

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

7.1.60 ✓
"DETERMINACION DE LA EPOCA Y FRECUENCIA
ADECUADA PARA EL CONTROL QUIMICO DE LA ROYA DEL CAFETO"
(HEMILEIA VASTATRIX BERK & BR.)

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

LUCAS MANFREDO MEOÑO MERIDA

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

En el Grado Académico de

Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala, Mayo de 1984

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|-------------|------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Agr. César Castañeda |
| VOCAL 1o.: | Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano |
| VOCAL 2o.: | Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez |
| VOCAL 3o.: | Ing. Agr. Rolando Lara Alecio |
| VOCAL 4o.: | Prof. Heber Arana Quiñonez |
| VOCAL 5o.: | Prof. Leonel Arturo Gómez Leonardo |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. Rodolfo Albizurez |

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|-------------------------------|
| DECANO: | Dr. Antonio Sandoval |
| EXAMINADOR: | Ing. Agr. Laureano Figueroa |
| EXAMINADOR: | Ing. Agr. Luis M. Reyes |
| EXAMINADOR: | Ing. Agr. Heber Rodríguez |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. Carlos R. Fernández |

Guatemala, 7 de mayo de 1984


Ingeniero Agrónomo
César A. Castañeda S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

En cumplimiento de la designación que esa Decanatura hiciera, he asesorado y revisado el trabajo de Tesis del estudiante - Lucas Manfredo Meoño Mérida, titulado: "DETERMINACION DE LA EPOCA Y FRECUENCIA ADECUADA PARA EL CONTROL QUIMICO DE LA ROYA DEL CAFE-TO, (Hemileia vastatrix Berk & Br.)", el cual ha sido conducido de acuerdo con los principios de la investigación científica.

Considero que el trabajo llena los requerimientos para una Tesis de grado universitario.

Atentamente,


Ing. Agr. Humberto E. Aguilera V.
ASESOR

c.c. archivo

Guatemala, 7 de mayo de 1984

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo establecido con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"DETERMINACION DE LA EPOCA Y FRECUENCIA ADECUADA PARA EL CONTROL QUIMICO DE LA ROYA DEL CAFETO (Hemileia vastatrix Berk & Br.)", - como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Lucas Manfredo Meoño Mérida

DEDICO ESTA TESIS

- A:
- GUATEMALA

 - MI DEPARTAMENTO SAN MARCOS

 - UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

 - FACULTAD DE AGRONOMIA

 - COMISION MIXTA MEXICO-GUATEMALA
PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE
LA ROYA DEL CAFETO.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS NUESTRO SEÑOR

A MIS PADRES:

MARIA BEATRIZ MERIDA DE MEOÑO
LUCAS EDMUNDO MEOÑO VELASQUEZ

A MIS TIOS Y TIAS
EN ESPECIAL A:

VIRGINIA MERIDA REYES
JACOBO MEOÑO
RAMIRO MEOÑO

A MIS HERMANOS:

ARTURO, ARNOLDO, SILVIA, GERARDO, LISSETH,
JENNER, PACO, MIRIAM Y EDUARDO.

A MI ESPOSA:

ANA MILDRED PEREZ DE MEOÑO

A TODOS MIS COMPAÑEROS
EN ESPECIAL A:

RODOLFO FRANCISCO HERMAN A.
GUILLERMO GARCIA ESTRADA
BYRON MENDEZ SANTIZO
CRUZ MUNGUIA SOSA
ANTONIO LONGO CALDERON

A MIS FAMILIARES Y
AMIGOS

AGRADECIMIENTO

AL DR.

AJJAMADA CHENGAPPA KUSHALAPPA

Por su valiosa orientación y aporte de la metodología utilizada en este trabajo.

AL ING. AGR. M. Sc. HUMBERTO EMILIO AGUILERA VIZCARRA

Por su valiosa asesoría y dedicación para realizar el presente trabajo.

AL ING. AGR.

WERNER JORGE SCHMOOCK PIVARAL

Por la oportunidad brindada para iniciarme en la investigación agrícola, así como por su comprensión y apoyo para la elaboración de este trabajo.

AL SEÑOR

AGUSTIN CIFUENTES

Propietario de la Finca Nuevo Recreo, en el municipio de San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos, por su colaboración brindada.

AGRADECIMIENTO

A LOS ING. AGR.

ASTOLFO FUMAGALLI C.
FRANCISCO GONZALEZ

AL DR.

CARLOS GUILLERMO ALVARADO C.

AL P.A.

EDDIE MALDONADO RIVERA

AL PROF.

OTTO RENE CIFUENTES

AL BR.

JOSE HUMBERTO FIGUEROA GALVEZ

A LAS SECRETARIAS

OLGA M. ABAC
EVA DOMINGUEZ
SANDRA GALVEZ

RECONOCIMIENTO

A LA COMISION MIXTA MEXICO-GUATEMALA PARA LA
PREVENCION Y CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO.

Por permitirme la oportunidad y
recursos indispensables para el
buen desarrollo de mi trabajo de
Ejercicio Profesional Supervisa-
do.

Los datos presentados en este trabajo fueron obtenidos en el año 1983, en la localidad del Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos. El autor labora para la COMISION MIXTA MEXICO-GUATEMALA PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO.

Los resultados son propiedad de dicha Comisión y se publican con la debida autorización.

CONTENIDO

| | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. HIPOTESIS | 4 |
| IV. REVISION DE LITERATURA | 5 |
| V. MATERIALES Y METODOS | 12 |
| 1. Material Experimental | 12 |
| 1.1 Información general sobre el área donde se realizó el estudio. | 12 |
| 1.1.1 Clima | 12 |
| 1.1.2 Suelos | 13 |
| 1.2 Características del cafetal | 13 |
| 1.3 Producto utilizado | 14 |
| 1.4 Otros materiales | 14 |
| 2. Metodología | 14 |
| 2.1 Diseño experimental | 15 |
| 2.2 Tratamientos | 15 |
| 2.3 Variables a investigar | 16 |
| 2.4 Método de lectura | 17 |
| 2.4.1 Metodología para el análisis de la información empleando el método Kushalappa. | 17 |
| 2.5 Análisis estadístico | 28 |
| VI. RESULTADOS | 30 |
| VII. DISCUSION DE RESULTADOS | 48 |

| | Página |
|---------------------|--------|
| VIII. CONCLUSIONES | 52 |
| IX. RECOMENDACIONES | 54 |
| X. BIBLIOGRAFIA | 55 |
| XI. ANEXO | 57 |

INDICE DE CUADROS

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CUADRO 1. | Precipitación mensual en mm. y días de lluvia en la finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos. | 13 |
| CUADRO 2. | Tratamientos (Epocas, número y frecuencia de aspersión). | 16 |
| CUADRO 3. | Análisis de datos del tratamiento 1 por el Método Kushalappa | 18 |
| CUADRO 4. | Análisis de datos de severidad del tratamiento 1 por el Método Kushalappa | 25 |
| CUADRO 5. | Porcentaje de infección al momento por fecha de lectura | 32 |
| CUADRO 6. | Porcentaje de infección al momento por fecha de lectura. Datos transformados por $\sqrt{n + 1}$ | 33 |
| CUADRO 7. | Análisis de varianza del área bajo la curva para porcentaje de infección al momento | 34 |
| CUADRO 8. | Porcentaje acumulado de infección por fecha de lectura. | 35 |
| CUADRO 9. | Porcentaje acumulado de infección por fecha de lectura. Datos transformados por $\sqrt{n + 1}$ | 36 |
| CUADRO 10. | Análisis de varianza del área bajo la curva para porcentaje acumulado de infección. | 37 |
| CUADRO 11. | Porcentaje de área foliar con roya (severidad), por fecha de lecturas. | 40 |
| CUADRO 12. | Porcentaje de área foliar con roya o severidad por fecha. Datos transformados por $\sqrt{n + 1}$ | 41 |
| CUADRO 13. | Análisis de varianza para el área bajo la curva del porcentaje de área foliar con roya o severidad. | 42 |

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CUADRO 14. | Producción de café en Kg. oro/ha. Cosecha 1983 - 84. | 45 |
| CUADRO 15. | Análisis de varianza para producción | 46 |
| CUADRO 16. | Análisis de correlación entre porcentaje Acumulado de infección y porcentaje de severidad. | 58 |

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Figura 1. Diseño de campo. Distribución de tratamientos. | 15 |
| Figura 2. Crecimiento acumulativo de la roya del cafeto en el tratamiento 1. | 21 |
| Figura 3. Histograma de barras del tratamiento 1. | 23 |
| Figura 4. Escala para calificar porcentajes de área foliar en hojas de café infectadas por roya. | 26 |
| Figura 5. Porcentaje acumulado de infección por tratamiento. | 39 |
| Figura 6. Porcentaje acumulado de severidad por tratamiento. | 43 |
| Figura 7. Residualidad del oxiclóruo de cobre 120 días después de aspersión. | 47 |
| Figura 8. Histograma de barras del tratamiento 1. | 59 |
| Figura 9. Histograma de barras del tratamiento 2. | 60 |
| Figura 10. Histograma de barras del tratamiento 3. | 61 |
| Figura 11. Histograma de barras del tratamiento 4. | 62 |
| Figura 12. Histograma de barras del tratamiento 5. | 63 |
| Figura 13. Histograma de barras del tratamiento 6. | 64 |
| Figura 14. Histograma de barras del tratamiento 7. | 65 |
| Figura 15. Histograma de barras del tratamiento 8. | 66 |

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la Finca Nuevo Recreo, en el Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta, Departamento de San Marcos, a una altura de 900 msnm y a una precipitación de 4500 mm anuales, distribuidos durante los meses de abril a octubre.

El ensayo se inició en el mes de abril de 1983 y concluyó en el mes de enero de 1984. El objetivo principal fue determinar si existía diferencia entre las épocas y frecuencias con que se realizaban las aspersiones, sobre el control de la roya del cafeto. Además, se quería determinar si existía diferencia entre tratamientos con respecto a la producción de café.

El ensayo se realizó en un cafetal con 'cv' Bourbón, de una edad promedio de 16 años y una densidad de 1587 plantas por hectárea.

Se evaluaron siete tratamientos con diferentes épocas de aspersión y un testigo sin aplicación, en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones.

Para todos los tratamientos se utilizó oxiclóruo de cobre al 50% de cobre metálico, en una dosis de 6 lbs en 400 lts de agua por manzana.

La parcela fue constituida por 25 plantas de café, compuesta por 5 surcos de 5 plantas cada uno, y para hacer las lecturas de la incidencia de la enfermedad, se tomaron las 2 plantas centrales de cada parcela y repetición.

Las aspersiones se realizaron con intervalos de 30, 60 y 120 días, dependiendo del tratamiento, y para efectuarlas se utilizó una aspersora manual de espalda.

Al finalizar el ensayo se comprobó que es factible mantener la

roya en niveles de infección bajos con el uso de fungicidas a base de cobre, en este caso oxiclóruo; ya que con 4 aspersiones en los meses de mayo, julio, septiembre y octubre, el porcentaje de infección final fue de 12.5%, muy por debajo a los porcentajes de infección final de los tratamientos con 3 aspersiones.

Los tratamientos con cinco, seis y siete aspersiones, mostraron niveles de infección finales muy similares a los del tratamiento con 4 aspersiones, por lo que no se justifican, debido a que únicamente incrementarían más el costo de control de la roya del café con resultados similares.

I. INTRODUCCION

La roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk & Br.), es una de las enfermedades que mayores pérdidas económicas ha causado en los países donde ha sido reportada, ya que al no combatírsele, provoca la caída prematura de las hojas del cafeto y con ello una disminución sensible en la producción.

Debido a que las variedades comerciales de café cultivadas en nuestro país son susceptibles al ataque de éste hongo, resulta imprescindible el uso de fungicidas para mantener controlada la enfermedad a niveles bajos de infección.

Los fungicidas de más bajo costo que han controlado la roya del cafeto son los cúpricos, pero su eficiencia se basa en gran parte a la época y frecuencia con que se apliquen, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas imperantes en las zonas cafetaleras.

El objetivo de este experimento, fue de establecer las épocas y frecuencias de aspersión de oxiclóruo de cobre para tener un control eficaz sobre la roya del cafeto, y evitar así, una baja en la producción.

Para lograrlo, se evaluaron siete tratamientos más un Testigo sin aplicación, empleando oxiclóruo de cobre al 50% de cobre metálico, en una dosis de 6 lbs por manzana diluidas en 400 lts de agua. Para realizar las aspersiones se utilizó una bomba aspersora manual de espalda.

El ensayo se llevó a cabo en la Finca Nuevo Recreo, en el Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta, Departamento de San Marcos, en el cafetal del 'cv' Bourbón, con una edad promedio

de 16 años, una densidad de 1587 plantas por hectárea y una producción de 15 quintales pergamino por hectárea.

Los resultados que se presentan, son una muestra de que la roya del cafeto, puede controlarse con oxiclóruo de cobre, cuya acción es solamente preventiva; siendo básico que las aspersiones se efectúen en la época adecuada.

II. OBJETIVOS

GENERAL:

Determinar las épocas y frecuencias de aspersion de oxiclouro de cobre al 50% de cobre metálico más adecuadas para el control de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk & Br.).

ESPECIFICOS:

1. Evaluar el efecto de las diferentes épocas y frecuencias de Control Químico con respecto al desarrollo de la enfermedad.
2. Evaluar el efecto de las épocas y frecuencias de aplicación sobre la producción de café del presente año agrícola.

III. HIPOTESIS

ALTERNATIVA:

Existe por lo menos una época y frecuencia de aplicación de oxiclورو de cobre al 50% que resulta económica y permite un adecuado control sobre la roya del cafeto.

IV. REVISION DE LITERATURA

En países productores de café, en donde se ha establecido la roya, recomiendan principalmente para su combate, el uso de fungicidas cúpricos, debido a que han demostrado ser eficientes en el control de la enfermedad.

Los fungicidas a base de cobre protegen la superficie de la hoja, impidiendo la germinación de las esporas y/o el ingreso del tubo germinativo del patógeno en las aberturas estomales. Por eso resulta ser de gran importancia que la superficie foliar sea convenientemente cubierta por el fungicida, antes que las condiciones climáticas se tornen favorables para la diseminación del patógeno y/o la germinación de las esporas (9).

En Kenya, donde la enfermedad ha permanecido ya por varias décadas, se han realizado numerosos trabajos de investigación sobre los diferentes aspectos que involucran su control, demostrando la superioridad de los compuestos cúpricos con respecto a otros para el control de la roya, por lo cual se han establecido programas de control que varían de 2 a 5 aplicaciones según la región (10).

Rayner (10) por su parte, demostró la acción protectora de los fungicidas a base de cobre, mediante la inhibición de la germinación de las uredosporas.

Bock, citado por Schieber (12), con sus experimentos al Oeste del Valle de Rift en Kenya, donde la roya se presenta de manera severa, concluyó que el control máximo de la roya del ca feto, se obtiene asperjando previo al inicio de la estación llu viosa, además que el espaciamiento de tiempo entre aspersiones es crítico y la eficiencia de los fungicidas a base de cobre re

duce el aumento de los intervalos entre aspersiones durante las primeras lluvias.

Los científicos de Africa Occidental (9), afirman que para lograr un control efectivo de la enfermedad, la aplicación de fungicidas debe hacerse antes de la estación lluviosa, además de que existe una relación directa entre el incremento de la enfermedad y la intensidad de las lluvias, siendo éste un factor de mucha importancia al planificar las medidas de control.

En Kenya se ha establecido que cuando los productos químicos no han sido aplicados tres semanas antes de las lluvias, no se logra un control satisfactorio de la roya. La razón de usar fungicidas antes de las lluvias, se relaciona con el hecho de que el patógeno requiere de un determinado grado de humedad en la superficie foliar para causar infección, y en la aplicación de fungicidas se busca imposibilitar el desarrollo de las estructuras fructíferas del hongo (12).

Rivera (11), concluyó en base a los tres productos evaluados (óxido, hidróxido y oxicloruro de cobre) lo siguiente: El óxido cuproso fue el mejor que se reportó, ya que a pesar de la alta precipitación prevaleciente en el lugar donde se realizó la aspersión hubo menos pérdida de éste producto que de los otros empleados en su ensayo; y encontró cantidades del orden de los 159.94 mg. de cobre total por m^2 de área foliar y de 2.75 mg de cobre soluble por m^2 de área foliar.

Además justifica la adición de un adherente en las aspersiones de hidróxido de cobre y oxicloruro de cobre, debido a que se registró un incremento de 42.46 mg/m^2 de cobre total para el hidróxido de cobre y de 0.96 mg/m^2 de cobre total para el oxicloruro de cobre (11).

En Brasil, los fungicidas más utilizados en tratamientos preventivos en el combate de la roya hasta la fecha, han sido los cúpricos, a los cuales también se atribuyen propiedades micronutritivas que favorecen la retención de las hojas y a través de éstas, el rendimiento de la cosecha (2).

