

T  
583.52  
[182g  
1978  
F.C.C.y.H.H.  
Ej-1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

GRADOS DE INFECCION CAUSADOS POR EL HONGO  
Cercospora coffeicola Berk. & Cooke  
EN CINCO VARIETADES DE CAFETO

TESIS PROFESIONAL PRESENTADA  
PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN BIOLOGIA.

POR:

GLORIA CECILIA GALVEZ S.

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR  
1978

T  
583.52  
G182g  
1978  
F.C.C. y HH

UES BIBLIOTECA CENTRAL



INVENTARIO: 10123847

092974

E.S.L

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

GRADOS DE INFECCION CAUSADOS POR EL HONGO  
Cercospora coffeicola Berk & Cooke  
EN CINCO VARIEDADES DE CAFETO

TESIS PROFESIONAL PRESENTADA PARA OPTAR  
AL GRADO DE LICENCIATURA EN BIOLOGIA POR  
GLORIA CECILIA GALVEZ SANCHEZ

ASESOR

ING. AGR. JOAQUIN FRANCISCO LARIOS. M.S.



Ciudad Universitaria, San Salvador

1978

JURADO CALIFICADOR

Ing. Agr. Joaquín Laríos Cañas M. S. (Asesor)

Lic. Krikor Harsegh Ghazarian

Ing. Agr. Ricardo Vilanova

DEDICATORIA

A MI FAMILIA: formada por un grupo de personas muy especiales, cuyo constante e incondicional apoyo y cariño hicieron posible finalizar mis estudios.

A la memoria de mi padre Tomás Enrique Gálvez y de mi hermana Lolita, con especial cariño y respeto.

AGRADECIMIENTOS

- Deseo patentizar mi agradecimiento al Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café y a su Director Ing. Miguel Muysshondt Yúdice por permitirme llevar a cabo el presente ensayo en sus -- instalaciones y haber facilitado los materiales utilizados en el desarrollo del trabajo.
  
- Al asesor, Ing. Joaquín Francisco Larios por su orientación en la buena marcha de la investigación así como la ayuda para la re dacción del informe final. Agradecimientos extensivos a los -- miembros del Jurado Lic. Krikor Barsegh Ghazarian e Ing. Ricardo Vilanova.
  
- Al personal del ISIC: Biometristas Luis Mario Cardona y Luis Felipe Martínez, por su ayuda en la preparación, análisis e interpretación de datos estadísticos; al señor Dibujante, Manuel Fr ancisco Montes; a la señora Secretaria, Guillermina de Ortiz, y a los técnicos auxiliares Belisario Angel Chávez y German Hernán-- dez. Todos ellos amigos muy especiales sin cuya desinteresada - colaboración hubiese sido difícil el desarrollo del presente tra bajo.
  
- A todas aquellas personas que de una u otra forma, moral o mate-- rialmente contribuyeron a la realización de esta Tesis. A todas ellas, reitero mi profundo agradecimiento y sincera amistad.

C O N T E N I D O

Página

RESUMEN . . . . .	ix
INTRODUCCION . . . . .	1
OBJETIVOS . . . . .	2
JUSTIFICACION . . . . .	2
REVISION DE LITERATURA . . . . .	2
El organismo causal . . . . .	4
Síntomas de la enfermedad . . . . .	5
Diseminación . . . . .	6
Distribución geográfica . . . . .	6
Generalidades sobre <u>C. coffeicola</u> y otras especies del mismo género . . . . .	7
MATERIALES Y METODOS . . . . .	9
RESULTADOS . . . . .	17
Corroboración del ataque de Cercospora . . . . .	17
Germinación . . . . .	17
Incidencia foliar de la enfermedad . . . . .	18
Observaciones en el tercer par de hojas . . . . .	20
Correlaciones . . . . .	20
DISCUSION . . . . .	23
CONCLUSIONES . . . . .	29
RECOMENDACIONES . . . . .	32
LITERATURA REVISADA . . . . .	33
APENDICE . . . . .	40

LISTA DE CUADROS

<u>TEXTO</u>	<u>Página</u>
CUADRO	
1 CARACTERISTICAS VARIETALES DE CINCO CULTIVARES DE <u>Coffea</u> EN ETAPA DE ADULTO . . . . .	13
CUADRO	
2 COEFICIENTES DE CORRELACION . . . . .	22
<u>APENDICE</u>	
CUADRO	
A-1 INCIDENCIA FOLIAR POR PLANTA EN DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS (Valores transformados, Arc.Sen $\sqrt{\%}$ ) . . .	41
CUADRO	
A-2 INCIDENCIA FOLIAR POR PLANTA EN DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS (Valores reales) . . . . .	42
CUADRO	
A-3 REACCION DE CINCO VARIEDADES DE CAFE A <u>Cercospora coffeicola</u> Berk & Cooke. OBSERVACIONES EN EL TERCER PAR DE HOJAS . . . . .	43

