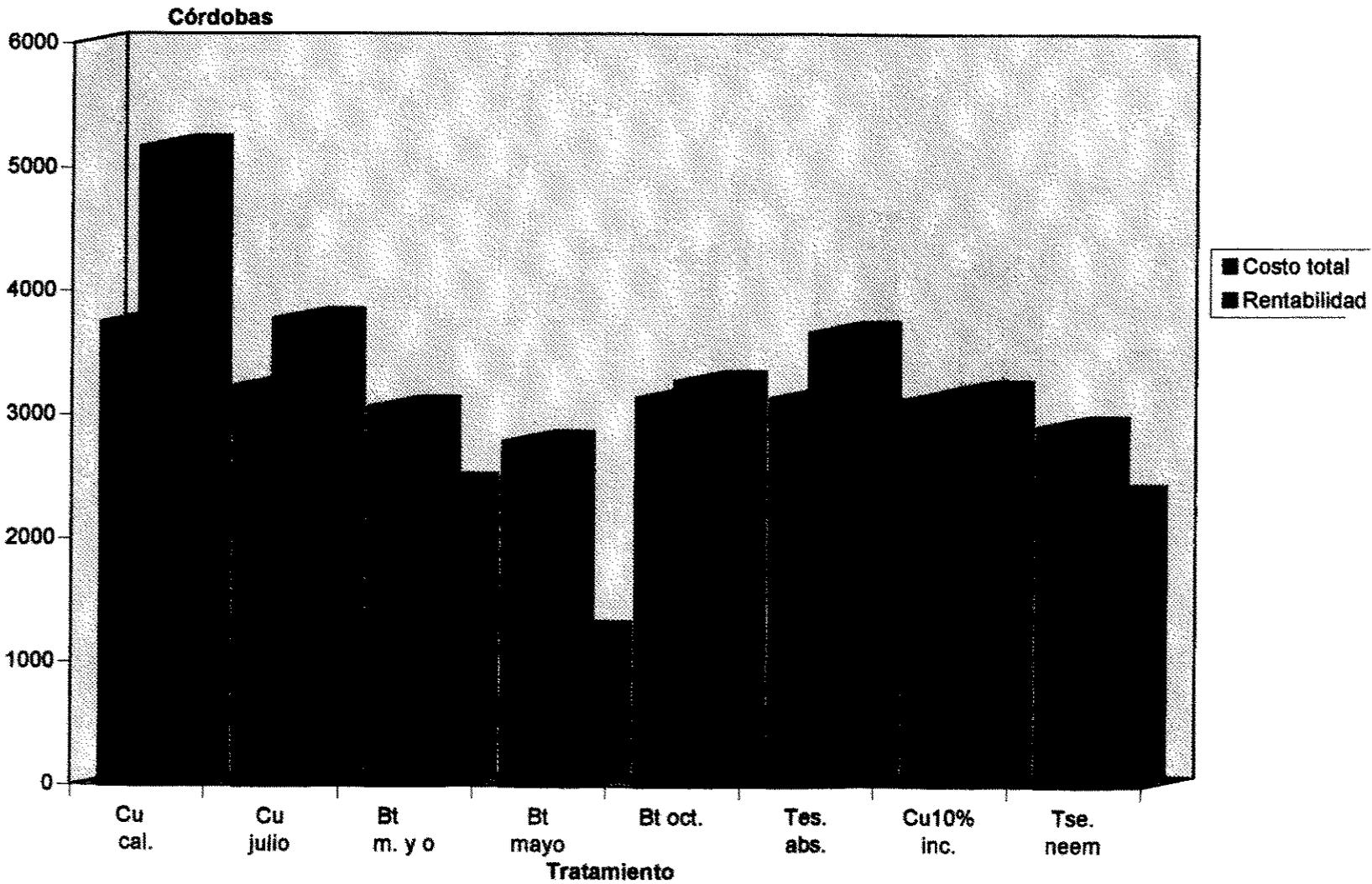