En Brasil, en el año 1975, se inició un ensayo en parcelas con tratamientos protectivos contra la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk & Br.) y se efectuó hasta la cosecha de 1979 (2).

La frutificación fue baja pero uniforme en todo el campo de ensayo al comienzo del mismo.

De acuerdo al procedimiento seguido en dicho estudio, indican que pueden realizarse cuatro aspersiones de productos químicos por año con intervalos de tres meses, esto para mantener una cantidad de producto adecuado, ya que se encontraron cantidades mayores de 90 mg/m^2 de la aspersión general (2).

En Brasil, con los cúpricos recomiendan efectuar de 3 a 5 aspersiones por campaña en la época que va de septiembre a junio, con una dosis normal de 3 kg/ha de un oxiclورو de cobre con 50% de cobre metálico (2).

Los fungicidas orgánicos protectivos ensayados en Brasil en el curso de los años 1973 a 1978, resultaron inferiores a los cúpricos; los fungicidas sistémicos suscitaron interés especial ya que éstos por sus características erradicativas abren nuevas perspectivas de control de la roya del cafeto (2).

1.1 Épocas y Frecuencias de Aplicación:

Las épocas y frecuencias de las aplicaciones de los

fungicidas se determinan en base al comportamiento presentado por la curva epidemiológica de la roya del cafeto (Helveta vastatrix Berk & Br.). El objetivo es mantener bajo el porcentaje de inóculo (menos del 10%) (1).

En Brasil, Matiello citado por Aguilera (1), recomienda efectuar de 3 a 5 aplicaciones del fungicida a base de cobre con intervalos de 30 a 40 días, los cuales resultan ser suficientes para el control de la enfermedad, indicando que se debe tomar muy en cuenta el porcentaje de infección al inicio de la primera aspersión en las plantaciones.

Iniciar las aspersiones en plantaciones con menos del 10% de infección de roya es lo ideal, ya que los índices de infección se mantienen bajos en el curso del año, habiéndose detectado diferencias significativas al comparar el inicio de las aspersiones con menos del 10% de infección con otras en donde el porcentaje de infección inicial fue mayor.

Con aspersiones iniciales entre un 10 y 20% de infección, el índice final de infección ha sido alto, manteniéndose en un 30%, aplicaciones iniciales efectuadas con altos porcentajes de infección (de 20 a 40% y de 40 a 60%) presentaron menor control de la enfermedad y no difirieron del testigo (sin aplicación) con respecto al porcentaje de infección final.

Miguel et al, citado por Aguilera (1), manifiesta que iniciar las aspersiones de fungicidas cúpricos con menos del 10% de infección de roya en las plantaciones es lo más indicado, ya que se difirió estadísticamente con los demás tratamientos (arriba del 10% de infección) al mantener ni-

veles de infección bajos.

En El Salvador, Gil, citado por Aguilera (1), encontró que tres aspersiones realizadas en junio, agosto y octubre, mantuvieron los índices de infección abajo de los iniciales (6.4% de infección inicial) durante el año de experimentación, igual resultado fue con 5 aspersiones realizadas en junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

En Guatemala, mientras se concluyen trabajos al respecto, se está recomendando efectuar 4 aplicaciones al año en los cafetales ubicados entre los 400 a 800 msnm, realizando las aspersiones de la manera siguiente: Una al inicio de la estación lluviosa, otra cuando se normaliza dicha estación, una tercera en la canícula y la última antes de la cosecha. En las zonas cafetaleras ubicadas arriba de 800 msnm, se recomiendan 3 aspersiones: La primera cuando se normalizan las lluvias, la segunda en la canícula y la última antes de la cosecha (1).

La Comisión Roya México-Guatemala está recomendando para el presente año, tres aspersiones de oxiclورو de cobre al 50% para el control de roya, efectuándose la primera entre el 15 de marzo y 15 de abril, la segunda entre el 15 de junio y 15 de julio, y la tercera antes de cosecha o bien el 1 de octubre. Estas épocas de aspersión están basadas en la condición climática de cada región (4).

Matiello citado por Aguilera (1), proporciona ciertos criterios para establecer la época y frecuencia de las aplicaciones de fungicidas, en base a las observaciones realizadas en Brasil:

- a. Cuando las defoliaciones en el cafetal son grandes, entonces existe un bajo inóculo residual, pudiendo realizarse cuatro aspersiones.
- b. Cuando existe una cantidad de inóculo medio, se observa una buena floración y hay abundante follaje durante la estación lluviosa, pueden realizarse 5 aplicaciones, y
- c. Cuando exista un alto índice de inóculo residual, buena floración, gran cantidad de follaje y perspectivas de una buena cosecha, se deben realizar 6 aspersiones.

Uso de Fungicidas:

Los fungicidas a base de cobre, siguen siendo los que mejor control ejercen sobre la roya del café, no solo por su eficiencia de protección, bajo costo, efecto nutricional, sino que también por su efecto tónico que proporciona mayor retención de hojas y como consecuencia un aumento en la producción. Cuando son aplicados con aceites minerales agrícolas persisten por más tiempo en el área tratada, por lo que el número y frecuencia de pulverizaciones pueden bajar (1).

Los fungicidas cúpricos más utilizados son: Los oxiclорuros, óxidos, hidróxidos, caldo bordelés, etc.

Frenhani et al. citados por Aguilera (1) informan que después de cuatro años de estudio, comprobaron que el óxido cuproso es superior al oxiclорuro de cobre con la misma concentración del 50% de cobre metálico.

En Nicaragua y El Salvador, tanto el oxiclóruro como el óxido de cobre al 50% de cobre metálico, están siendo utilizados para controlar esta enfermedad (1).

La Comisión Roya México-Guatemala, en su programa de combate químico, recomienda la utilización del oxiclóruro de cobre al 50% de cobre metálico, tanto preventivamente como para cafetales afectados por roya (3).

V. MATERIALES Y METODOS

1. MATERIAL EXPERIMENTAL:

1.1 Información general sobre el área donde se realizó el estudio.

La práctica de campo para la evaluación de las épocas y frecuencias de aspersion, se llevó a cabo en la Finca - Nuevo Recreo, en el Municipio de San Rafael Pie de la Questa, Departamento de San Marcos, la cual se encuentra ubicada geográficamente por sus coordenadas a $14^{\circ}50'34''$, latitud norte y $91^{\circ}55'38''$ longitud oeste, con respecto al meridiano de Greenwich, y a una altura de 900 msnm (5).

1.1.1 Clima:

Zona Ecológica:

Según Holdridge (6), la zona ecológica es la tropical húmeda con una precipitación total anual de 4500 mm distribuidos durante el período de lluvias de febrero a diciembre (Cuadro 1), presenta una temperatura máxima promedio anual de 25 C una mínima promedio anual de 20 C y una temperatura promedio anual de 22.5 C. La humedad relativa es de 85%.

Quadro 1. Precipitación mensual en mm y días de lluvia en la Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

| MESES | P _p . MENSUAL mm | No. DE DIAS DE LLUVIA |
|------------|--------------------------------|--------------------------|
| Enero | 2.5 | 1 |
| Febrero | 137.5 | 9 |
| Marzo | 21.8 | 3 |
| Abril | 337.8 | 16 |
| Mayo | 625.7 | 22 |
| Junio | 768.6 | 19 |
| Julio | 386.6 | 11 |
| Agosto | 334.9 | 10 |
| Septiembre | 910.2 | 19 |
| Octubre | 838.2 | 19 |
| Noviembre | 206.0 | 9 |
| Diciembre | 40.0 | 3 |

FUENTE: INSIVUMEH (5).

1.1.2 Suelos:

Los suelos del Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta pertenecen al grupo del declive del pacífico; sub-grupo A. Estos son profundos, desarrollados sobre material volcánico, de color claro, en relieve inclinado. Entre estos están los suelos Chicolá y Suchitepéquez (13).

1.2 Características del cafetal:

El ensayo se estableció en un cafetal del 'cv' Bourbon, con una edad promedio de 16 años, un distanciamiento

de siembra de 3.00 mt entre surcos y 2.10 mt entre plantas por lo que la densidad por hectárea es de 1587 plantas.

En cuanto al manejo de tejidos, éste se realizó en forma selectiva, bajo una sombra mal regulada, encontrándose en ella varias especies, dentro de las cuales predominan las musáceas.

La producción promedio reportada antes de realizarse el experimento fue de 15 qq pergamino por hectárea.

1.3 Producto utilizado:

El producto que se utilizó en el ensayo fue oxiclورو de cobre al 50% de cobre metálico en una dosis de 6 lbs en 400 lts de agua por manzana; además se utilizó adherente a razón de 300 cc para los 400 lts utilizados.

1.4 Otros materiales:

Para realizar las aspersiones se utilizó una bomba manual de espalda, toneles plásticos para preparar las mezclas y agua.

2. METODOLOGIA:

El experimento se llevó a cabo en un cafetal con menos del 2% de infección inicial de roya. Previo a realizar las aspersiones se hizo la calibración del equipo de aspersión para determinar el consumo de agua. Dos surcos de plantas sirvieron de bordes entre tratamientos, los cuales no fueron asperjados para que todas las parcelas tuvieran la misma presión de inóculo.

2.1 Diseño Experimental:

El diseño de campo utilizado fue en bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones, como se observa en la Figura 1.

2.2 Tratamientos:

Los tratamientos consistieron en hacer de tres a siete aspersiones, con intervalos entre aplicación que variaban de 30, 60 y 120 días (Cuadro 2).

Cada tratamiento se aplicó en una parcela bruta constituida por 25 plantas de café, distribuidas en 5 surcos de 5 plantas cada uno.

La parcela neta donde se realizaron las lecturas, consistió en 2 plantas localizadas en el centro de la parcela bruta.

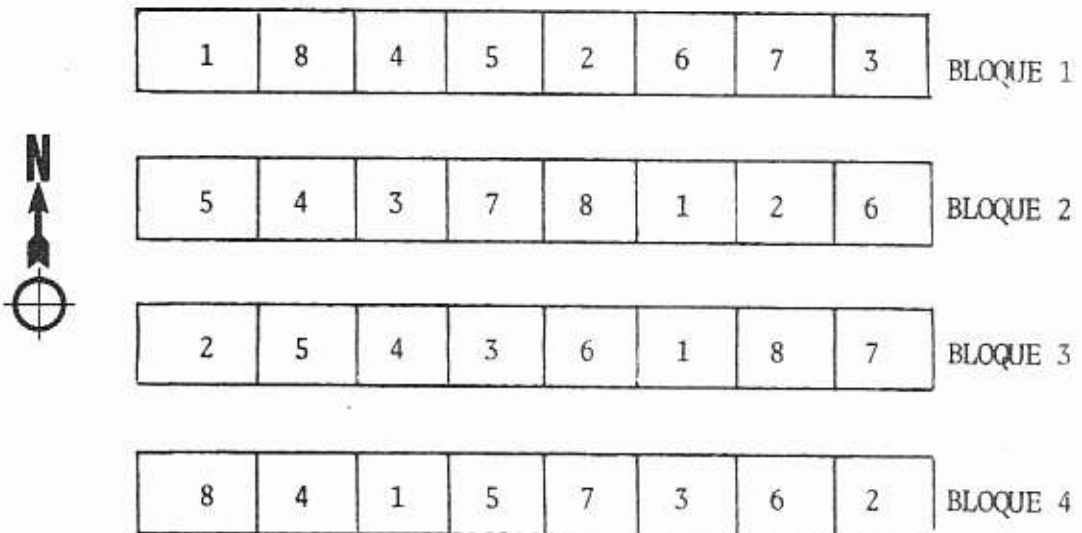


Figura 1. Diseño de campo. Distribución de tratamientos. Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

Cuadro 2. Tratamientos. Epocas, número y frecuencias de aspersiones.

| No. | TRATAMIENTOS | No. DE APLICACIONES | FRECUENCIA ENTRE APLICACIONES |
|-----|---------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | Abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre | 7 | 30 |
| 2 | Abril, mayo, junio, julio, agosto y octubre | 6 | 30 y 60 días |
| 3 | Abril, mayo, julio, agosto y octubre | 5 | 30 y 60 días |
| 4 | Mayo, julio, septiembre y octubre | 4 | 30 y 60 días |
| 5 | Junio, agosto y octubre | 3 | 60 días |
| 6 | Abril, agosto y septiembre | 3 | 30 y 120 días |
| 7 | Mayo, julio y septiembre | 3 | 60 días |
| 8 | Testigo | | |

2.3 Variables investigadas:

- a. Porcentaje de infección de roya del café cada 14 días.
- b. Porcentaje de área foliar con roya (severidad).
- c. Producción de café 1983/84.
- d. Residualidad del fungicida en la hoja, antes de la

primera aspersión y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la primera aspersión.

2.4 Método de lecturas:

Las lecturas se realizaron en cada planta marcada por parcela y para ello se utilizó la Metodología Kushalappa (7).

2.4.1 Metodología para el análisis de la información empleando el Método Kushalappa.

Los datos provenientes de cada lectura de campo, se agruparon en cuadros (como ejemplo el Cuadro 3); en donde se ordenaron los datos de cada planta por lectura, para obtener al final del cuadro, datos que pudieran analizarse estadísticamente. A continuación y a manera de ejemplo se hace una descripción paso a paso, de la Metodología propuesta por Kushalappa, utilizando para ello los datos del Cuadro 3, los cuales corresponden al promedio de las 2 plantas de las 4 repeticiones del tratamiento 1.

Quadro 3. Análisis de datos del tratamiento 1 por el método Kushalappa. Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Questa, San Marcos.

| CONTEOS | HOJAS PRESENTES | | CAIDAS CONTEOS | | HOJAS CAIDAS ACUMULADAS | | DATOS ACUMULADOS | | § AL MOMENTO | FACTOR ACUMULADO Y CORREGIDO |
|---------|-----------------|-------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|------------------|--------------|--------------|------------------------------|
| | total Yp | enfermas Xp | total Yct | enfermas Xct | total Y cat | enfermas Ycat | total Yat | enfermas Xat | | |
| 1 | 83 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 83 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 91 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 93 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 91 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 94 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 92 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 96 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 92 | 3 | 1 | 0 | 5 | 0 | 97 | 3 | 3 | 2 |
| 6 | 91 | 3 | 1 | 0 | 6 | 0 | 97 | 3 | 3 | 2 |
| 7 | 90 | 3 | 2 | 0 | 8 | 0 | 98 | 3 | 3 | 2 |
| 8 | 90 | 3 | 2 | 0 | 10 | 0 | 100 | 3 | 3 | 2 |
| 9 | 91 | 3 | 1 | 0 | 11 | 0 | 101 | 3 | 3 | 2 |
| 10 | 90 | 2 | 3 | 1 | 14 | 1 | 104 | 4 | 2 | 3 |
| 11 | 92 | 4 | 0 | 0 | 14 | 1 | 106 | 5 | 4 | 4 |
| 12 | 96 | 4 | 1 | 0 | 15 | 1 | 111 | 5 | 4 | 4 |
| 13 | 94 | 3 | 2 | 1 | 17 | 2 | 111 | 5 | 3 | 4 |
| 14 | 92 | 4 | 2 | 0 | 19 | 2 | 111 | 6 | 4 | 5 |
| 15 | 85 | 2 | 9 | 2 | 28 | 4 | 113 | 6 | 2 | 5 |
| 16 | 91 | 2 | 1 | 0 | 29 | 4 | 120 | 6 | 2 | 5 |
| 17 | 90 | 2 | 2 | 0 | 31 | 4 | 121 | 6 | 2 | 5 |
| 18 | 88 | 4 | 2 | 0 | 33 | 4 | 121 | 8 | 4 | 7 |
| 19 | 87 | 4 | 1 | 0 | 34 | 4 | 121 | 8 | 5 | 7 |
| 20 | 84 | 4 | 4 | 1 | 38 | 5 | 122 | 8 | 5 | 7 |
| 21 | 66 | 1 | 18 | 3 | 56 | 8 | 122 | 9 | 1 | 7 |
| 22 | 66 | 1 | 0 | 0 | 56 | 8 | 122 | 9 | 1 | 7 |

La columna de conteo, indica el número de lectura. En las columnas de hojas presentes (columna 1 y 2), se anotaron a la izquierda (columna 1) el número total de hojas, (hojas sanas + hojas enfermas) y a la derecha (columna 2), el número de hojas enfermas.

En las columnas de hojas caídas entre lectura y lectura, (columnas 3 y 4), se anotaron a la izquierda (columna 3) el número total de hojas caídas (hojas sanas + hojas enfermas), y a la derecha (columna 4), el número de hojas enfermas caídas. En la primera lectura no se anotaron hojas caídas.