LISTA DE FIGURAS

<u>TEXTO</u>	
FIGURA	
1 PLANO DE CAMPO EN QUE SE INDICA LA DISPOSICION AL AZAR DE LAS REPETICIONES DE CADA TRATAMIENTO . . .	10
FIGURA	
2 SIEMBRA DE LA SEMILLA EN LOS GERMINADORES DE ARENA . . . . .	11
FIGURA	
3 SINTOMAS INICIALES PROVOCADOS POR <u>C. coffeicola</u> EN HOJAS COTILEDONALES DE <u>Coffea arabica</u> VAR. ROBUSTA . . . . .	19

FIGURA 4	COMPARACION DEL TAMAÑO DE HOJAS Y DE MANCHAS FUNGOSAS ENTRE LAS CINCO VARIEDADES ESTUDIADAS: a) <u>C. canephora</u> var. Robusta, b) <u>C. abeokutae</u> , c) <u>C. liberica</u> var. Excelsa, d) <u>C. arabica</u> var. Bourbon y e) <u>C. arabica</u> var. Pacas . . . . .	21
FIGURA 5	TAMAÑO Y FORMA DE LAS MANCHAS FUNGOSAS DESARROLLADAS SOBRE HOJAS DE <u>C. canephora</u> VAR. ROBUSTA . . . . .	25
FIGURA 6	HOJAS COTILEDONALES DE CAFETO MOSTRANDO DIFERENTES GRADOS DE ATAQUE DE CERCOSPORA. A - <u>C. canephora</u> var. Robusta B - <u>C. abeokutae</u> C - <u>C. arabica</u> var. Bourbon . . . . .	27
FIGURA 7	PLANTULAS DE <u>C. arabica</u> VAR. BOURBON, SERIAMENTE AFECTADAS POR CERCOSPORA . . . . .	28
FIGURA 8	DEFOLIACION PROVOCADA POR EL HONGO <u>C. coffeicola</u> EN PLANTULAS DE <u>C. arabica</u> VAR. PACAS . . . . .	29
FIGURA 9	DIFERENTES GRADOS DE INFECCION CAUSADOS POR <u>C. coffeicola</u> EN LAS VARIEDADES: a) <u>C. canephora</u> var. Robusta b) <u>C. liberica</u> var. Excelsa c) <u>C. abeokutae</u> d) <u>C. arabica</u> var. Bourbon . . . . .	30
FIGURA 10	DESARROLLO DE GRANDES MANCHAS PROVOCADAS POR <u>C. coffeicola</u> en PLANTULAS DE <u>C. arabica</u> VAR. PACAS . . . . .	31
<u>APENDICE</u>		
FIGURA A-1	PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS EN CINCO VARIEDADES ESTUDIADAS . . . . .	44

FIGURA A-2	INCIDENCIA FOLIAR POR PLANTA EXPRESADA EN PORCENTAJE EN CADA UNO DE LOS ESTA- DIOS DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS . . . . .	45
FIGURA A-3	INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD (EN AREAS) ALCANZADA EN EL AREA TOTAL PROMEDIO DEL TERCER PAR DE HOJAS EN CADA VARIEDAD . . . . .	46
FIGURA A-4	NUMERO DE MANCHAS POR HOJA CAUSADAS POR <u>C. coffeicola</u> EN CADA VARIEDAD . . . . .	47
FIGURA A-5	VARIEDAD BOURBON. GRADO DE ASOCIACION ENTRE AREA AFECTADA POR HOJA Y NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	48
FIGURA A-6	VARIEDAD BOURBON. GRADO DE ASOCIACION ENTRE LA SEVERIDAD DE LA MANCHA CERCOSPORA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	49
FIGURA A-7	VARIEDAD BOURBON. GRADO DE ASOCIACION ENTRE EL AREA TOTAL DE LA HOJA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	50
FIGURA A-8	VARIEDAD PACAS. GRADO DE ASOCIACION ENTRE LA SEVERIDAD DE LA MANCHA CERCOSPORA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	51
FIGURA A-9	VARIEDAD PACAS. GRADO DE ASOCIACION ENTRE EL AREA TOTAL DE LA HOJA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	52
FIGURA A-10	VARIEDAD ROBUSTA. GRADO DE ASOCIACION ENTRE LA SEVERIDAD DE LA MANCHA CERCOSPORA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	53
FIGURA A-11	VARIEDAD ROBUSTA. GRADO DE ASOCIACION ENTRE EL AREA TOTAL DE LA HOJA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA . . . . .	54

## RESUMEN

El presente trabajo fue llevado a cabo en el campo experimental del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, Santa Tecla, para determinar la incidencia y severidad de Cercospora coffeicola Berk & Cooke en cinco variedades de cafeto y evaluar la resistencia de estas variedades frente a la enfermedad.