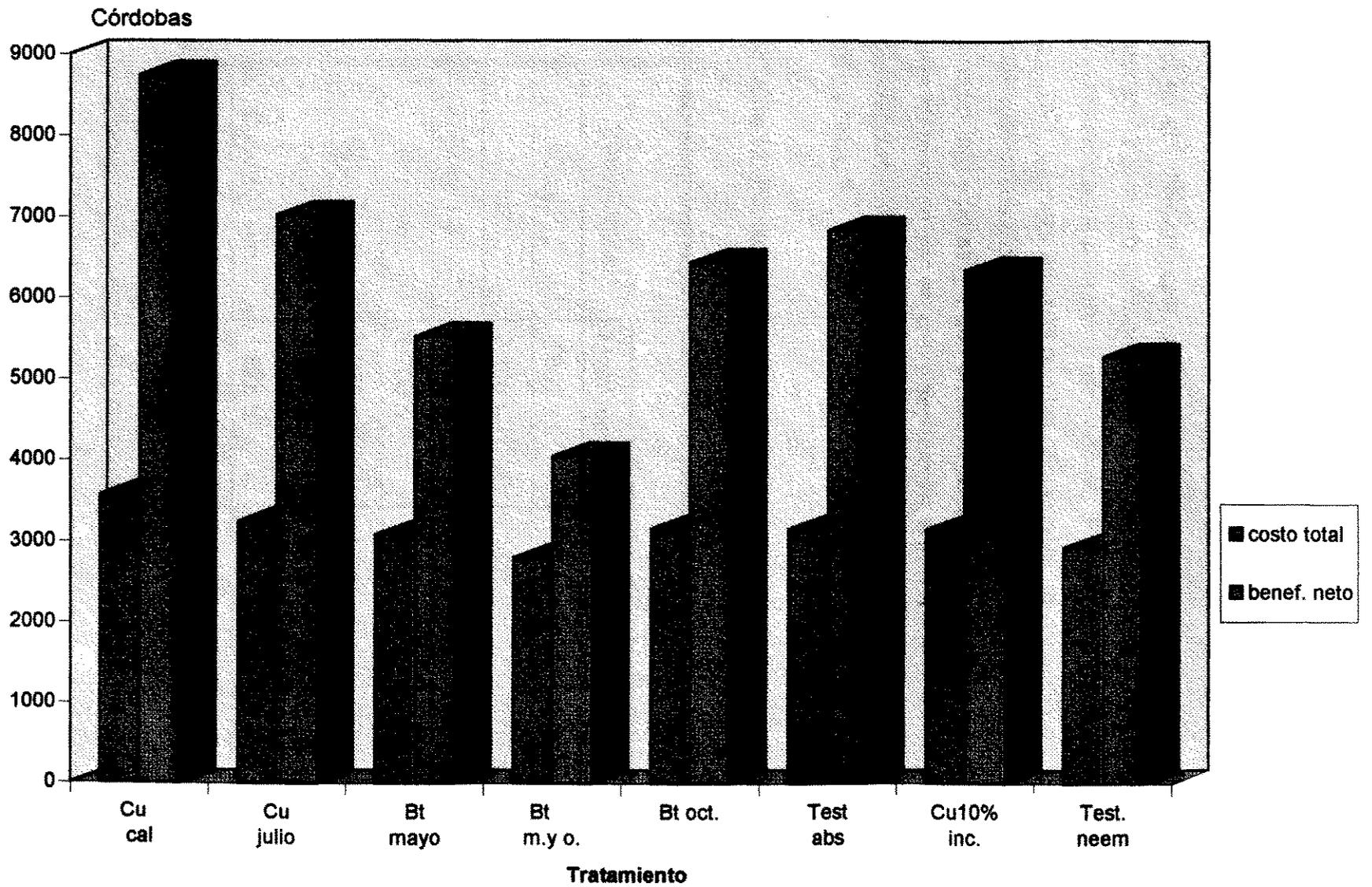