Las columnas de hojas caídas acumuladas (columnas 5 y 6) se obtuvieron de la siguiente forma: La columna 5 (hojas totales caídas acumuladas) se obtuvo sumando en forma acumulativa los datos de cada lectura de la columna 3, (hojas totales caídas) y la columna 6 (hojas enfermas caídas acumuladas) se obtuvo sumando en forma acumulativa, los datos de cada lectura de la columna 4 (hojas enfermas caídas).

La columna de datos acumulados totales (columna 7) se obtuvo sumando los datos de la columna 1 (número total de hojas presentes), más los datos de la columna 5 (hojas totales caídas acumuladas).

La columna de hojas enfermas acumuladas totales, se obtuvo sumando los datos de la columna 2 (hojas enfermas presentes), más los datos de la columna 6 (hojas enfermas caídas acumuladas).

- a. Porcentaje de infección de roya del café cada 14 días.

El porcentaje de infección al momento se obtuvo dividiendo los datos de la columna 2 (hojas enfermas presentes) entre los datos de la columna 1 (hojas totales presentes).

El factor de corrección o factor acumulado corregido se obtuvo de dividir todos los datos de la columna 8 (hojas enfermas acumuladas totales) entre el último número de la columna 7 (hojas totales acumuladas) que para el ejemplo del Cuadro 3 fue igual a 122.

Con los datos del factor de corrección se hizo la curva del comportamiento de la enfermedad como se puede ver en la Figura 2.

A esta curva se le determinó el área, lo cual se conoce como área bajo la curva (8).

Para obtener el área bajo la curva (ABC) se utilizaron los datos del factor de corrección y se procedió de la siguiente forma:

$$\text{Valor 1 de ABC} = \frac{L1}{2} = \frac{0}{2} = 0$$

$$\text{Valor 2 de ABC} = \frac{L1 + L2}{2} = \frac{0 + 0}{2} = 0$$

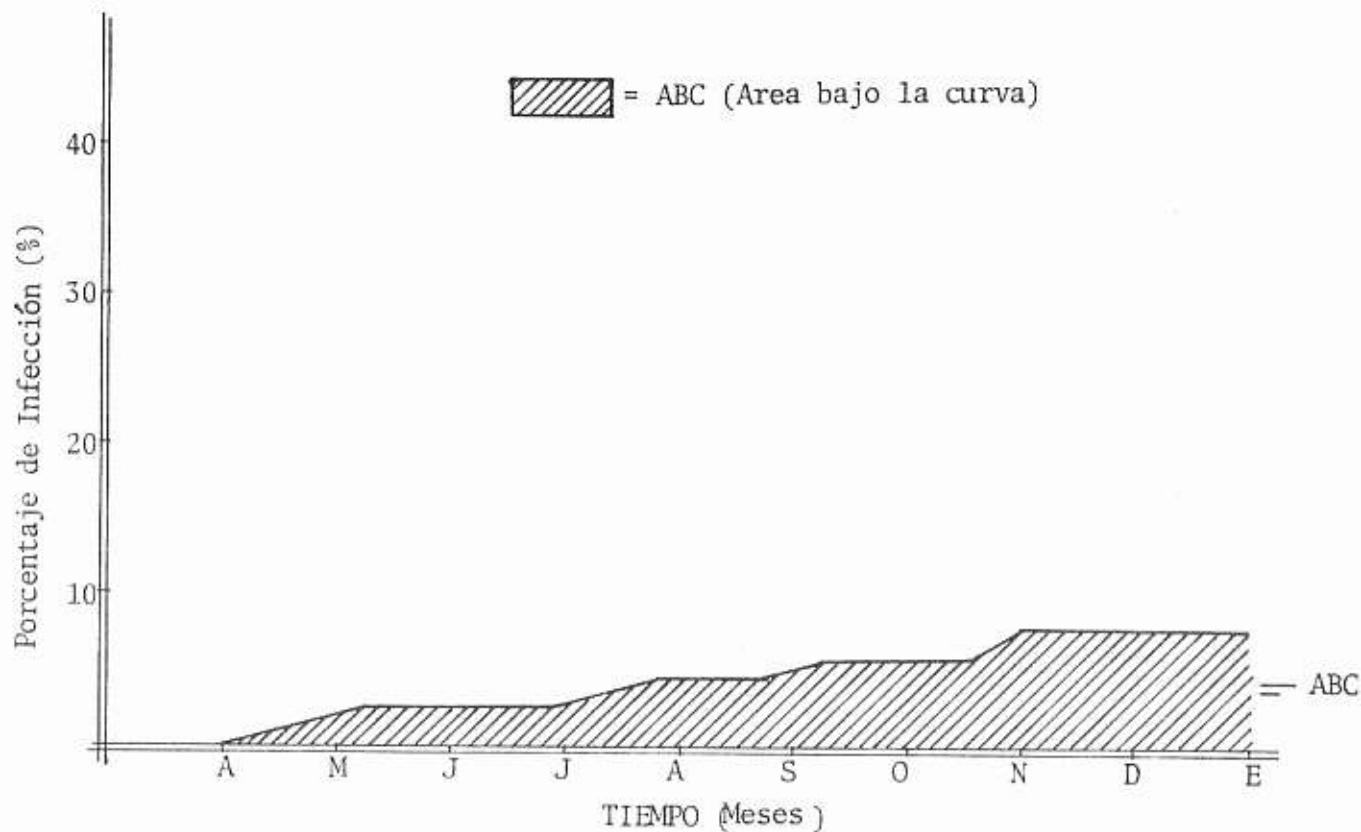


Figura 2. Crecimiento acumulado de la roya del café en el tratamiento 1. Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Ouesta, San Marcos.

$$\text{Valor 3 de ABC} = \frac{L2 + L3}{2} = \frac{0 + 0}{2} = 0$$

$$\text{Valor 4 de ABC} = \frac{L3 + L4}{2} = \frac{0 + 2}{2} = 1$$

$$\text{Valor 5 de ABC} = \frac{L4 + L5}{2} = \frac{2 + 2}{2} = 2$$

De igual modo se prosigue hasta llegar a:

$$\text{Valor 22 de ABC} = \frac{L21 + L22}{2} = \frac{7 + 7}{2} = 7$$

Al final se suman todos los valores de ABC y el total es el valor del área bajo la curva.

Para realizar el análisis de varianza se utilizaron los valores de ABC total de cada planta de lectura por tratamiento.

Por aparte, se hizo análisis de varianza para cada fecha de lectura, utilizando en este caso, los valores del factor de corrección de cada fecha de lectura.

Además, con los datos del Cuadro 3, se elaboró un histograma de barras (Figura 3), en donde se representa el número de hojas totales acumuladas, el número de hojas enfermas presentes, el número de hojas sanas caídas acumuladas y el número de hojas enfermas caídas acumuladas en cada fecha de lectura.

- Hojas sanas presentes
- Hojas enfermas presentes
- Hojas enfermas caídas acumuladas
- Hojas sanas caídas acumuladas

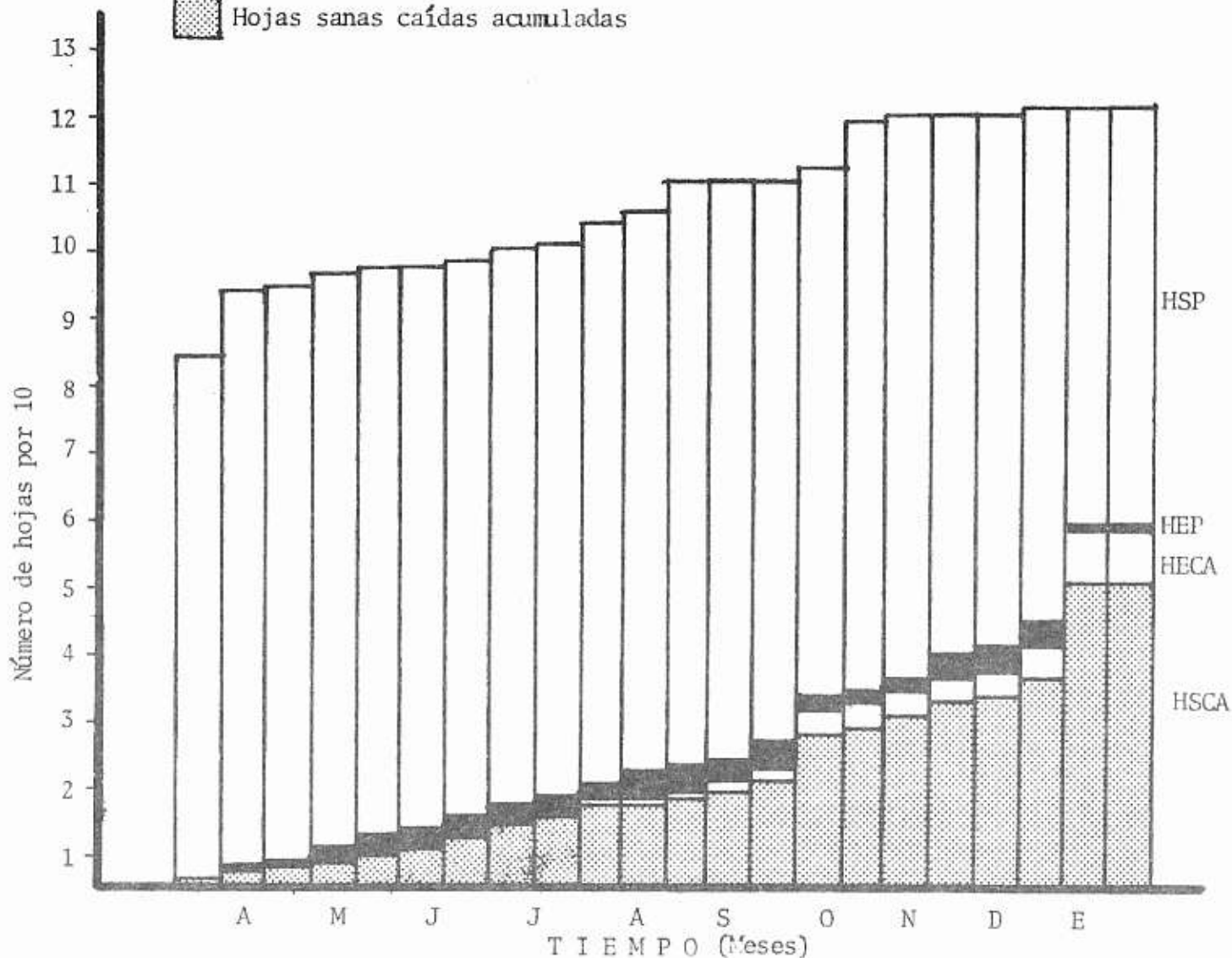


Figura 3. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas en el tratamiento 1. Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Questa, San Marcos.

Este histograma de barras (Figura 3) se hizo con el propósito de una mejor visualización de lo que ocurría en cada fecha de lectura y se hizo uno por cada tratamiento.

b. Area foliar afectada por roya o severidad:

Para el análisis de esta información, se elaboraron cuadros como ejemplo el Cuadro 4, donde se ordenaron los datos de cada planta por lectura, para poder obtener datos que pudieran analizarse estadísticamente, como en el caso de la variable de porcentaje de infección al momento.

Para cuantificar el área foliar afectada por roya o severidad, se utilizó la escala de severidad que se aprecia en la Figura 4.

El Cuadro 4, se obtuvo de la manera siguiente:

La columna 1, indica el número de lectura.

La columna 2, indica la severidad presente en el momento de la lectura.

La columna 3, indica la severidad de las hojas caídas. Es decir, cuando caían hojas enfermas, se contabilizaba la severidad que caía con ellas.

La columna 4, es la severidad de las hojas caídas en forma acumulada.

La columna 5, es la severidad total acumulada, y se obtiene de sumar la columna 2 (severidad presente) más la columna 4 (severidad caída acumulada).

Quadro 4. Análisis de datos de severidad del tratamiento 1 por el método de Kushalappa. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de Ta Questa, San Marcos.

| CONTEO | SEVERIDAD PRESENTE | SEVERIDAD CAIDA | SEVERIDAD CAIDA ACUMULADA | SEVERIDAD TOTAL ACUMULADA | SEVERIDAD ACUMULADA CORREGIDA |
|--------|--------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 |
| 4 | 3 | 0 | 1 | 4 | 1 |
| 5 | 4 | 0 | 1 | 5 | 2 |
| 6 | 3 | 1 | 2 | 5 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 8 | 6 | 0 | 3 | 9 | 3 |
| 9 | 3 | 3 | 6 | 9 | 3 |
| 10 | 5 | 0 | 6 | 11 | 4 |
| 11 | 6 | 0 | 6 | 12 | 4 |
| 12 | 6 | 1 | 7 | 13 | 4 |
| 13 | 6 | 0 | 7 | 13 | 4 |
| 14 | 3 | 4 | 11 | 14 | 5 |
| 15 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 16 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 17 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 18 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 19 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 20 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 21 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |
| 22 | 4 | 0 | 11 | 15 | 5 |

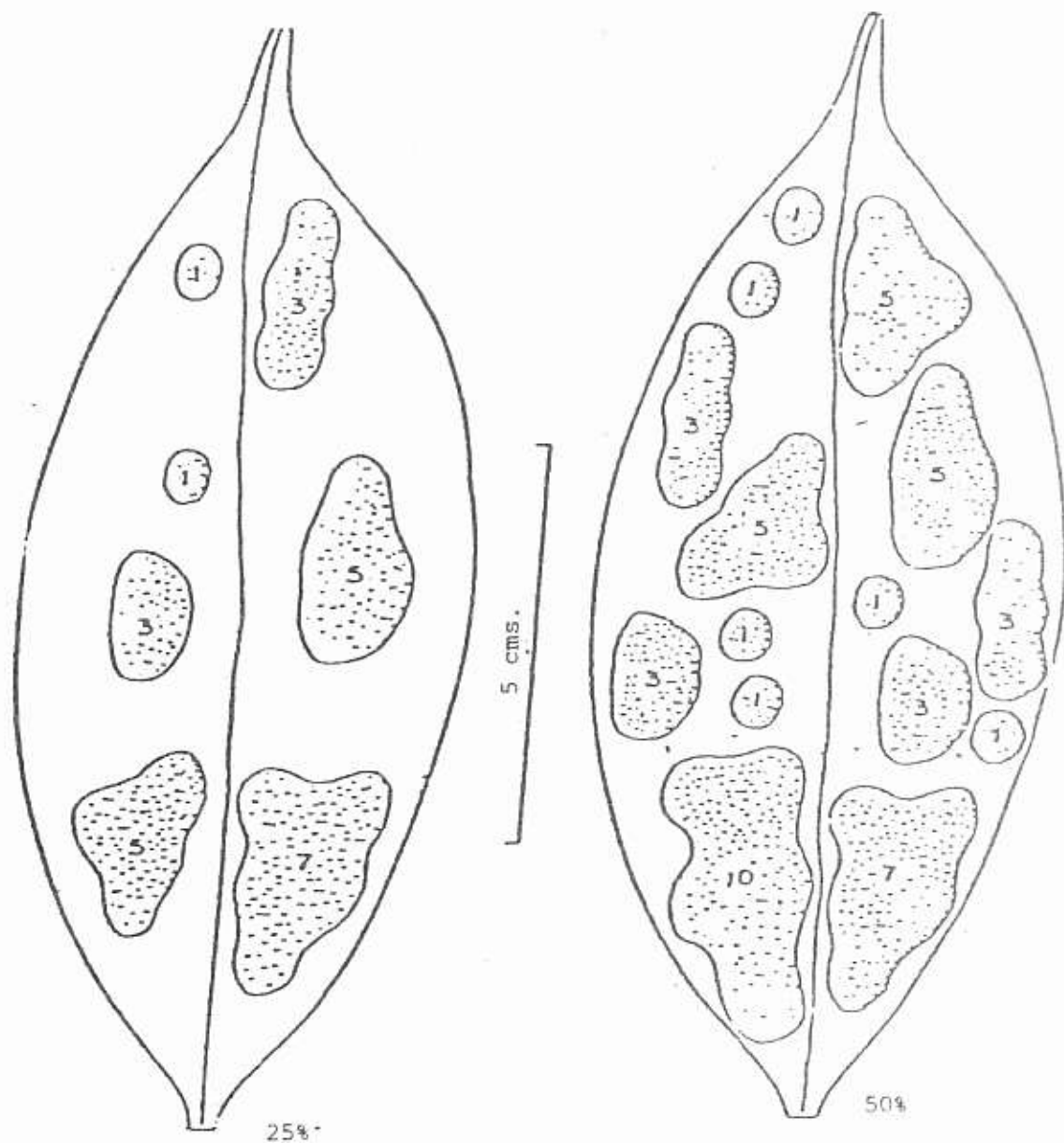


Figura 4. Escala para calificar porcentajes de área foliar en hojas de café infectadas por roya.

Para obtener el factor de corrección para severidad o severidad acumulada corregida, se dividió la severidad total acumulada por lectura, entre el número mayor de severidad acumulada corregida que se dió en todas las plantas en estudio.