Las especies y variedades utilizadas: *Coffea arabica*, var. Bourbon (Tekisic) y var. Pacas; C. Abeokutae; C. liberica, var. Excelsa y C. canephora, var. Robusta, presentaron manchas inducidas por Cercospora, de donde se aislaron conidias de tamaño y forma muy variables.

La incidencia foliar por planta (expresada en porcentajes) al ser estudiada en diferentes fases de crecimiento, resultó mayor a nivel de hojas cotiledonales en todas las variedades. Las variedades arábicas presentaron grados de infección mayores; Abeokutae y Excelsa presentaron grados de infección mayores; Abeokutae y Excelsa presentaron grados intermedios y Robusta se destacó por ser la menos afectada de todas. Se establecieron correlaciones entre todas las variables estudiadas, encontrándose que la severidad de la enfermedad en hojas de Robusta se asocia directamente al número de manchas fungosas, mientras que en las hojas de Pacas y Bourbon el número de manchas no necesariamente refleja la severidad del ataque ya que ésta está condicionada principalmente por el tamaño de las manchas y el área foliar afectada.

La respuesta de las variedades estudiadas al ataque de la enfermedad,

-x-

que se manifestó como diferentes reacciones de resistencia (Robusta), tolerancia (Abeokutae y Excelsa) y susceptibilidad (Pacas y Bourbon), muestra la factibilidad de establecer una selección de variedades de cafetos resistentes a C. coffeicola.

Se enfatiza entonces la importancia de considerar estos resultados como base de futuros ensayos dentro del programa de mejoramiento del --cultivo.

## INTRODUCCION

"La Mancha Cercospora del Cafeto" producida por el hongo Cercospora -- coffeicola Berk y Cooke., conocida en otros países productores de café como "Chasparria", "mancha de alho pardo", "Cercosporiosis", "mancha de hierro", etc., se ha constituido desde hace muchos años, como un grave problema para la caficultura nacional, considerándosele actualmente la segunda en importancia (el primer lugar lo ocupa el "mal del talluelo"; Rhizoctonia solani) dentro del grupo de enfermedades reportadas para el cafeto en nuestro país; principalmente produce graves pérdidas en las etapas de semillero y vivero, ocasionando serias defoliaciones, debilitamiento de las plantas e incluso la muerte de las mismas.

Aunque se sabe que este patógeno es capaz de atacar un gran número de especies y variedades de cafetos, no se tiene hasta el momento una selección completa de las mismas en cuanto a los grados de severidad que el hongo pueda desarrollar en estas plantas ya que las mismas presentan marcadas diferencias morfológicas, sobre todo en el área foliar. No existen actualmente en nuestro país, trabajos completos de Etiología ni Epifitiología del C. coffeicola ya que se le ha dado mayor --- énfasis a la evaluación de productos químicos para su control, sin buscar otras alternativas que disminuyan la intensidad de las pérdidas por la enfermedad.

## OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo fueron:

- a) Determinar la incidencia y tipos de infección provocados por C. coffeicola en cinco variedades de cafeto, basándose en la relación entre el área total foliar y el número y tamaño de las manchas -- fungosas.
- b) Evaluar la resistencia de cinco variedades de cafeto a ataques de C. coffeicola.

## JUSTIFICACION

Este trabajo servirá de base para el posterior estudio del comportamiento del C. coffeicola en aquellas variedades de cafeto que por su resistencia a la Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) están siendo introducidas al país y que aparentemente se muestran más susceptibles a la "Mancha Cercospora".\*

Con los resultados obtenidos se podrá establecer una selección de variedades con resistencia a la enfermedad; también contribuirán en el programa de mejoramiento del cultivo, lo que nos llevará a un control integrado más eficiente de la enfermedad.

## REVISION DE LITERATURA

En el estudio sobre C. coffeicola en nuestro país, la atención se ha concentrado en la evaluación de fungicidas que ofrecen mejor control

\* Bettencourt, A.J. Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto, Oeiras, Portugal. Comunicación personal.

a la enfermedad; desde 1962 se han realizado ocho ensayos (13) en donde se han destacado productos como Antracol, Ferbam, Benlate (Benomyl), etc. La evaluación de la efectividad de los mencionados productos se ha basado en los porcentajes de plantas con manchas fungosas, haciendo los conteos cada 15 a 20 días después de cada aplicación. Valencia -- (32) en Colombia, haciendo un estudio comparativo de las defoliaciones provocadas por ataques de C. coffeicola y por las aplicaciones de -- Ethrel (EPEPHON), utilizó, para determinar los índices de infección, -- la fórmula:

$$I = \frac{\text{No. hojas enfermas} \times \text{No. manchas}}{\text{No. total de hojas}}$$

También Pavan et al en Brasil (21), al estudiar la incidencia de la en enfermedad en 25 cultivares de C. arabica, consideraron el número de man chas por hoja, el número de plantas atacadas y el diámetro de las man chas. Todos estos trabajos se han realizado solamente en variedades y cultivares de C. arabica o sea con morfologías foliares más o menos -- uniformes.