Figura 6. Costo total versus rentabilidad



**Figura 7. Costo total versus beneficio neto**

### 3.6 Análisis nematológico :

En estudios llevados a cabo por Jatala (1982), citado por Pantoja (1988), se refiere que para considerar una población de nemátodos como elevada depende del cultivo y del género; en el cultivo del café los géneros *Meloidogyne sp* con poblaciones de 10 000 individuos/100 g de raíz y *Pratylenchus sp* en cantidades de 5 000 individuos/100 g de raíz son considerados peligrosos para el café. Por su parte Calderón (1995), ratifica a Jatala (1982), y refiere además que las poblaciones de nemátodos fluctúan durante el año, alcanzando sus picos máximos durante los intervalos importantes de absorción de nitrógeno, fósforo y potasio, y que en los departamentos de Managua, Carazo, Granada y Masaya los picos se dan en julio y septiembre, e indica que la sintomatología principal son deficiencias nutricionales como amarillamientos que se presentan en grupos de plantas aledañas.

**Tabla 12:** Poblaciones promedios de nemátodos en 100 g de raíz.

Tratamientos	Géneros		
	Meloidogyne	Rothylenchus	Prathylenchus
Cu cal.	3 808 a	183 a	0.00 a
Cu julio	3 816 a	17 a	0.00 a
Bt m. y o.	2 041 a	75 a	0.00 a
Bt mayo	1 703 a	75 a	0.00 a
Bt octubre	3 375 a	17 a	0.00 a
Test. abs.	2 191 a	58 a	8.30 b
Cu al 10 % inc.	1 825 a	58 a	0.00 a
Test. neem	2 935 a	33 a	0.00 a

Cantidades con la misma letra, no son estadísticamente diferentes.

Como se puede ver en la Tabla 12, las poblaciones más representativas están constituidas por el género *Meloidogyne*. Los análisis de varianza demuestran que:

*Rothylemchus*: Para este caso los análisis mostraron que tanto entre tratamientos como entre repeticiones no existió diferencia significativa además de no ser considerados como uno de los géneros de peligro para la caficultura.

*Prathylenchus*: No presentaron diferencias estadísticas entre las repeticiones, pero sí entre tratamientos. A pesar de ello este hecho no debe ser visto como un problema pues en los recuentos un solo tratamiento y un solo punto de muestreo presentó una población de 125 individuos/100 g de raíz y tomando en cuenta que una población de 5 000 individuos/100 g de raíz es considerada riesgosa, 125 no representan amenaza.

*Meloidogyne*: No se presentaron diferencia significativa entre los tratamientos, como puede verse en la Tabla 12. Sus poblaciones no sobrepasaron los 4 000 individuos/100 g de raíz, pero debe considerarse que una población de 10 000 individuos/100 g de raíz puede tomarse como elevada en dependencia de la nutrición que presenta el cafetal, y en este caso la plantación se encontraba suficientemente nutrida.

Otro aspecto importante a considerar es que la plantación no presentó en ningún momento sintomatología propia de una afectación de nemátodos; por otro lado el muestreo se realizó coincidentemente con los picos poblacionales de estos organismos (septiembre - octubre) y de forma exhaustiva. Rosales (1995), indicó que la Hacienda Santa Rosa no presentó poblaciones altas de nemátodos. Por lo que el desarrollo de la epidemia de roya y la producción obtenida en cada uno de los tratamientos no fue influenciada por el ataque de nemátodos, que pudieran afectar la resistencia de la planta contra la epidemia de roya.

### **3.7 Intervención de las precipitaciones en el desarrollo de las epidemias.**

Las precipitaciones acumuladas a lo largo del experimento proporcionaron la humedad necesaria para el desarrollo de la roya y las temperaturas (20 - 24 °C), ocurridas durante ese mismo lapso también fueron favorables para su desarrollo, el cual inició coincidentemente con el tiempo en que las precipitaciones disminuyeron, pero ya existían en el ambiente las condiciones necesarias para su desarrollo.

Una forma más generalizada de interpretar los resultados obtenidos en este experimento es tomando a consideración cada uno de los factores que directa e indirectamente incidieron en el desarrollo de este trabajo, como es el caso de las aplicaciones desfasadas, ya que al enmarcarse en la realidad, la mayoría de los productores de café, al no contar con las condiciones económicas para manejar adecuadamente su plantación se ven en el caso de realizar aplicaciones tardías de productos dirigidos al control de enfermedades, sobretodo para el control de la roya.