Este número se encontró en una de las plantas del tratamiento testigo (sin aplicación), lo cual era lógico y fue 284. Este número representó el 100%.

Los datos del factor de corrección por planta fueron los que se utilizaron para el análisis estadístico en lo que respecta a severidad.

c. Producción de café 1983/84:

Para evaluar la cosecha de café, se procedió a recolectar el fruto cada vez que éste se encontraba maduro.

Esta recolección se hizo en las plantas marcadas para la lectura de cada tratamiento. Al final de cada corte se pesaba el café y se anotaba lo cosechado para cada tratamiento, realizándose un total de 5 cortes.

Luego en base a lo cosechado en las 2 plantas por parcela, y a los distanciamientos de siembra, se estimó la producción por hectárea de cada tratamiento.

d. Residualidad del fungicida:

La residualidad del fungicida se evaluó, cortan-

do hojas de café antes de realizar la primera aspersión, y se llevaron al Laboratorio de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), para determinar la cantidad de cobre en ppm que había en dichas hojas.

Después de la aspersión, se recolectaron nuevamente hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días y cada vez que se recolectaban, eran llevadas al laboratorio para el análisis respectivo, y así poder analizar el comportamiento de la residualidad del cobre.

Esta evaluación se llevó a cabo en el tratamiento 6, ya que era el que tenía el mayor intervalo de tiempo entre la primera y segunda aspersión.

2.5 Análisis Estadístico:

Para realizar el análisis estadístico se procedió en cada uno de los tratamientos a obtener el área bajo la curva tanto del porcentaje de infección al momento como del porcentaje de infección acumulado; igualmente para la severidad de la enfermedad.

Estos datos fueron analizados en un diseño de bloques al azar con submuestreo, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} + \gamma_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t$$

$$j = 1, 2, 3 \dots r$$

De donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

M = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental en la ij -ésima unidad

δ_{ijk} = Error de muestra

HIPOTESIS:

h_a : Por lo menos existe diferencia entre 2 medias.

h_o : $M_1 = \dots M_2$.

VI. RESULTADOS

1. PORCENTAJE DE INFECCION AL MOMENTO

Los porcentajes de infección al momento correspondientes a cada fecha de lectura por tratamiento, muestran que hasta el 30 de junio el crecimiento de la enfermedad fue bajo. A partir de esa fecha, el porcentaje de infección se incrementó notablemente, principalmente en el tratamiento Testigo y en los tratamientos con solotres aplicaciones; llegando la enfermedad a su punto más alto en el mes de noviembre, comenzando a decaer a partir del mismo mes, debido posiblemente por efecto de las condiciones climáticas menos favorables para el desarrollo del hongo, así como por efecto de caída de hojas en la cosecha (Cuadro 5).

Para realizar el análisis estadístico de estos datos, los porcentajes de infección fueron transformados por medio de $\sqrt{n + 1}$ (Cuadro 6), habiéndose observado diferencia significativa entre tratamientos a partir del mes de julio, donde se refleja que la enfermedad estuvo en niveles bajos durante los meses anteriores.

Para comparar el efecto de los tratamientos y el Testigo, se obtuvo el área bajo la curva de los porcentajes de infección al momento (Cuadro 7). Como resultado del análisis de varianza, las menores áreas bajo la curva fueron para los tratamientos 1, 2, 3, y 4 que difirieron estadísticamente a los demás.

2. PORCENTAJE ACUMULADO DE INFECCION.

Este porcentaje difiere del anterior en que, en el porcentaje de infección al momento, únicamente se consideraron las hojas sanas y enfermas presentes en el momento en que se hizo la lectura, mien-

tras que para el porcentaje de infección acumulado se tomaron en cuenta las hojas tanto sanas como enfermas caídas entre lectura y lectura.

En este porcentaje se observa más claramente el desarrollo de la enfermedad a través del tiempo, y puede verse que el nivel de infección se mantuvo bajo hasta el mes de junio. A partir del mes de julio se empieza a dar un incremento de la enfermedad en el tratamiento 5 y el Testigo. La enfermedad continuó aumentando en los tratamientos 5 y Testigo, así como en el tratamiento 6, los que al final fueron los peores tratamientos (Cuadro 8).

Mientras tanto, en los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 7, el nivel de infección se mantuvo bajo hasta el final del ensayo (Cuadro 8).

Para realizar el análisis estadístico, los datos fueron transformados por $\sqrt{n + 1}$, habiéndose encontrado diferencia significativa a partir del mes de abril y mayo y luego de agosto en adelante, siendo los mejores tratamientos al final del ensayo el 1, 2, 3, 4 y 7 (Cuadro 9).

Así mismo, al efectuar el análisis de varianza entre las áreas bajo la curva de infección acumulada por tratamiento, se encontró que los mejores tratamientos fueron los mismos, o sea el 1, 2, 3, 4 y 7 (Cuadro 10).

Cuadro 5. Porcentaje de infección al momento por fecha de Lectura. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Ouesta, San Marcos

| Trat. No. | No. y fecha de lecturas. No. Asper. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----------|----------------------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| | | 7-4-83 | 21-4-83 | 5-5-83 | 19-5-83 | 2-6-83 | 16-6-83 | 30-6-83 | 14-7-83 | 28-7-83 | 11-8-83 | 25-8-83 | 8-9-83 | 22-9-83 | 6-1-83 | 20-10-83 | 3-11-83 | 17-11-83 | 1-12-83 | 15-12-83 | 29-12-83 | 12-1-84 | 26-1-84 |
| 1 | 7 | 1 | 0.62 | 1.87 | 3.75 | 4.0 | 3.5 | 3.12 | 5.62 | 5.0 | 6.5 | 7.25 | 6.87 | 7.12 | 6.87 | 5.37 | 5.37 | 5.75 | 5.75 | 6.0 | 5.5 | 1.6 | 1.6 |
| 2 | 6 | 0.5 | 0 | 0.25 | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 0.50 | 1.25 | 1.75 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 2.25 | 3.0 | 2.5 | 3.87 | 4.25 | 4.25 | 3.87 | 4.12 | 0.37 | 0.37 |
| 3 | 5 | 0.25 | 0.50 | 1.0 | 1.37 | 1.37 | 1.37 | 1.12 | 1.12 | 1.0 | 2.5 | 3.37 | 3.37 | 4.0 | 4.25 | 5.12 | 4.62 | 5.50 | 6.0 | 7.62 | 9.50 | 4.62 | 4.62 |
| 4 | 4 | 0.50 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 2.62 | 5.25 | 4.87 | 5.50 | 4.87 | 4.87 | 4.75 | 5.25 | 5.62 | 7.0 | 6.75 | 6.75 | 6.12 | 6.12 | 5.87 | 5.87 | 4.50 | 4.50 |
| 5 | 3 | 0.25 | 1.38 | 1.62 | 1.87 | 3.37 | 7.50 | 7.87 | 12.0 | 13.25 | 15.50 | 14.37 | 11.75 | 12.62 | 14.50 | 15.37 | 14.25 | 14.87 | 14.87 | 15.62 | 13.12 | 10.87 | 10.50 |
| 6 | 3 | 0.25 | 0.75 | 1.0 | 1.25 | 1.50 | 1.62 | 3.87 | 7.75 | 11.75 | 16.87 | 24.25 | 35.12 | 42.0 | 39.0 | 33.25 | 31.12 | 29.25 | 19.50 | 18.12 | 18.12 | 8.12 | 8.12 |
| 7 | 3 | 0 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 2.0 | 3.25 | 3.37 | 5.12 | 5.75 | 9.12 | 11.50 | 11.25 | 11.87 | 12.50 | 15.62 | 13.50 | 13.75 | 14.12 | 12.87 | 14.62 | 14.62 | 15.0 |
| 8 | 0 | 0.25 | 0.50 | 0.50 | 0.75 | 1.62 | 4.37 | 3.50 | 9.37 | 14.50 | 20.0 | 22.75 | 29.37 | 43.37 | 51.25 | 57.37 | 54.62 | 39.87 | 39.87 | 38.0 | 25.87 | 21.37 | 21.37 |

Cuadro 6. Porcentaje de infección al momento por fecha de lectura. Datos transformados por $\sqrt{n+1}$.
Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

| Trat. No. | No. y fecha de lecturas. | No. Asper. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----------|--------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | 7-4-83 | 21-4-83 | 5-5-83 | 19-5-83 | 2-6-83 | 16-6-83 | 30-6-83 | 14-7-83 | 28-7-83 | 11-8-83 | 25-8-83 | 8-9-83 | 22-9-83 | 6-1-83 | 20-10-83 | 3-11-83 | 17-11-83 | 1-12-83 | 15-12-83 | 29-12-83 | 12-1-84 | 26-1-84 |
| 1 | 7 | | a 2.68 | a 2.43 | a 3.32 | a 3.95 | a 4.13 | a 3.94 | a 3.85 | ab 4.79 | ab 4.68 | abc 5.08 | abc 5.29 | ab 5.17 | ab 5.25 | ab 5.18 | ab 4.81 | ab 4.81 | ab 4.88 | ab 4.88 | ab 4.98 | abc 4.81 | a 3.05 | a 3.05 |
| 2 | 6 | | a 2.31 | a 2.0 | a 2.18 | a 2.36 | a 2.36 | a 1.68 | a 2.36 | a 2.86 | a 3.11 | a 3.24 | a 3.63 | a 3.27 | a 3.40 | a 3.82 | a 3.53 | a 3.93 | a 4.01 | a 4.01 | a 3.72 | a 4.01 | a 2.25 | a 2.25 |
| 3 | 5 | | a 2.18 | a 2.36 | a 2.67 | a 2.91 | a 2.98 | a 2.98 | a 2.80 | a 2.80 | a 2.73 | a 3.41 | a 3.84 | ab 3.90 | ab 4.08 | a 4.21 | a 4.47 | a 4.2 | ab 4.80 | abc 4.93 | ab 5.47 | abcd 5.99 | ab 4.29 | ab 4.29 |
| 4 | 4 | | a 2.36 | a 2.80 | a 2.91 | a 2.86 | a 3.44 | a 4.64 | a 4.53 | ab 4.72 | ab 4.57 | ab 4.42 | ab 4.21 | ab 4.17 | ab 4.30 | ab 4.90 | ab 4.84 | ab 4.87 | ab 4.75 | ab 4.75 | a 4.65 | ab 4.51 | ab 3.92 | ab 3.92 |
| 5 | 3 | | a 2.18 | a 2.61 | a 2.80 | a 2.98 | a 3.63 | a 4.98 | a 4.97 | b 6.03 | b 6.30 | cd 7.27 | cde 7.42 | bc 6.83 | b 7.11 | b 7.71 | c 7.99 | bc 7.70 | bc 7.80 | cd 7.82 | b 8.03 | bcd 7.06 | bcd 6.50 | bcd 6.40 |
| 6 | 3 | | a 2.18 | a 2.55 | a 2.67 | a 2.86 | a 2.98 | a 3.09 | a 3.09 | ab 3.93 | ab 5.38 | bcd 6.9 | de 8.07 | cd 9.43 | c 11.43 | c 12.55 | d 12.16 | d 11.07 | cd 9.93 | d 9.27 | b 8.07 | de 8.35 | abc 5.09 | abc 5.09 |
| 7 | 3 | | a 2.0 | a 2.31 | a 2.31 | a 2.36 | a 3.07 | a 3.71 | a 3.77 | ab 4.49 | ab 4.74 | abc 5.65 | bc 6.28 | b 6.30 | ab 6.07 | ab 6.52 | bc 7.54 | cd 8.68 | abc 7.22 | bcd 7.40 | ab 7.10 | cde 7.57 | cd 7.57 | cd 7.69 |
| 8 | 0 | | a 2.18 | a 2.36 | a 2.36 | a 2.55 | a 3.00 | a 4.40 | a 3.99 | b 6.03 | b 7.21 | d 8.33 | e 8.33 | d 10.43 | c 12.72 | c 14.03 | d 14.94 | e 14.60 | d 12.50 | e 12.50 | c 12.25 | e 10.11 | d 9.21 | d 9.21 |

Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 7. Análisis de varianza del área bajo la curva total para porcentajes de infección al momento.

| FV | GL | Sc | Cm | Fc | Ft | |
|--------------------|----|---------|--------|-------|-------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloques | 3 | 230.28 | 76.76 | 3.36 | 3.07* | 4.87 NS |
| Tratamientos | 7 | 1077.66 | 243.95 | 10.67 | 2.49* | 3.64** |
| Error experimental | 21 | 480.16 | 22.86 | | | |
| Error muestral | 32 | 671.67 | | | | |
| Total | 63 | 3089.77 | | | | |

C.V. = 19.03%

D.M.S. = 11.40

Prueba de Tukey

| No. TRAT. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| MEDIAS | ab 18.80 | a 11.26 | a 15.98 | a 17.22 | bc 25.96 | cd 35.04 | c 30.37 | d 43.43 |

Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 5%.

Quadro 8. Porcentaje acumulado de infección por fecha de lectura. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Ouesta, San Marcos.

| Trat. No. | No. y fecha de lectura. No. Asper. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----------|---------------------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| | | 7-4-83 | 21-4-83 | 5-5-83 | 19-5-83 | 2-6-83 | 16-6-83 | 30-6-83 | 14-7-83 | 28-7-83 | 11-8-83 | 25-8-83 | 8-9-83 | 22-9-83 | 6-10-83 | 20-10-83 | 3-11-83 | 17-11-83 | 1-12-83 | 15-12-83 | 29-12-83 | 12-1-84 | 26-1-84 |
| 1 | 7 | 0.87 | 0.87 | 2.37 | 2.37 | 3.62 | 3.62 | 3.62 | 5.25 | 5.50 | 6.37 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.62 | 7.62 | 7.87 | 8.12 | 8.12 | 8.12 |
| 2 | 6 | 0.37 | 0.37 | 0.50 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 1.25 | 1.62 | 2.12 | 2.25 | 2.62 | 2.62 | 3.0 | 3.75 | 3.75 | 4.75 | 5.25 | 5.25 | 5.62 | 6.25 | 6.25 | 6.25 |
| 3 | 5 | 0.12 | 0.37 | 0.75 | 1.37 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 2.94 | 3.75 | 3.87 | 4.44 | 4.87 | 5.62 | 6.12 | 6.12 | 6.12 | 6.75 | 8.19 | 8.37 | 8.37 |
| 4 | 4 | 0.50 | 0.87 | 1.25 | 1.50 | 2.75 | 5.25 | 5.87 | 6.37 | 6.62 | 7.37 | 8.62 | 9.62 | 10.0 | 11.50 | 11.50 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| 5 | 3 | 0.06 | 0.50 | 1.0 | 1.50 | 2.06 | 4.44 | 6.44 | 8.81 | 11.12 | 14.25 | 16.12 | 17.31 | 19.37 | 20.06 | 21.62 | 22.38 | 22.87 | 23.25 | 23.50 | 24.37 | 24.81 | 24.87 |
| 6 | 3 | 0.25 | 0.62 | 0.75 | 1.37 | 1.62 | 2.12 | 2.12 | 3.87 | 6.75 | 9.0 | 13.12 | 16.87 | 23.12 | 27.50 | 28.25 | 28.25 | 29.0 | 29.0 | 30.5 | 31.0 | 31.0 | 31.0 |
| 7 | 3 | 0 | 0.19 | 0.50 | 0.75 | 1.56 | 2.81 | 3.50 | 4.25 | 5.0 | 6.75 | 9.25 | 10.56 | 11.69 | 13.37 | 15.56 | 17.0 | 17.25 | 17.37 | 17.87 | 18.87 | 19.25 | 19.25 |
| 8 | 0 | 0.12 | 0.25 | 0.25 | 0.62 | 1.50 | 3.12 | 3.50 | 7.12 | 11.0 | 14.62 | 18.0 | 24.12 | 34.87 | 40.12 | 46.12 | 49.37 | 50.87 | 50.87 | 52.87 | 53.0 | 53.0 | 53.0 |