Para la selección de variedades resistentes de otros cultivos, frente a otras enfermedades, el grado de daño se ha evaluado de diferentes ma neras; por ejemplo: para la "tristeza del tomate", causada por Fusarium, Walker y Foster (33), calificaron los síntomas con números de 1 a 5, -- donde 1 fue para las plantas sanas y 5 para plantas muertas. Para el caso de Cercospora beticola en la remolacha azucarera, Stevenson y -- Jones (29) reportan como plantas resistentes aquellas que muestran me-- nos manchas en una hoja; dichas manchas son más pequeñas y no tienden

a coalescer. Stover y Fulton (30) relacionaron los sitios de infección al desarrollo de la hoja (en áreas) y el tipo de esporas al estudiar los daños producidos por Mycosphaerella musicola Leach. en el banano. Posteriormente en 1975, Siddiquí et al (26) lograron elaborar claves gráficas para los índices de infección de Puccinia helianthi y Albugo tragopogi, dos enfermedades foliares del girasol, basándose en el porcentaje alcanzado por los daños dentro del área total de la hoja.

#### El organismo causal

El estado perfecto de este patógeno se denomina Mycosphaerella coffeicola Cooke (35); es raramente encontrado; se le clasifica dentro de la división Eumycota, subdivisión Ascomycotina, clase Loculoascomycetes y orden Dothideales (22). Sus peritecios son escasos, parcialmente embebidos en el tejido foliar; las ascas contienen 8 ascosporas, las cuales son hialinas, fusiformes, bicelulares y suavemente estranguladas en la septación (35).

En Cercospora coffeicola Berk y Cooke, la fase imperfecta del hongo, - sinónimo Cercosporina coffeicola (Berk y Cooke) Speg (31) se le clasifica dentro de la división Eumycota, subdivisión Deuteromycotina, clase Deuteromycetes (sinónimo Hyphomycetes) y orden Moniliales (sinónimo Hyphales) (22). Produce conidias que son hialinas, bastante largas, multiseptadas, obclaviformes, de base truncada o subtruncada y de punta aguda; con medidas muy variables que oscilan entre 75 x 3 <sup>4</sup> (35) hasta 200 x 4 <sup>1</sup>; (21).

El estroma (5) de aproximadamente 50  $\mu$  de diámetro lo forman un grupo de células de forma irregular o redondeadas, de color café oscuro, a partir del cual se desarrollan los conidióforos también de color café, -- más claros hacia la punta, geniculados y a veces ramificados, multiseptados, generalmente agrupados en fascículos (5, 35). Su tamaño es tan variable como el de las conidias al igual que en otras especies de -- Cercospora, esto está determinado por las condiciones ambientales especialmente la humedad (2, 6, 14, 17, 35) la que influye también en la cantidad de esporulación del hongo (32). El hongo hace su penetración al hospedero por medio de los estomas (4, 6, 17) en el envés de la hoja; al establecerse en el hospedero se nota que las células guardas de los estomas y algunas células vecinas se deforman y el micelio, una -- vez ha penetrado, se extiende lateralmente en el mesófilo (7). La esporulación es anfigena, en algunos casos más abundante en el envés (5, 6).

#### Síntomas de la enfermedad

Los síntomas de la enfermedad se desarrollan en hojas y frutos; en la hoja, las manchas son circulares que comienzan como pequeñas puntuaciones necróticas y avanzan hasta alcanzar varios milímetros de diámetro. Estas manchas son localizadas de color café marrón, con anillos concéntricos que se tornan grises hacia el centro, a medida que envejece la mancha; generalmente esta última presenta un halo o aureola clorótica a su alrededor (5, 6, 7). En los frutos, los daños se inician en la parte más expuesta al sol, notándose una depresión inicial que poco a poco se necrosa, acelerando el amarillamiento de los frutos; éstos --

pueden caer o quedar adheridos a las ramas, pero su peso es más liviano y la pulpa en la parte afectada queda fuertemente adherida al endospermo (pergamino) (6), alterando la calidad del grano (32).