Es entonces la importancia de conocer lo que realmente pasa en la mayoría de las plantaciones de café en la zona donde debido a este problema económico social es que se presentan los altos daños ocasionados por la roya, puesto que una aplicación tardía no permite siquiera mantener los niveles de incidencia con que la enfermedad, cuenta en ese momento; de allí la importancia que toman las lecturas de incidencia de la enfermedad pues permiten detectar el mejor momento para un control, o si deben o no realizarse. Además las lecturas facilitan incorporar el manejo de otras plagas y enfermedades que pueden causar daños graves a la plantación si no se detectan a tiempo.

Por otra parte durante el desarrollo de la caficultura nicaragüense se ha adoptado una cultura en la cual el productor se limita a solicitar de los técnicos "recetas", ellos desean saber que producto, que dosis y en que momento aplicar, sin tomar en consideración las condiciones del lugar y las particularidades de las enfermedades.

Con los resultados obtenidos en este trabajo se pretende dar a conocer una manera práctica y sencilla de llevar el control fitosanitario del cafetal sin recurrir a "recetas", pues como es del conocimiento el desarrollo de una enfermedad varía de un lugar a otro, tanto por las condiciones del clima, la altura, la susceptibilidad de las plantas y las características propias de la enfermedad. Así pues no se puede establecer un momento exacto, ni un tipo de producto determinado que sea eficaz para el control de las enfermedades en todos los lugares en donde se aplique, ya que estos elementos varían según el grado de afectación en que se encuentre la plantación. Es importante aclarar que por la naturaleza del experimento el cual trató con organismos y condiciones altamente variables (plantas, patógenos y clima), lo cual orienta a no ser tan rígidos en la toma de una decisión; sino más bien se trata de tener una idea clara de lo que sucede en el campo con los organismos y su relación con el ambiente.

Con estos conocimientos se forma un fundamento técnico para poder manejar las enfermedades usando químicos lo menos posible, creemos que la única manera de no usar o usar pocos insumos es conociendo bien las enfermedades y contando cuando aparecen y cuando se desarrollan. Vale sugerirse que alternando diferentes tipos de control (según el grado de afectación presente) y bajo ciertas condiciones de manejo como regulación de sombra en los lugares donde ya existe y una mejor distribución de la misma, aumentando el número de árboles podría obtenerse buenos resultados, por ejemplo, en años de poca incidencia y poca precipitación utilizar *Bacillus thuringiensis* y en años de alta incidencia y altas precipitaciones utilizar productos a base de cobre; y de esta forma se disminuirá el grado de contaminación que causan estos productos al utilizarse de manera consecutiva.

## **VI- CONCLUSIONES**

- Las epidemias de roya estudiadas en el ciclo 94 - 95 en general fueron altas durante el muestreo, comenzando a desarrollarse entre agosto y septiembre y alcanzando sus máximos valores en diciembre, exceptuando al tratamiento de cobre calendarizado que se dio en enero.
- El uso de lecturas de incidencias de roya y otras enfermedades y plagas que afecten al cultivo, permite conocer el estado general de la plantación y organizar estrategias de manejo oportunas y eficientes para el control de las mismas.
- La roya esta sujeta a una intensa dinámica. Su control debe adaptarse a su comportamiento en los distintos ciclos y lugares; hasta julio es aceptable aplicar con 10 por ciento de incidencia, pero a partir de agosto, será con el 5 por ciento de incidencia, ya que las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de la enfermedad.
- El muestreo aleatorizado dirigido resultó ser un método práctico, sencillo y rápido que permite conocer el verdadero estado de la plantación.
- La epidemia de antracnosis no alcanzó niveles de riesgo.
- El neem no tuvo ningún efecto sobre la epidemia de roya.
- Las poblaciones de nemátodos no incidieron en la condición de la plantación ni en el desarrollo de las enfermedades.

- La humedad acumulada por las precipitaciones y la temperatura (20-24 °C), crearon las condiciones propicias para la roya, por lo que comenzó a desarrollarse en los meses de agosto y septiembre.
- Aplicaciones hechas en un momento adecuado inciden en la productividad del cafetal. El tratamiento de cobre calendarizado coincidió con el momento oportuno de aplicación tanto para la roya como para la mancha de hierro. Por esto se presentaron mejores rendimientos.
- El tratamiento de cobre calendarizado representó el 3.36 por ciento de los costos totales siendo el menos afectado, el más productivo y rentable, superando al menos en 27 por ciento a la segunda mejor rentabilidad.