Quadro 9. Porcentaje acumulado de infección por fecha de lectura. Datos transformados por $\sqrt{n+1}$.
Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

| Trat. No. | No. y fecha de lecturas. | No. Asper. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----------|--------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | 7-4-83 | 21-4-83 | 5-5-83 | 19-5-83 | 2-6-83 | 16-6-83 | 30-6-83 | 14-7-83 | 28-7-83 | 11-8-83 | 25-8-83 | 8-9-83 | 22-9-83 | 6-1-83 | 20-10-83 | 3-11-83 | 17-11-83 | 1-12-83 | 15-12-83 | 29-12-83 | 12-1-84 | 26-1-84 |
| 1 | 7 | | b 2.3 | a 2.61 | a 3.04 | e 3.62 | a 3.92 | a 4.07 | a 4.01 | a 4.37 | a 4.72 | a 4.91 | ab 5.10 | ab 5.20 | ab 5.20 | ab 5.28 | b 5.35 | ab 5.35 | a 5.37 | a 5.39 | a 5.42 | a 5.49 | a 5.52 | a 5.52 |
| 2 | 6 | | ab 2.14 | a 2.25 | a 2.28 | ab 2.41 | a 2.49 | a 2.49 | a 2.69 | a 3.30 | a 3.24 | a 3.39 | a 3.51 | a 3.59 | a 3.67 | a 3.95 | a 4.12 | a 4.28 | a 4.47 | a 4.53 | a 4.58 | a 4.76 | a 4.83 | a 4.83 |
| 3 | 5 | | a 2.01 | a 2.20 | a 2.42 | cd 2.76 | a 3.11 | a 3.30 | a 3.34 | a 3.34 | a 3.34 | a 3.60 | a 3.97 | a 4.19 | a 4.33 | ab 4.54 | ab 4.69 | a 4.75 | ab 5.56 | a 5.09 | a 5.27 | a 5.58 | a 5.73 | a 5.73 |
| 4 | 4 | | ab 2.20 | a 2.51 | a 2.77 | d 2.97 | a 3.30 | a 4.24 | a 4.83 | a 5.02 | a 5.17 | a 5.35 | ab 5.63 | ab 5.92 | abc 6.07 | abc 6.32 | c 6.52 | ab 6.58 | ab 6.67 | ab 6.69 | ab 6.74 | ab 6.79 | ab 6.79 | ab 6.79 |
| 5 | 3 | | a 2.01 | a 2.31 | a 2.56 | bcd 2.74 | a 3.14 | a 4.03 | a 4.64 | a 5.32 | a 6.11 | a 6.79 | b 7.39 | bc 7.79 | bcd 8.04 | cd 8.55 | c 9.04 | c 9.26 | cd 9.38 | cd 9.56 | bc 9.56 | c 9.73 | c 9.79 | c 9.83 |
| 6 | 3 | | a 2.10 | a 2.34 | a 2.51 | cd 2.77 | a 2.98 | a 3.19 | a 3.32 | a 4.00 | a 4.72 | a 5.71 | b 6.72 | bc 7.70 | cd 8.96 | de 10.09 | c 10.59 | c 10.66 | d 10.74 | d 10.81 | c 10.95 | c 11.17 | c 11.26 | c 11.26 |
| 7 | 3 | | a 2.00 | a 2.14 | a 2.35 | abc 2.50 | a 2.94 | a 3.51 | a 3.79 | a 4.11 | a 4.41 | a 5.03 | ab 5.78 | abc 6.18 | abc 6.51 | bc 7.01 | c 7.62 | bc 7.98 | bc 8.09 | bc 8.14 | bc 8.28 | bc 8.51 | bc 8.63 | bc 8.61 |
| 8 | 0 | | a 2.01 | a 2.15 | a 2.20 | a 2.36 | a 2.77 | a 4.43 | a 3.90 | a 5.00 | a 5.83 | a 6.8 | b 7.78 | c 9.01 | c 10.74 | e 12.12 | c 13.34 | d 13.71 | e 14.08 | e 14.20 | d 14.32 | d 14.45 | d 14.46 | d 14.48 |

Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 10. Análisis de varianza del área bajo la curva total para el porcentaje acumulado de infección.

| FV | GL | Sc | Cm | Fc | Ft | |
|--------------------|----|---------|--------|-------|--------|--------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloques | 3 | 122.39 | 40.80 | 1.90 | 3.07NS | 4.87NS |
| Tratamientos | 7 | 1585.64 | 226.52 | 10.56 | 2.49* | 3.64** |
| Error experimental | 21 | 450.70 | 21.46 | | | |
| Error muestral | 32 | 813.19 | | | | |
| Total | 63 | 2971.92 | | | | |

C.V. = 17.11%

D.M.S.= 11.05

Prueba de Tukey

| No. TRAT. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| MEDIAS | ab 19.90 | a 13.75 | ab 13.75 | abc 23.92 | cd 32.99 | de 35.70 | bc 27.19 | e 45.78 |

Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 5%.

El comportamiento de la Roya del café durante el transcurso del experimento, se puede observar claramente para cada tratamiento, en base al porcentaje de infección acumulado (Figura 5), el cual indica que en los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 7, la enfermedad se mantuvo abajo del 20% de infección, hasta el final del ensayo, mientras que en los tratamientos 5, 6 y 7 (Testigo), los porcentajes de infección llegaron a 25, 31 y 53%, respectivamente al final del ensayo.

3. PORCENTAJE DE AREA FOLIAR CON ROYA (Severidad)

Cada vez que se hacían las lecturas de las bandolas en estudio, se anotaba la cantidad en porcentaje del área foliar afectada por Roya de las hojas enfermas.

El comportamiento de la Roya en función de severidad demuestra que ésta se mantuvo baja hasta el mes de junio, notándose un incremento en el tratamiento 5, a partir del mes de julio. Al final del ensayo, los tratamientos con mayor severidad fueron el 5, 6 y 8 (Cuadro 11).

Para realizar el análisis estadístico, los datos de severidad se transformaron por $\sqrt{n + 1}$, habiéndose observado diferencia significativa entre tratamientos en el mes de abril y luego del mes de agosto en adelante (Cuadro 12).

Al efectuar el análisis de varianza para las áreas bajo la curva de severidad (Cuadro 13), se encontró una alta significancia entre tratamientos, destacando como los mejores nuevamente el 1, 2, 3, 4 y 7.

El comportamiento de la severidad por tratamiento, en el transcurso del experimento, se puede observar en la Figura 6, la cual demuestra que ésta se comportó en forma similar al porcentaje de infección acumulado (Figura 5).

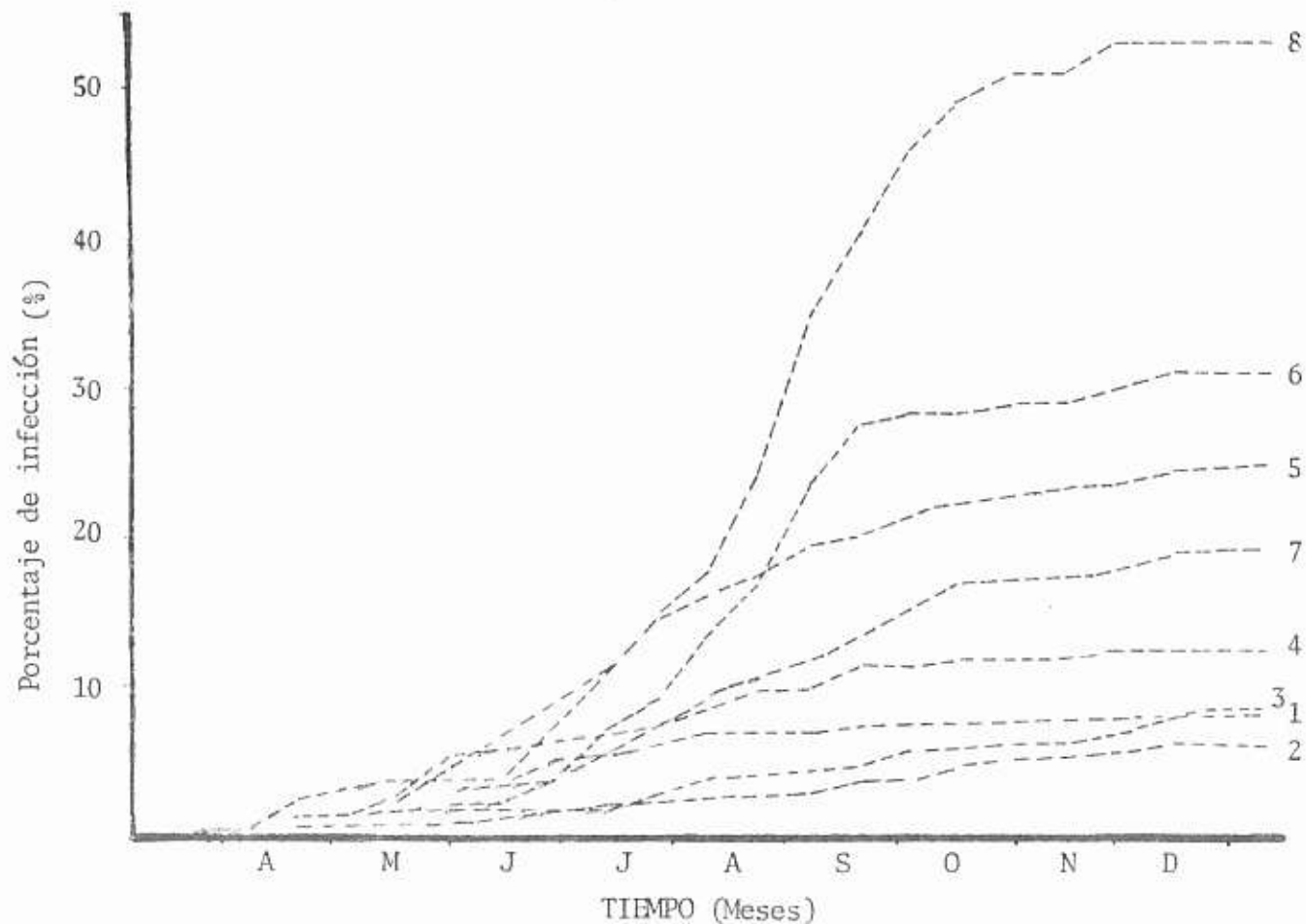


Figura 5. Porcentaje acumulado de infección por tratamiento. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

Cuadro 11. Porcentaje de área foliar afectada por roya o severidad. Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

| No. Trat. | No. y fecha de lectura. No. Asper. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----------|---------------------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| | | 7-4-83 | 21-4-83 | 5-5-83 | 19-5-83 | 2-6-83 | 16-6-83 | 30-6-83 | 14-7-83 | 28-7-83 | 11-8-83 | 25-8-83 | 8-9-83 | 22-9-83 | 6-10-83 | 20-10-83 | 3-11-83 | 17-11-83 | 1-12-83 | 15-12-83 | 29-12-83 | 12-1-84 | 26-1-84 |
| 1 | 7 | 0.4 | 0.4 | 1.31 | 1.58 | 1.65 | 1.65 | 1.78 | 2.15 | 3.26 | 3.65 | 4.27 | 4.27 | 4.52 | 4.65 | 4.90 | 4.90 | 5.03 | 5.28 | 5.28 | 5.28 | 5.28 | 5.28 |
| 2 | 6 | 0.08 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.24 | 0.34 | 0.45 | 0.59 | 1.12 | 1.25 | 1.62 | 2.34 | 2.50 | 2.87 | 2.87 | 3.25 | 3.75 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 3 | 5 | 0.04 | 0.10 | 0.32 | 0.40 | 0.51 | 0.67 | 0.67 | 0.71 | 0.71 | 1.25 | 1.55 | 1.71 | 1.96 | 2.34 | 3.21 | 3.21 | 3.21 | 4.30 | 4.59 | 5.09 | 5.09 | 5.09 |
| 4 | 4 | 0.05 | 0.14 | 0.21 | 0.41 | 0.70 | 1.82 | 1.99 | 2.54 | 4.70 | 4.80 | 7.07 | 7.45 | 7.70 | 8.57 | 8.95 | 8.95 | 8.95 | 9.45 | 9.95 | 10.57 | 10.57 | 10.57 |
| 5 | 3 | 0.04 | 0.25 | 0.59 | 1.12 | 3.56 | 5.95 | 6.57 | 11.66 | 17.23 | 21.21 | 22.50 | 22.88 | 24.0 | 25.75 | 26.75 | 27.0 | 27.0 | 27.5 | 28.12 | 29.0 | 29.0 | 29.0 |
| 6 | 3 | 0 | 0.19 | 0.30 | 0.41 | 0.71 | 0.87 | 1.0 | 1.66 | 2.65 | 5.04 | 7.60 | 12.25 | 17.0 | 25.87 | 29.12 | 29.75 | 29.75 | 31.50 | 32.88 | 33.75 | 33.87 | 33.87 |
| 7 | 3 | 0.04 | 0.12 | 0.12 | 0.16 | 0.70 | 1.04 | 1.50 | 2.20 | 2.70 | 7.37 | 8.84 | 9.46 | 10.96 | 14.25 | 15.50 | 16.0 | 16.0 | 16.41 | 17.34 | 18.37 | 18.75 | 19.25 |
| 8 | 0 | 0 | 0.06 | 0.07 | 0.16 | 0.25 | 1.89 | 2.16 | 4.71 | 10.87 | 16.0 | 19.25 | 21.75 | 30.50 | 42.37 | 52.75 | 53.87 | 53.87 | 56.0 | 57.25 | 57.87 | 57.87 | 57.87 |

Quadro 12. Porcentaje de área foliar con roya o severidad para cada fecha de lectura. Datos transformados por $\sqrt{n+1}$
Finca Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos

| Trat. No. | No. Asper. | No. y fecha de lecturas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------|--------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| | | 7-4-83 | 21-4-83 | 5-5-83 | 19-5-83 | 2-6-83 | 16-6-83 | 30-6-83 | 14-7-83 | 28-7-83 | 11-8-83 | 25-8-83 | 8-9-83 | 22-9-83 | 6-1-83 | 20-10-83 | 3-11-83 | 17-11-83 | 1-12-83 | 15-12-83 | 29-12-83 | 12-1-84 | 26-1-84 |
| 1 | 7 | b | a | a | a | a | a | a | a | a | a | ab | ab | ab | a | a | a | a | a | a | ab | a | a |
| | | 2.17 | 2.31 | 2.41 | 2.82 | 3.05 | 3.10 | 3.10 | 3.41 | 3.69 | 4.01 | 4.04 | 4.13 | 4.18 | 4.24 | 4.3 | 4.35 | 4.36 | 4.42 | 4.44 | 4.44 | 4.44 | 4.44 |
| 2 | 6 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a |
| | | 2.04 | 2.07 | 2.09 | 2.12 | 2.14 | 2.14 | 2.17 | 2.27 | 2.35 | 2.43 | 2.58 | 2.87 | 3.01 | 3.20 | 3.35 | 3.64 | 3.70 | 3.77 | 3.91 | 3.03 | 4.9 | 4.49 |
| 3 | 5 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | ab | a | a |
| | | 2.02 | 2.06 | 2.18 | 2.29 | 2.37 | 2.48 | 2.55 | 2.56 | 2.57 | 2.67 | 2.94 | 3.06 | 3.19 | 3.33 | 3.60 | 3.71 | 3.71 | 3.92 | 4.18 | 4.35 | 4.46 | 4.46 |
| 4 | 4 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | ab | abc | abc | ab | ab | ab | ab | ab | a | ab | ab | ab |
| | | 2.02 | 2.05 | 2.63 | 2.28 | 2.45 | 2.92 | 3.28 | 3.46 | 3.97 | 4.52 | 4.88 | 5.17 | 5.24 | 5.40 | 5.57 | 5.62 | 5.62 | 5.69 | 5.82 | 5.96 | 6.4 | 6.4 |
| 5 | 3 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | b | bc | cd | bc | bc | bc | bc | bc | b | c | bc | bc |
| | | 2.02 | 2.11 | 2.27 | 2.49 | 3.01 | 3.71 | 4.22 | 4.97 | 6.07 | 7.11 | 7.76 | 7.99 | 8.22 | 8.68 | 9.1 | 9.28 | 9.33 | 9.41 | 9.58 | 9.78 | 9.84 | 9.89 |
| 6 | 3 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | ab | abc | bcd | bc | cd | cd | cd | cd | bc | cd | cd | cd |
| | | 2.0 | 2.08 | 2.21 | 2.30 | 2.45 | 2.59 | 2.69 | 2.90 | 3.33 | 4.10 | 5.04 | 6.17 | 7.50 | 9.09 | 10.23 | 10.57 | 10.62 | 10.76 | 11.00 | 11.18 | 11.30 | 11.33 |
| 7 | 3 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | ab | abc | abc | abc | abc | abc | abc | abc | ab | bc | abc | bc |
| | | 2.02 | 2.07 | 2.10 | 2.12 | 2.34 | 2.6 | 2.81 | 3.11 | 3.39 | 4.19 | 5.03 | 5.41 | 5.63 | 6.33 | 6.89 | 7.19 | 7.27 | 7.36 | 7.57 | 7.84 | 8.07 | 8.25 |
| 8 | 0 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | b | c | d | c | d | d | d | d | c | d | d | d |
| | | 2.0 | 2.03 | 2.00 | 2.13 | 2.20 | 2.72 | 3.18 | 3.79 | 5.22 | 6.50 | 7.47 | 8.29 | 9.68 | 11.52 | 13.32 | 14.13 | 14.21 | 14.38 | 14.62 | 14.75 | 14.8 | 14.8 |

Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 5%

Cuadro 13. Análisis de varianza para el área bajo la curva total del porcentaje de área foliar con roya o severidad.

| FV | GL | Sc | Cm | Fc | Ft | |
|--------------------|----|---------|--------|-------|---------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloques | 3 | 284.53 | 94.84 | 3.0 | 3.07 NS | 4.87 NS |
| Tratamientos | 7 | 2307.74 | 329.68 | 10.42 | 2.49* | 3.64** |
| Error experimental | 21 | 664.11 | 31.62 | | | |
| Error muestral | 32 | 1445.36 | | | | |
| Total | 63 | 4701.74 | | | | |

C.V. = 23.20%

D.M.S. = 13.41

Prueba de Tukey

| No. TRAT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | a | a | a | a | bc | bc | ab | c |
| MEDIAS | 14.54 | 10.35 | 11.75 | 19.06 | 35.95 | 34.02 | 22.81 | 45.43 |

Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 5%.