Entre las condiciones que se mencionan como favorables para el desarrollo del hongo se encuentran: la alta incidencia de la luz solar, humedades relativas bastante altas en el momento de la esporulación (98% - H. R.), temperaturas promedio entre los 22° y los 30°C, suelos con escasa capacidad de retención de agua, deficiencias nutritivas de la planta, sobre todo en elementos como azufre, boro, y nitrógeno, mayores distanciamientos de siembra, etc. (6, 7, 8, 17, 37). Todas estas condiciones son reportadas en común por otros autores para otras especies de Cercospora (2, 30, 34).

#### Diseminación

Las conidias, producidas generalmente al centro de las manchas fungosas, se desprenden de los conidióforos por medio de sacudidas, aire en movimiento (10) o por el impacto de las gotas de lluvia (6) responsables por la diseminación del patógeno en la misma planta y las vecinas. A grandes distancias, las conidias son transportadas por el viento, aunque algunos autores sostienen que la transmisión se efectúa por medio de la semilla (6, 9).

#### Distribución geográfica

La "mancha Cercospora" se encuentra presente en todos los países productores de café (7, 22). De esta enfermedad, una de las principales entre las 40 que atacan el cultivo, se han reportado fuertes ataques --

en América Central (20, 36), Colombia y Brasil, causando mayores problemas en los semilleros, viveros y cafetos establecidos, principalmente en cultivos a pleno sol (4, 8, 19).

Generalidades sobre C. coffeicola  
y otras especies del mismo género

El C. coffeicola fue descrito por Berkeley y Cooke en 1881 a partir de material colectado por Morris en Jamaica; poco después, en 1904 y 1911, se describieron otras especies como Cercospora coffeae Zimm y Cercospora herrerana Farneti (5, 23); sin embargo, Delacroix en 1911, haciendo un estudio comparativo, consideró estas especies como sinónimas de C. coffeicola (23). También los síntomas de la enfermedad fueron atribuidos a una especie de Ramularia por Goeldi (1888) al hacer la primera referencia de la enfermedad en Brasil (23); estos dos sinónimos C. herrerana Farneti y Ramularia goeldiana Sacc., los menciona también Alvarado (1) en una de las primeras referencias sobre la enfermedad en El Salvador. Bitancourt (3) en 1958, en base al tamaño, forma de las manchas, tamaño de las conidias y los conidióforos, hace la diferencia entre la "tercosporiosis" causada por C. coffeicola y la "mancha de ojo pardo" provocada por C. coffeae. Esta teoría era apoyada por A. Saccas de la Estación Experimental de Boukoko, Africa Ecuatorial Francesa y más tarde fue rebatida por Robbs et al (23) quienes no encontraron diferencias en cepas de Cercospora aisladas de cafetos y por Echandi (6) que sostiene que el tamaño de los conidióforos y las conidias en el género Cercospora, tiene muy poco o ningún valor taxonómico.

A este respecto, en trabajos realizados en C. nicotianae, Johnson y -- Valieu (14) observaron que aislamientos obtenidos de 16 especies de -- plantas pertenecientes a 11 familias, desarrollaron los típicos síntomas de la Cercospora al inocularlos en hojas de tabaco y además dichos aislamientos no se pudieron distinguir por las características de la colonia o por tamaño o formas de las esporas.

Basándose en lo demostrado por Welles, quien hizo inoculaciones provenientes de Phaseolus lunatus en 13 especies representando 12 géneros de plantas de 5 familias diferentes, obteniendo infección en todas las especies, Johnson y Valieu (14) concluyen que la especie de Cercospora que ataca el tabaco es polífaga y que sucede lo mismo con muchas otras especies como C. apii, C. beticola, etc., existiendo una sinonimia entre ellas ya que desarrollan características morfológicas y patogénicamente similares a C. nicotianae.

Echandi (6) logró provocar lesiones en Ricinus comunis L. y en Leonurus sibiricus L., a partir de inóculo de C. coffeicola. Es posible entonces que exista una gama muy amplia de hospederos para esta especie, como la encontrada para C. nicotianae.

Se han efectuado muy pocos trabajos en la búsqueda de cultivares de -- café que presenten resistencia a los ataques de C. coffeicola. Se ha demostrado en C. beticola que se puede obtener resistencia varietal a daños causados por las epifitias de este género (28, 29) de la misma manera que se han obtenido líneas resistentes de otras plantas frente

a otras enfermedades (29, 33, 38). Se sabe que C. coffeicola provoca daños en muchas de las especies y variedades del género Coffea (5, 6) y la literatura sólo reporta el reciente trabajo de Pavan et al (21) donde ya se mencionan siete cultivares dentro de la especie C. arabica, las cuales presenten cierta tolerancia al ataque del hongo.

#### MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se comenzó en junio de 1976 en la estación experimental del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café (ISIC), - Santa Tecla a 940 metros sobre el nivel del mar. Constó de cinco tratamientos con 10 repeticiones con diseño estadístico de bloques al -- azar (Figura 1). En cada parcela se tuvieron 6 surcos de plántulas, siendo los dos centrales los efectivos y los cuatro restantes las bor-das correspondientes. Se procedió a la siembra de la semilla en eras con arena levada de río (Figura 2), colocando 55 semillas por surco; haciendo un total de 330 semillas por parcela. Las eras medían 11 metros de largo por un metro de ancho, dejando un espacio de 7 cm. entre surcos y 10 cm. entre parcelas.

FIGURA - 1

PLANO DE CAMPO EN QUE SE INDICA LA DISPOSICION AL AZAR  
DE LAS REPETICIONES DE CADA TRATAMIENTO.

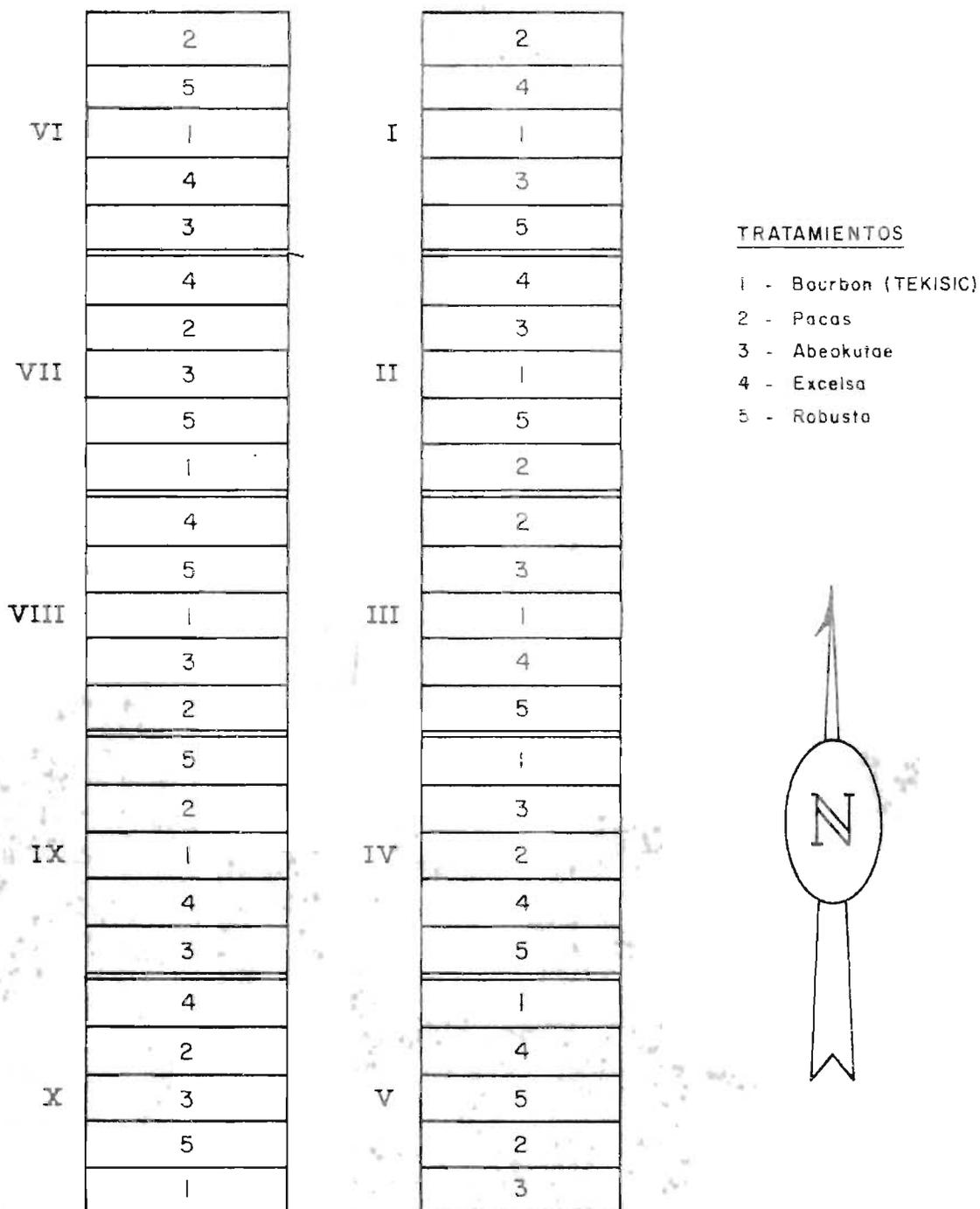




FIGURA 2 Siembra de la semilla en los germinadores de arena.