## **V- RECOMENDACIONES.**

- Basados en las lecturas, después de haber realizado una primera aplicación de cobre, es conveniente hacer una segunda aplicación 30 días después, pero siempre deben de mantenerse las lecturas, lo que permitirá considerar si una tercera aplicación será o no necesaria.
- Realizar estudios para determinar la efectividad de *Bacillus* en el campo en concentraciones de 32 000 unidades y en su momento oportuno de aplicación (aparición de los primeros síntomas).
- En cuanto al manejo de la sombra, si bien es cierto es necesario continuar haciendo regulaciones periódicas de la sombra, también hay que realizar una mejor distribución de ésta, para proporcionar una mayor uniformidad de condiciones.
- El manejo de malas hierbas debe realizarse más acorde con su desarrollo y cenosis, lo que permitirá proporcionar al suelo mayor protección en tiempo y espacio contra la erosión y la pérdida de humedad.
- Tanto para futuros trabajos como para el manejo cotidiano de los cafetales, se hace necesaria una intensificación de las lecturas. Es decir, que se puede iniciar con lecturas quincenales, mientras la enfermedad se encuentre en niveles bajos de afectación (menor del 5 por ciento) e intensificar las lecturas a medida que la enfermedad muestre mayores porcentajes o que las condiciones climáticas la favorezcan (cada ocho días).

## VI- REFERENCIAS

- 1- Abbay, R. 1878. Observations on *Hemileia vastatrix* the so called "Coffea leaf disease". Journal of the linnean society of botanyc. 18: 173. In: referencia 3.
- 2- Aduayí, E. A. 1976. Composition of soil and coffea leaves on plantations under varying copper spraying regimes. Tropical Agriculture. 53 (1): 63 - 68. Trinidad. Antillas. In: referencia 3.
- 3- Becker - Raterink, S.; Moraes Walkiria, B. C. & Quijano - Rico, M. 1991. La roya del cafeto: conocimiento y control. Deutsche Gessellschaft fur technish Zusammenarbeit (GTZ). Gbmh. Eschborn, Alemania. 281 pp.
- 4- Blanco, M. 1984. Cultivos Industriales. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. Primera edición. Managua, Nicaragua, 211 pp.
- 5- Calderón, V. M. & Monterroso, D. 1994. Enfermedades del café. Curso corto sobre implementación MIP en café. Cuaderno de trabajo; Proyecto CATIE / INTA - MIP. NORAD - ASDI. Managua, Nicaragua. 1995. 60 pp.
- 6- Calderón, P. & Monterroso, D. 1993. Manejo de la roya y la mancha de hierro. XXXIII Reunión anual de la sociedad Americana de fitopatología. División del Caribe. Septiembre, 1993. Avances técnicos. Nicaragua, Tomo III. Pp. 52.
- 7- Calvo, G. (sf). Análisis económico en la investigación. Proyecto MIP - CATIE, Turrialba, Costa Rica. Documento en elaboración. 20 pp.
- 8- Castillo, Z. & Parra, H. J. 1959. Efecto tóxico de cobre en semilleros de café. CENICAFE, Colombia. 10 (4): 109 - 118. In: referencia 3.
- 9- Hacienda Santa Rosa. 1995. Carretera Las esquinas - San Marcos. Carazo, Nicaragua.
- 10- Jatala, P. 1982. International Meloidogyne Project. Biological Control with the fungus *Paecilomyces lilacinus*. Lima, Perú. Volumen I. Pp. 209 - 213.
- 11- Krantz, J; Schumalterer, H. & Koch, W. 1972. Enfermedades, plagas y malezas de cultivos tropicales. Traducción del Alemán. Berlin, Hamburgo, Verlag Paul Parey, 272 pp.
- 12- Lara, M. & Guharay, F. 1992. Efecto de asperciones foliares de formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis* sobre el desarrollo de la roya del café. Avances técnicos. Tomo II. Abril - Diciembre, 1992. Proyecto MIP - CATIE / MAG - INTA. Managua, Nicaragua. 65 pp.