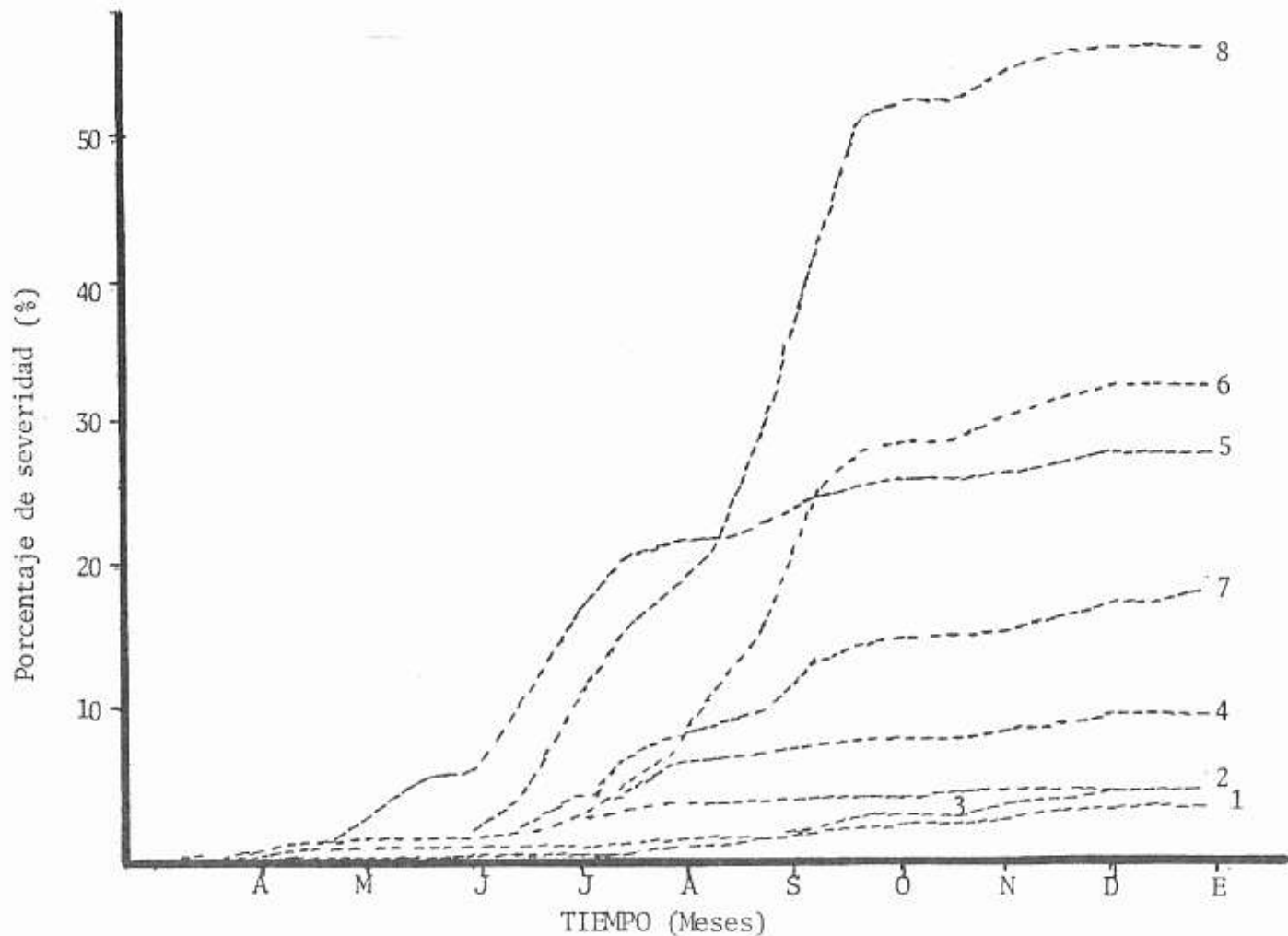


Figura 6. Porcentaje acumulado de área foliar (severidad) por tratamiento. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

4. PRODUCCION DE CAFE

La producción de café se evaluó para cada tratamiento en particular y al realizar el análisis de varianza (Cuadro 15), no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, aunque todos los tratamientos donde se asperjó superaron aritméticamente en producción al Testigo sin aspersión.

5. RESIDUALIDAD DEL OXICLORURO DE COBRE

La residualidad del cobre se observa en la Figura 7, en la que también aparece la precipitación en mm. durante los meses en que se realizó el experimento, así como el porcentaje de infección que se observó en el tratamiento donde se evaluó residualidad.

Al parecer, el punto crítico para mantener bajo control la enfermedad es teniendo una residualidad de cobre no menor de 100 ppm.

Quadro 14. Producción de café en kg.oro/ha cosecha 1983/84.
Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta,
San Marcos.

| TRATAMIENTO | MESES DE ASPERSION | KGS. ORO/HA. | PORCENTAJE |
|-------------|--------------------|--------------|------------|
| 1 | A.M.J.J.A.S.O. | 607.73 | 162.26 |
| 2 | A.M.J.J.A.O. | 482.73 | 128.88 |
| 3 | A.M.Jul.A.O. | 529.55 | 141.38 |
| 4 | May.Jul.S.O. | 811.82 | 216.75 |
| 5 | Jun. A. O. | 1,019.09 | 272.08 |
| 6 | Abr. A. S. | 754.09 | 201.33 |
| 7 | May. Jul. S. | 618.64 | 165.17 |
| 8 | Sin aplicación | 374.55 | 100.00 |

Quadro 15. Análisis de varianza para producción.

| Fuentes de variación | Gl | Sc | Gm | Fc | Ft | |
|----------------------|----|---------|--------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloques | 3 | 391.02 | 130.34 | 1.31 | 3.07 | 4.87 NS |
| Tratamientos | 7 | 897.17 | 128.17 | 1.29 | 2.49 | 3.64 NS |
| Error experimental | 21 | 2092.80 | 99.66 | | | |
| Error muestral | 32 | 2073.36 | | | | |
| Total | 63 | 5454.35 | | | | |

C.V. = 19.89%

Quadro 15. Análisis de varianza para producción.

| Fuentes de variación | Gl | Sc | Cm | Fc | Ft | |
|----------------------|----|---------|--------|------|------|---------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Bloques | 3 | 391.02 | 130.34 | 1.31 | 3.07 | 4.87 NS |
| Tratamientos | 7 | 897.17 | 128.17 | 1.29 | 2.49 | 3.64 NS |
| Error experimental | 21 | 2092.80 | 99.66 | | | |
| Error muestral | 32 | 2073.36 | | | | |
| Total | 63 | 5454.35 | | | | |

C.V. = 19.89%

— Residualidad del oxiclouuro de cobre
 - - - Porcentaje de infección acumulado
 | Precipitación en mm
 Aspersión: 7-4-83

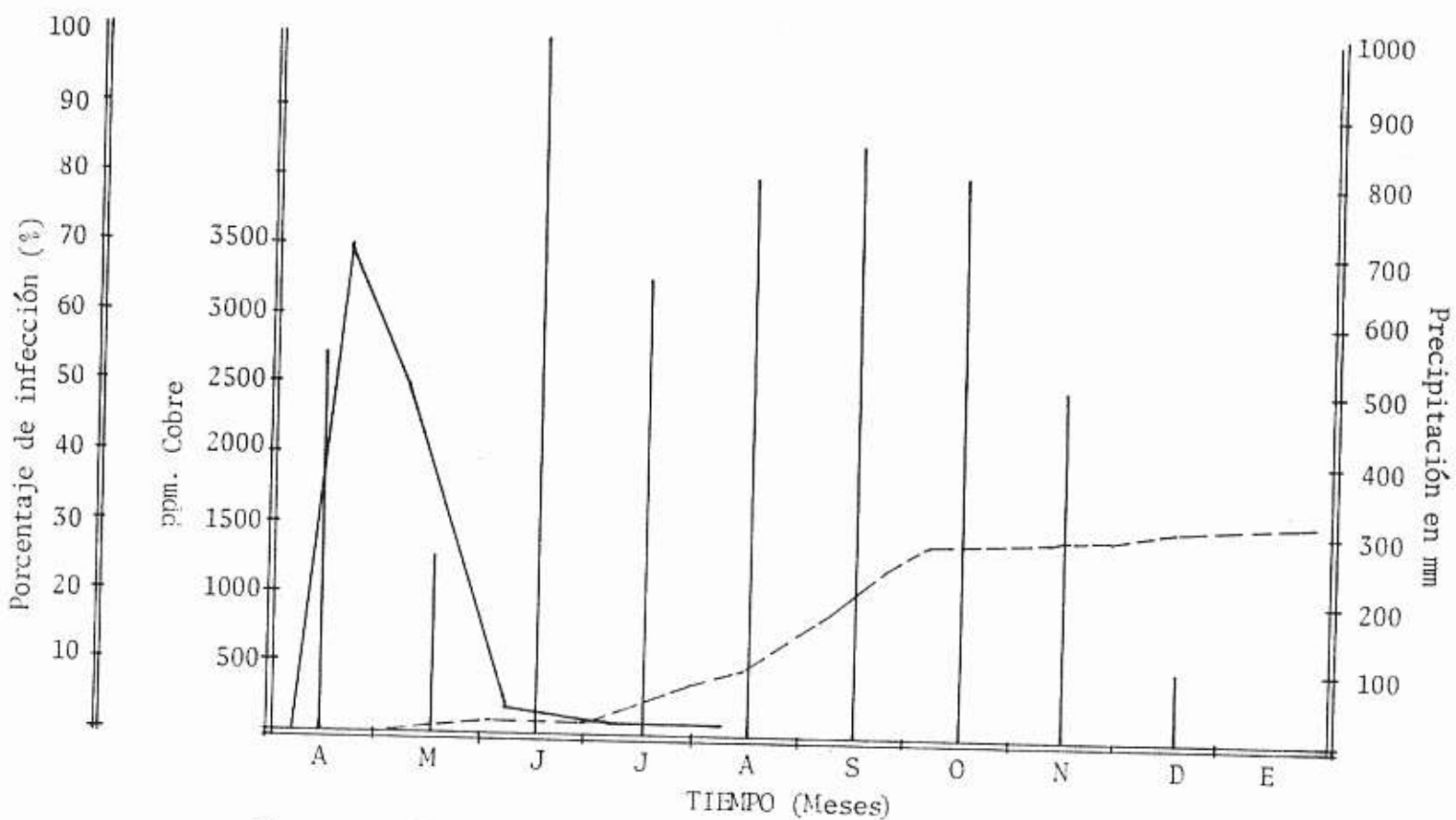


Figura 7. Residualidad de fungicida, precipitación y porcentaje de infección de roya. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

VII. DISCUSION DE RESULTADOS

Los científicos de Africa Occidental (9) afirman que para lograr un control efectivo de la roya del cafeto, la aplicación de fungicidas debe hacerse antes de la estación lluviosa, lo cual se pudo comprobar en este experimento, ya que en los tratamientos en donde la aspersión se realizó antes de las primeras lluvias (mes de abril), los porcentajes de infección se mantuvieron abajo del 10%, con excepción del tratamiento 6, en el cual el porcentaje de infección al final del ensayo fue de 31% (Cuadro 8).

Esto se comprende al observar la residualidad del cobre (Figura 7), la cual nos indica que en el momento de realizar la segunda aspersión, en el tratamiento 6, únicamente habían 50 ppm de cobre, por lo tanto el efecto residual del fungicida ya era mínimo, debido al espacio entre la primera y segunda aspersión; y aunque ésta última se realizó con un porcentaje menos del 10% las condiciones para infección ya se habían dado (alta humedad y poca residualidad); por lo que la enfermedad ya no se detuvo.

De acuerdo al comportamiento de la enfermedad observado en el tratamiento 7, en el cual se hicieron tres aplicaciones en los meses de mayo, julio y septiembre y el porcentaje de infección al final del ensayo fue de 19% (Cuadro 8); podría considerarse este tratamiento como el más efectivo para controlar la roya del cafeto, y desde el punto de vista económico éste resulta ser el que presenta un menor costo de control de la enfermedad.

A esto podría agregarse que durante los meses de formación de cosecha, la enfermedad no causó mayores daños y que al finalizar la misma no importa que el porcentaje de infección hay sido alto, ya que éste podría disminuirse con las prácticas culturales como manejo de sombra y tejido (Podas), así como por la influencia fisiológica que ejerce la estación seca sobre el cafeto.

Sin embargo, de acuerdo a los criterios de Matiello, citado por Aguilera (1), para establecer la época y frecuencia de las aplicaciones de fungicidas, pueden hacerse hasta 6 aplicaciones cuando existe un alto índice de inóculo residual, buena floración, gran cantidad de follaje y perspectivas de una buena cosecha.

Es conveniente entonces, proteger no solamente la cosecha del año en que se está trabajando, sino también pensar en proteger la cosecha del año siguiente, tratando que quede la menor cantidad de inóculo residual posible.

De acuerdo a lo anterior y observando el comportamiento de la enfermedad en el tratamiento 4, en el cual con 4 aspersiones en los meses de mayo, julio, septiembre y octubre, la enfermedad llegó a 12.5% al final del ensayo, pueden considerarse estas épocas de aplicación como las más efectivas para el control de la enfermedad, aunque sea necesario incrementar un poco más el costo de control de la roya.

En El Salvador, Gil, citado por Aguilera (1), encontró que tres aspersiones realizadas en los meses de junio, agosto y octubre, mantuvieron los índices de infección abajo de los iniciales (6.4% de infección inicial) durante el año de experimentación, lo cual no sucedió en el presente experimento, ya que con tres aplicaciones en los mismos meses (junio, agosto y octubre), con niveles de infección de 4.4% al momento de la primera aspersión, el porcentaje de infección al final del ensayo en el mes de enero fue de 25% (Quadro 8).

Por aparte, Miguel et al, citado por Aguilera (1), manifiesta que las aspersiones de fungicidas cúpricos deben iniciarse con menos del 10% de infección de roya, ya que se difirió estadísticamente con otros tratamientos con porcentajes de infección

inicial arriba del 10%, habiéndose comprobado en este estudio lo importante que es iniciar las aspersiones con porcentajes de infección abajo del 10% para que el cobre pueda ejercer buen control sobre la roya.

Se evaluó también el efecto de la enfermedad en relación al porcentaje del área foliar afectada por roya, conociéndose esto como severidad.

Se observó que el comportamiento de la severidad en cada uno de los tratamientos (Figura 6), fue similar al comportamiento del porcentaje de infección acumulado (Figura 5); lo cual significa que la severidad depende del porcentaje de infección de roya que haya; y que a mayor infección, la severidad de la enfermedad aumenta. Esto se comprobó al realizar la correlación entre % de infección acumulada y severidad, la cual dio un valor de $R^2 = 0.97$ (Cuadro 16, Anexo).

En lo que respecta a producción, este estudio demuestra que aunque no se tuvo diferencia estadística entre tratamientos, si se obtuvo una producción aritméticamente superior de los tratamientos con aplicaciones de fungicidas cúpricos, en relación al testigo sin aplicación (Cuadro 14).

En relación a la caída de hojas enfermas o porcentaje de de foliación por roya, los fungicidas a base de cobre ejercen un buen control sobre la roya del café, no sólo por su eficiencia de protección, bajo costo, sino que también por su efecto tónico que proporciona mayor retención de hojas (1).

Lo anterior se pudo observar en este estudio, ya que en los tratamientos 1, 2, 3 y 4, la enfermedad llegó al final del ensayo a 8, 6, 8 y 12.5% respectivamente (Cuadro 8), así también la

caída de hojas sanas y enfermas fue mínima (Figura 8, 9, 10 y 11).

Por su parte, los tratamientos 5 y 6 tuvieron una infección al final del ensayo de 25 y 31% respectivamente (Cuadro 8), y el número de hojas enfermas caídas fue mayor (Figura 12 y 13).

En el tratamiento 7, la infección al final del ensayo fue de 19% (Cuadro 8) y la caída de hojas enfermas fue poca (Figura 14).