Los tratamientos fueron los siguientes:

<u>No.</u>	<u>Tratamiento</u>
1	<u>Coffea arabica.</u> var. Bourbon (TEKISIC)
2	<u>Coffea arabica.</u> var. Pacas
3	<u>Coffea abeokutae</u>
4	<u>Coffea liberica.</u> var. Excelsa
5	<u>Coffea canephora.</u> var. Robusta

Las variedades, cada una de las cuales constituía un tratamiento, fueron expuestas al inóculo natural de Cercospora que es siempre abundante en la zona, por lo que no se tuvo que recurrir a una inoculación artificial.

Los tratamientos 1 y 2 corresponden a las variedades más explotadas comercialmente en el país; las tres restantes, consideradas variedades de "porte alto" se utilizan actualmente como patrones porta-injerto. Las características varietales de estas plantas se encuentran resumidas en el Cuadro 1.

La eras se trataron ocho días antes de la siembra con PCNB (Pentacloro nitrobenzeno) 50% a razón de 60 gramos por metro cuadrado y con Furadán 5% (Carbofurano) en la dosis de siete gramos por metro cuadrado para evitar pérdidas por "Mal del Talluelo" Rhizoctonia solani y por nemátodos Pratylenchus Coffeae, respectivamente.

A este ensayo no se le hizo ninguna aspersion foliar de fungicidas para controlar la enfermedad, ni se le hizo fertilizaciones de ningún tipo.

En cada parcela se registró:

- a) Número de plantas germinadas.
- b) Número de plantas perdidas por "mal del talluelo".

CUADRO 1 "CARACTERISTICAS VARIETALES DE CINCO CULTIVARES\* DE COFFEA EN ETAPA DE ADULTO"

	TAMAÑO		FORMA	
	Tallo	Hojas	Flores	Fruto
<u>Coffea arabica</u> var. Bourbon(16)	Hasta 7 m. alto. Forma cónica o irregular.	7-17 cm. largo. 3-8 cm. ancho. Elípticas o lanceoladas.	6-12 mm. largo. 3-4 mm. largo. 4-12 flores por axila. Color blanco con 5 pétalos.	10-17 mm. largo. 8-4 mm. ancho. Forma subglobosa. Disco muy pequeño.
<u>Coffea arabica</u> var. Pacas**	Menor tamaño que Bourbon. 2-3 m. alto. Forma cónica o irregular.	Más grandes, anchas y oscuras que el Bourbon. 15cm. largo y 6 de ancho.	Similar que el Bourbon. 6-10 flores por axila.	De mayor tamaño que el Bourbon. Forma subglobosa. Disco pequeño.
<u>Coffea liberica</u> var. Excelsa (16)	Hasta 20m. de alto. Forma cónica o piramidal.	8-40cm. de largo. 5-15cm. de ancho. Ovals u obovadas.	8-20mm. largo. 3-8 mm. ancho. 10-24 flores por axila. Más de 5 pétalos.	15-20 mm. largo. 8-22 mm. ancho. Forma oblonga o elipsoidal. Disco muy desarrollado.
<u>Coffea abeoku-tae</u> (16)	10-12 m. alto. Forma cónica o piramidal.	31-36 cm. de largo. 11-17 cm. ancho. Forma oval.	Más grandes que en Excelsa. Lobadas. 17 flores por axila. 5-8 pétalos.	10-25 mm. largo. 10-20 mm. ancho. Elipsoidal. Liso, con prominencias longitudinales.
<u>Coffea canephora</u> var. Robusta (16)	Hasta 22m. de alto. Forma irregular. Multicaule.	12-25 cm. de largo. 5-12. de ancho. Forma elíptica u oblonga.	10-15 cm. largo. 24 cm. ancho. Más de 5 pétalos.	8-16 mm. largo. 7-12 mm. ancho. Elipsoidal o subgloboso. Disco pequeño y prominente.

\* "Cultivar" es un término equivalente de "variedad", cuyo uso no connota valor comercial. Ambos términos "variedad" y "cultivar" se aplican a variaciones naturales debidas a mutaciones y a híbridos naturales y artificiales, intervarietales e interespecíficos (16).

\*\* Observaciones hechas en campo experimental del ISIC en plantas de 3-4 años.

En los surcos efectivos:

- c) Número de plantas con las hojas cotiledonales manchadas.
- d) Número de plantas con el primer par de hojas verdaderas manchadas.
- e) Número de plantas con el segundo par de hojas verdaderas manchadas.
- f) Número de plantas con el tercer par de hojas verdaderas manchadas.
- g) Número de manchas por hoja en cada etapa de crecimiento en una --- muestra de 25 hojas por variedad.
- h) Area foliar afectada en el tercer par de hojas, a través del proce-  
dimiento siguiente:

De cada tratamiento, en las 10 replicaciones, se cortaron, completamente al azar, cinco hojas correspondientes al tercer par hasta completar un número de 50; se colocaron en una bolsa de papel de donde, también al azar, se tomó una submuestra de 25 hojas. A ca-  
da una de estas hojas se le contó el número de manchas y se deter-  
minó el tamaño de cada mancha, por la lectura de sus diámetros --  
opuestos en un microscopio estereoscópico (15). Posteriormente,  
en una cámara de luz se trazó la silueta de cada hoja en papel ve-  
getal para la determinación del área total de la hoja con la ayuda  
de un planímetro.