- 13- Loáisiga, H. 1993. Estudio epidemiológico de la roya del café y su efecto sobre la producción en la zona norte de Nicaragua, ciclo 1992 - 1993. Tesis: Ing. Agr., U.N.A., Managua, Nicaragua. 76 pp.
- 14- Manual del Cafetalero. 1979. Ed. H. Alarcón Correa. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Cuarta edición. Bogotá, Comombia. 209 pp.
- 15- Marengo, E. & Acevedo, M. 1993. Epidemiología de la antracnosis del café en la VI región de Nicaragua. Tesis: Ing. Agr., U.N.A., Managua, Nicaragua, 69 pp.
- 16- Mendoza García, R. 1993. Propuesta de estimadores para el estudio de enfermedades foliares en café (*Coffea arabica* L.) Tesis: Ing. Agr., U.N.A., Managua, Nicaragua, 69 pp.
- 17- Monterroso, D. 1995. Comunicación personal. Fitopatólogo. Proyecto CATIE - INTA / MIP, NORAD - ASDI. Managua, Nicaragua.
- 18- Montoya, J.M. 1979. Determinación del efecto de cobre recomendado contra la roya en la fluctuación poblacional de *Leucoptera coffeella* Guer. En: ISIC, Santa Tecla (EL Salvador) Resúmenes de investigaciones de café 1978-1979. San Salvador, pp 25. In: referencia 3.
- 19- Obregón, S. 1994. Como mejorar el beneficiado húmedo iniciativa PLANECO - CAFE. In: *Café de Nicaragua*. Nº 2, septiembre - noviembre, 1994. Managua, Nicaragua. 19 pp.
- 20- Pantoja, G. N. 1988. Evaluación de *Paecilomyces lilacinus* como controlador biológico de *Meloidogyne exigua* en el cultivo del café. Tesis: Ing. Agr., U.N.A., Managua, Nicaragua. 41 pp.
- 21- Rayner, R. 1972. Micología, historia y biología de la roya del cafeto. Trad. L. Muller. Turrialba, Costa Rica. Public. Misc. Nº 94.
- 22- Robleto, D. 1994. Reflexiones para una estrategia de sostenimiento de la producción cafetalera Nicaragüense. In: *El Caficultor*, año 1 / Nº2. Managua, Nicaragua 27 pp.
- 23- Rosales, J. 1995. Comunicación personal. Responsable de Dpto. de nematología del Centro experimental del café del pacífico, Jardín Botánico, Masatepe, Nicaragua.
- 24- Saccsas, A. M. 1972. La Rouille "Faurineuse" des cafeiers due a *Hemileia coffeicola* Maubl. et Rog. Institut Francais du café et du cacao, Bulletin Nº11. 68 pp.
- 25- Siman, J. 1991. Estudios de rentabilidad en café. Análisis de presupuesto parcial. Proyecto CATIE/ MAG - MIP. Managua, Nicaragua. 23 pp.

- 26- Somarriba, B.G. 1992. Epidemiología de la mancha de hierro del café (*Cercospora coffeicola* B. & C.) en la región norte y pacífica de Nicaragua. Tesis: Ing. Agr., U.N.A., Managua, Nicaragua. 79 + xp.
- 27- Ubeda, E. 1994. Epidemiología y manejo de las enfermedades del café. 1994. Avances técnicos. Tomo V. Managua, Nicaragua. Pp. 13- 14.
- 28- U.N.A.G. 1995. Aportes para una agenda de desarrollo sostenible. (Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos) Enero, 1995. Managua, Nicaragua. 115 pp.
- 29- Van der Plank, J. E. 1963. Plant protection. Research Institute Department of Agricultural Technical Services. Pretoria, South Africa. 349 pp. In: referencia 26.
- 30- Vásquez, O. 1992. Epidemiología de la roya del café (*Hemileia vastatrix* B & Br.) en la zona norte de Nicaragua. Tesis: Ing. Agr., U.N.A., Managua, Nicaragua. 56 pp.