Por último, en el tratamiento 8 (testigo), la infección al final del ensayo fue de 53% (Cuadro 8) y la caída de hojas enfermas fue superior a los demás tratamientos (Figura 15), lo cual demuestra que la acción del cobre en los tratamientos con aspersión fue determinante para evitar que la infección se fuera a niveles bastante altos y además evitó una mayor caída de hojas sanas y enfermas.

VIII. CONCLUSIONES

1. El oxiclóruro de cobre en una dosis de 6 lbs/Mz. efectúa un buen control sobre la roya cuando las aspersiones se realizan con porcentajes de infección inicial bajos (menores del 10%).
2. No existió diferencia significativa en el control de la enfermedad al realizar siete, seis, cinco y cuatro aspersiones durante el período de abril a octubre. En todos los casos el porcentaje de infección se mantuvo abajo de 12%.
3. Las aspersiones que se realizaron en los meses de junio, agosto y octubre, y abril, agosto y septiembre, no efectuaron un buen control sobre la roya, habiendo llegado la infección al final del ensayo a 25% y 31% respectivamente.
4. La aspersión más económica fue la que se realizó en los meses de mayo, julio y septiembre, llegando el nivel de infección a 19% al final del ensayo; sin embargo, éste aún se considera alto como fuente de inóculo residual.
5. La aspersión que logró un buen control sobre la roya fue la que se realizó en los meses de mayo, julio, septiembre y octubre, ya que la infección al final del ensayo fue de 12.5%.
6. Aunque no se encontró diferencia significativa en cuanto a la producción, los tratamientos asperjados con oxiclóruro de cobre superaron aritméticamente al testigo.
7. La acción residual de la primera aplicación de oxiclóruro de cobre mantuvo bajo el índice de infección inicial de la roya por un espacio de 90 días, incrementándose el índice de infección cuando la residualidad de cobre bajó a 100 ppm, por lo que es de vital importancia evitar que la residualidad descienda hasta esos niveles.

8. La aspersión con oxiclóruro de cobre evita que el porcentaje de infección de roya se incremente, a la vez que reduce la caída de hojas sanas y enfermas.

9. Cuando el número de hojas enfermas es bajo (porcentaje de infección bajo), la severidad de cada hoja se mantiene baja. Al aumentar el porcentaje de infección, la severidad de cada hoja también aumenta.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para la zona donde se realizó el estudio, 4 aspersiones de oxiclورو de cobre en los meses de mayo, julio, septiembre y octubre, porque efectúa un control sobre la roya, además de que disminuye la cantidad de inóculo residual.
2. Con 3 aspersiones realizadas en los meses de mayo, julio y septiembre, la cantidad de inóculo residual es alto, por lo que es necesario hacer uso de prácticas culturales para poder disminuir dicho inóculo.
3. Previo a realizar las aspersiones, hacer la calibración del equipo, ya que el volumen de agua depende del equipo y la boquilla que se utilice. Las aspersiones deben hacerse tratando de lograr la mejor cobertura posible para que el control sea adecuado.
4. Continuar con el estudio por un año más como mínimo, ya que el ataque de roya puede variar según el comportamiento de las condiciones climáticas.
5. Hacer el estudio bajo diferentes tipos de cafetal y condiciones climáticas, para poder generalizar una recomendación.
6. Es conveniente combinar el control químico con otras prácticas culturales, para poder obtener el mayor control sobre la enfermedad y por consiguiente un mayor rendimiento en la producción.

X. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA VIZCARRA, H.E., SAMAYOA URREA, O. Diagnóstico del Sector Cafetalero; Consideraciones sobre la roya del cafeto. Guatemala, ANACAFE/MINAG/AID, 1982. pp. 9-15.
2. BAYER DE GUATEMALA. Información técnica; bayletón. Guatemala, 1981. 14 p.
3. COMISION MIXTA MEXICO-GUATEMALA PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO. Memoria anual de labores, 1981. Guatemala, 1982. p.12
4. _____. Manual para el control químico de la roya del cafeto. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1983. 68 p.
5. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos Climáticos. Guatemala, 1980. s.p.
6. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura/SCIDA, 1950. 25 p.
7. KUSHALAPPA, A. C. Método para calcular el efecto acumulativo de la roya del cafeto. Traducido por Astolfo Fumagalli. Guatemala, Comisión México-Guatemala para la Prevención y Control de la Roya del Cafeto, 1982. 11 p.
8. _____. y FILHO, J.C., DA. Principios de epidemiología. Traducido por Miguel A. Rivera Mármol. Guatemala, Comisión México-Guatemala para la Prevención y Control de la Roya del Cafeto, 1982. 40 p.
9. NICARAGUA. INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. La roya del cafeto y su combate en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, 1977. p. 7.
10. RAYNER, R. W. Micología, histología y biología de la roya del cafeto. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea No. 94. 1972. 68 p.
11. RIVERA RUANO, J.L. Evaluación del grado de estabilidad del cobre en forma total y soluble en el cultivo del café, bajo condiciones normales de precipitación, en el municipio de Barberena, Santa Rosa. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. pp. 7-11.

12. SCHIEBER, E. Impacto económico de la roya del cafeto en América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación No. 106. 1973. 28 p.
13. SIMMONS, CH., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducción por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

Vo Bo

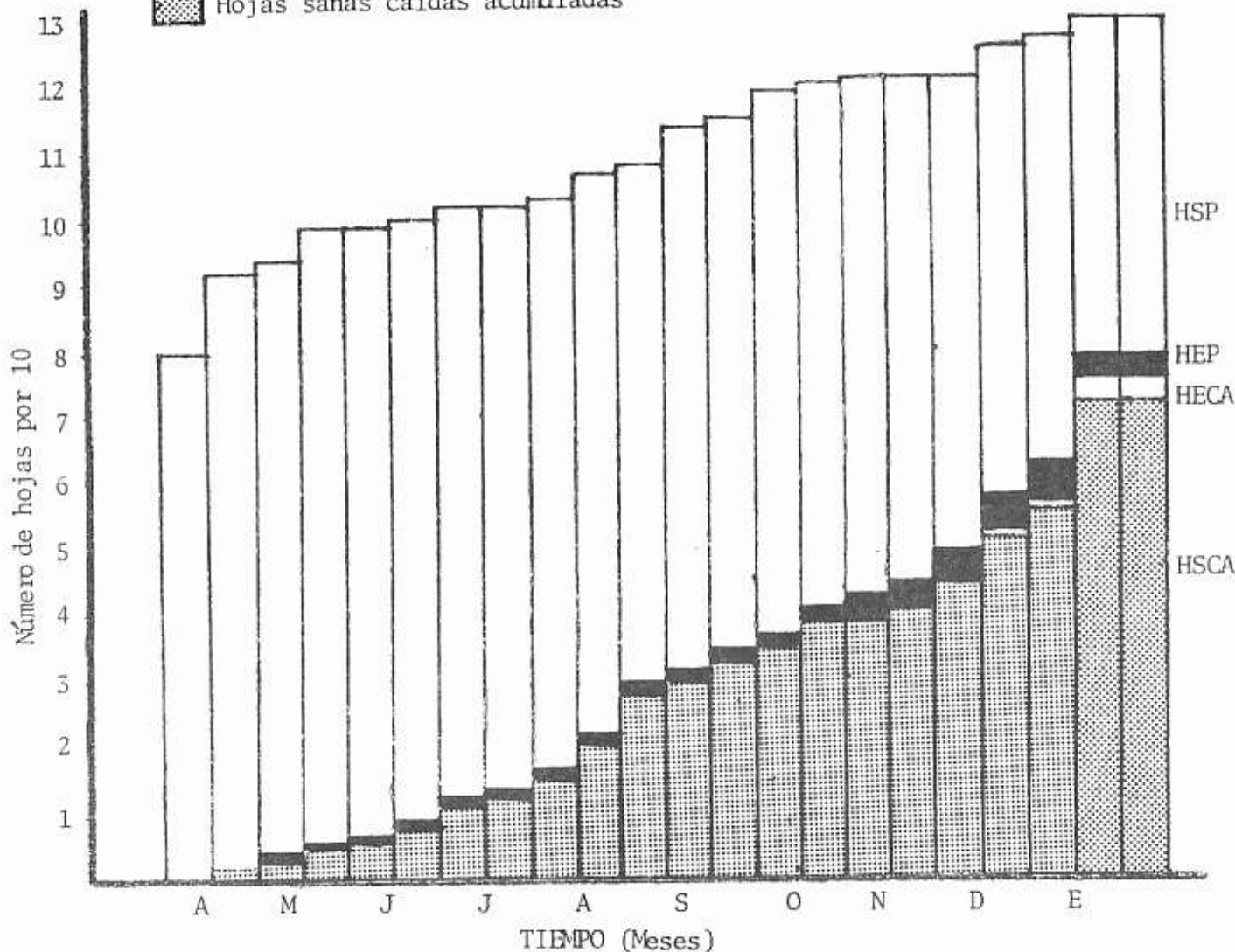
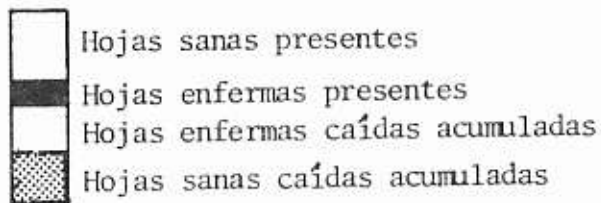
Pineda





XI. ANEXO

Cuadro 16. Análisis de correlación de % de severidad y % acumulado de infección.

| TRAT. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % SEV. | 14.54 | 10.35 | 11.75 | 19.06 | 35.95 | 34.02 | 22.81 | 45.43 |
| % INF. ACUM. | 19.90 | 13.75 | 17.35 | 23.92 | 32.99 | 39.70 | 27.19 | 45.78 |

R = 0.97



-  Hojas sanas presentes
-  Hojas enfermas presentes
-  Hojas enfermas caídas acumuladas
-  Hojas sanas caídas acumuladas.

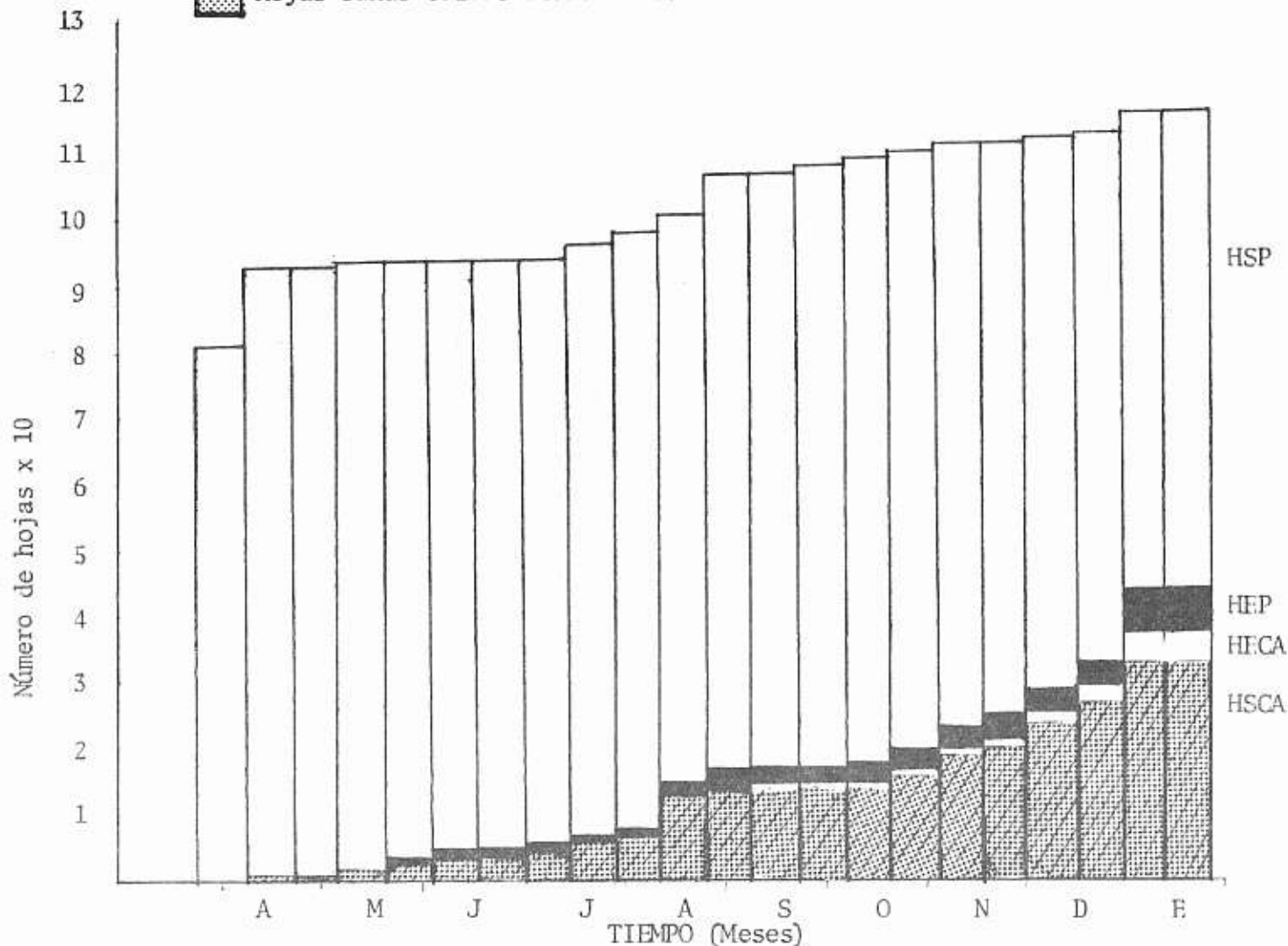


Figura 9. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas del tratamiento 2. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

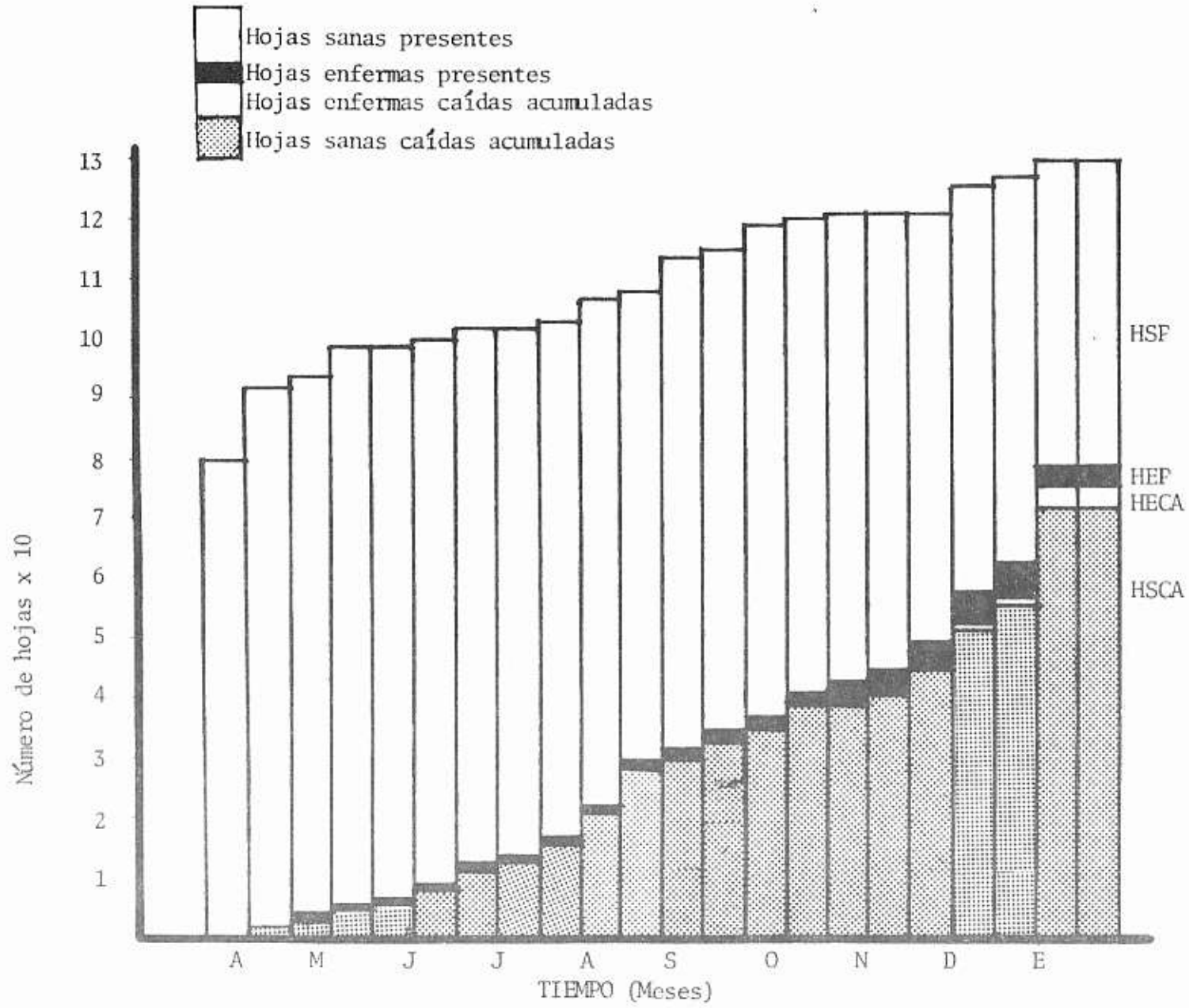


Figura 10. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas en el tratamiento 3. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

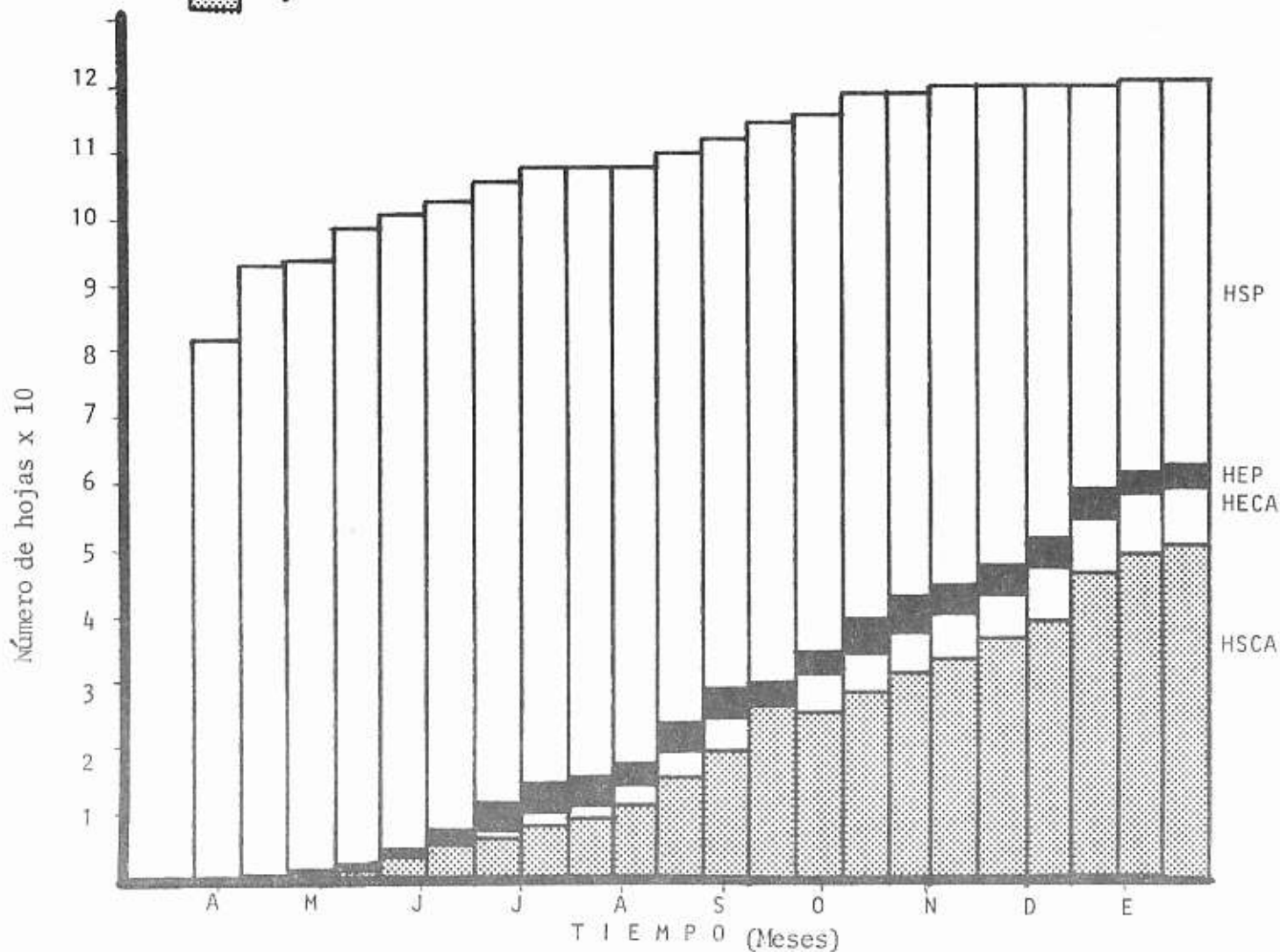
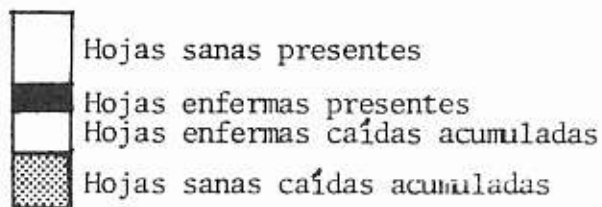


Figura 11. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas en el tratamiento 4. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Ouesta, San Marcos.

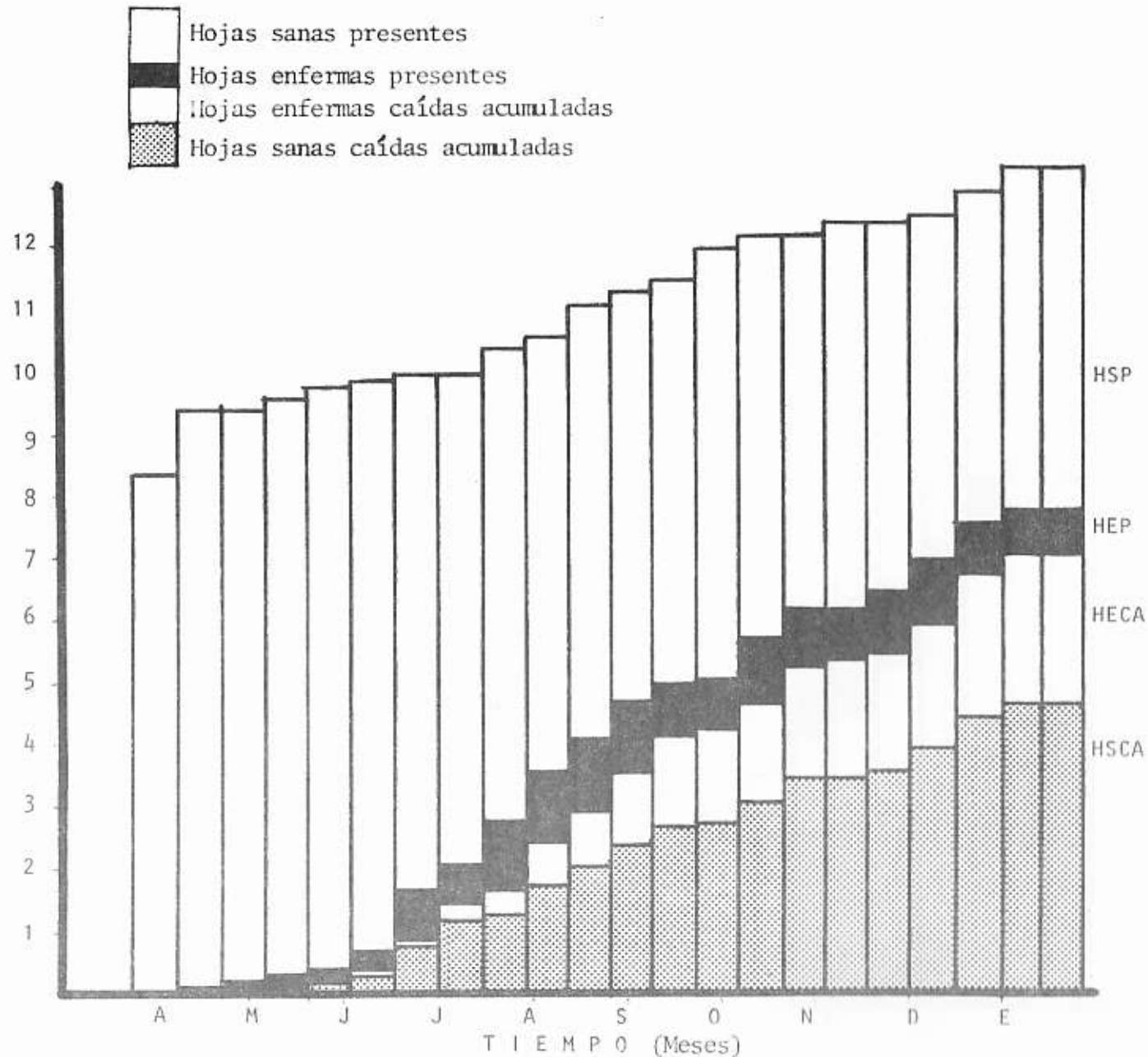


Figura 12. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas en el tratamiento 5. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

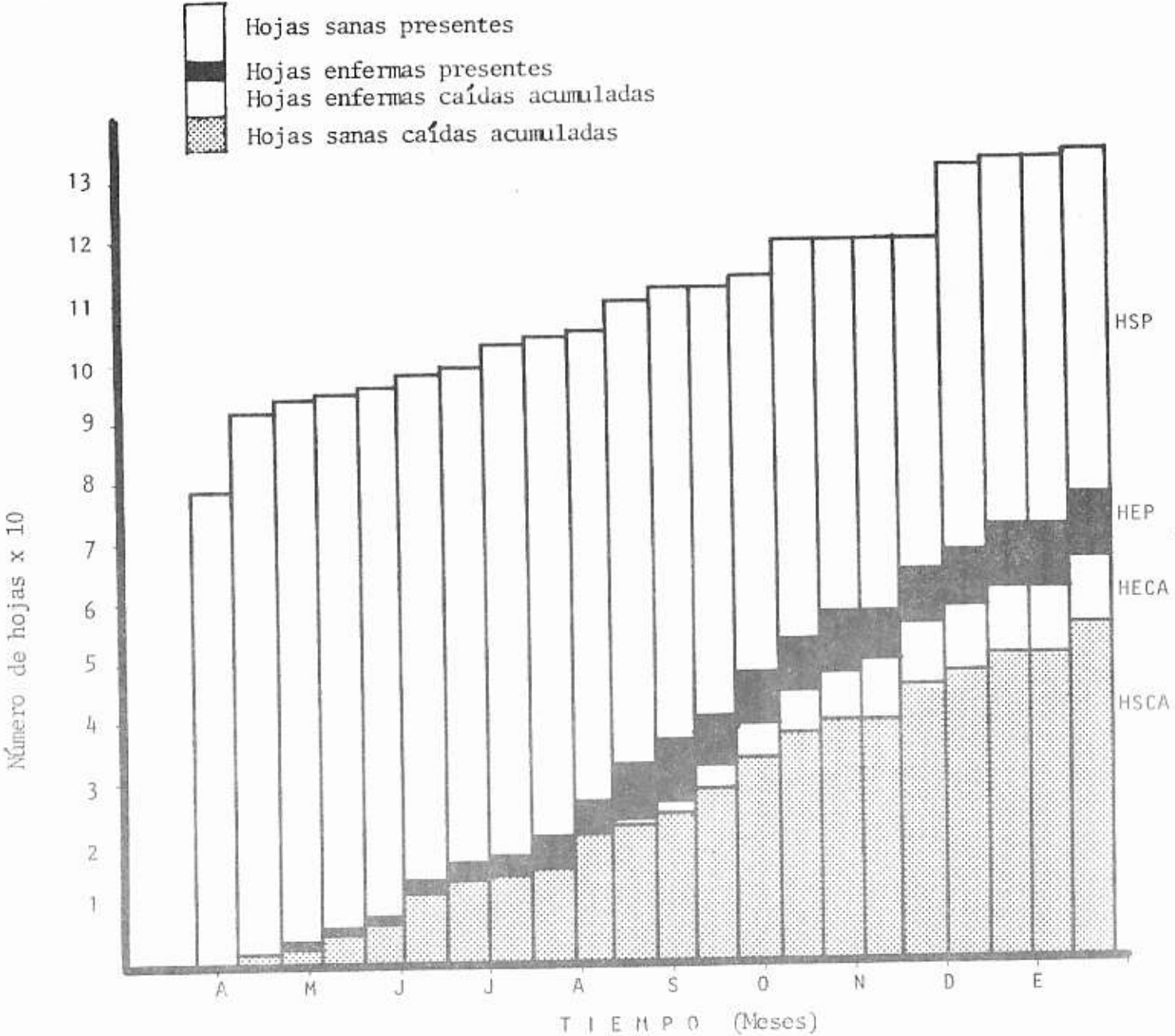


Figura 14. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas en el tratamiento 7. Fca. Nuevo Recreo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

Número de hojas x 10

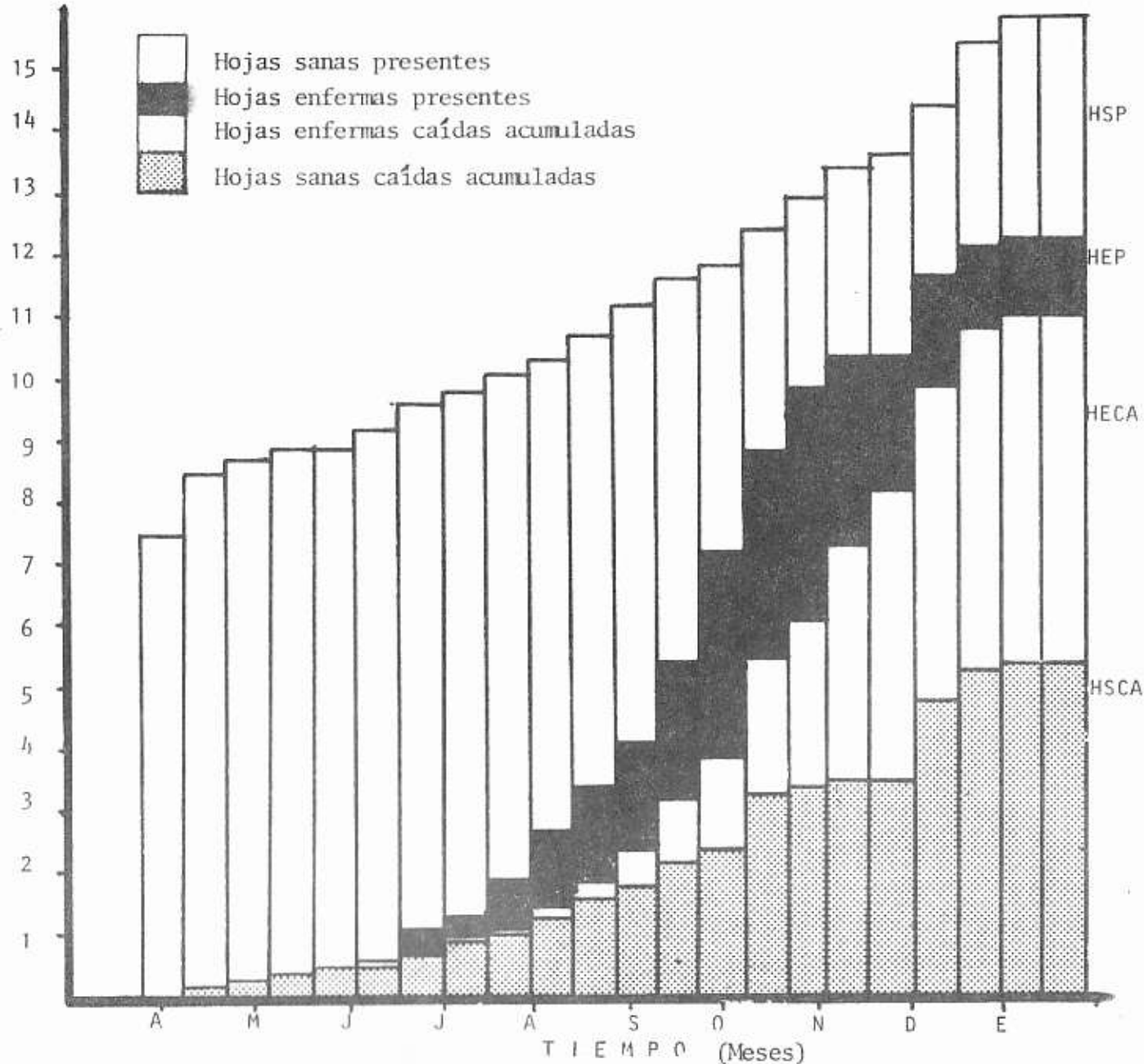


Figura 15. Histograma de barras. Hojas sanas presentes, hojas enfermas presentes, hojas enfermas caídas y hojas sanas caídas en el tratamiento 8. Fca. Nuevo Recreo. San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

| |
|------------------|
| Referencia |
| Asunto |
| |

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O