Existen varios métodos para calcular el área foliar pero el método ---

planimétrico es el más exacto (12).

Dado que las manchas foliares provocadas por C. coffeicola son generalmente circulares, se utilizó la fórmula  $\pi r^2$  para calcular el área de cada mancha (15) y tenemos así:

Area del círculo =  $\pi r^2$  (fórmula inicial)

$$\pi = 3.1416 \text{ (constante)}$$

R = Area de cada mancha.

D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> = Lectura de los diámetros opuestos de cada mancha (en cm.)

$\frac{D_1}{2}$  y  $\frac{D_2}{2}$  = Radios de la mancha fungosa.

Sustituyendo en fórmula inicial

$$R = \left( \frac{D_1 + D_2}{2} \right)^2 \times 3.1416$$

Fórmula para determinar el porcentaje de área afectada.

$$X = \frac{R}{AT} \times 100$$

De donde X = % de área afectada.

R = Sumatoria de las áreas manchadas en una hoja.

AT = Area total de la hoja.

Los datos se obtuvieron a los 75, 92, 109, 128 y 149 días después de

la siembra y se efectuó el análisis de varianza correspondiente. Snedecor (27) menciona que cuando los datos obtenidos presentan una distribución binomial, como en este caso, éstos tienen que transformarse a Arco Seno de la raíz del porcentaje ( $\text{Arc Sen} \sqrt{\%}$ ) para lograr acercarnos a la forma normal de distribución y pueda efectuarse el Análisis de Varianza; el mismo autor (27) afirma que si la mayoría de los porcentajes están arriba del 50%, se podría ahorrar tiempo en los cálculos si se trabaja con plantas sanas en lugar de plantas afectadas (complemento); no obstante, los resultados que se detallan más adelante, han sido interpretados en los valores reales obtenidos (plantas afectadas).

Para lograr una mejor comprensión de los datos obtenidos en el tercer par de hojas verdaderas se establecieron correlaciones entre las variables estudiadas en las submuestras (25 hojas) de todas las variedades de café. Con estos resultados se elaboraron los gráficos para las variedades Bourbon, Pacas y Robusta, que fueron las que presentaron correlaciones significativas.

Para comprobar si la mancha fungosa observada en las hojas de las variedades en estudio, se debía a un ataque de Cercospora coffeicola, se prepararon cajas de Petri con AHZ (Agar, hojas de zanahoria) (7) donde se colocaron pequeños trozos de hojas, provenientes de las cinco variedades con los daños bien desarrollados.

## RESULTADOS

### Corroboración del ataque de Cercospora

El las cajas de Petri con el inóculo, colocadas a la temperatura ambiente del laboratorio, se observó, después de tres días, el desarrollo inicial de las colonias. Seis días después de la siembra se obtuvo un desarrollo abundante de micelio blanco grisáceo, más oscuro cerca del medio cultivo; este último se había tornado de un color café intenso, casi rojizo probablemente debido a la presencia de "Cercosporina", toxina que segrega el hongo in vitro ya sea sobre AHZ(7) o sobre PDA más estreptomycin (23).

Se hicieron mediciones de las conidias formadas en los cultivos y en material fresco. El tamaño promedio fue de 89 x 3  $\mu$ , siendo el más pequeño 69 x 2  $\mu$  y 105 x 4  $\mu$  el más grande. La forma de la conidia varió notablemente desde la forma de una aguja filiforme, casi recta, hasta una forma muy parecida a la conidia de Alternaria con su célula basal bien desarrollada.

### Germinación

El análisis estadístico (valores reales) detectó diferencias altamente significativas (0.01), resultando con más alto porcentaje de semilla germinada la variedad Bourbon; Excelsa, Abeokutae y Paças quedaron en niveles intermedios, resultando con menor porcentaje la variedad Robusta (Figura A-1\*, Cuadro A-2\*).

-----  
\* Los números de los cuadros y figuras precedidos con la letra A indican que se encuentran en el Apéndice).

Incidencia foliar de la enfermedad

Los resultados del Análisis de Varianza con los datos complementarios (plantas sanas) transformados en  $\text{Arc Sen } \sqrt{\%}$  se resumen en el Cuadro A-1. El análisis respectivo mostró los resultados siguientes (interpretado en los valores reales):

a) Porcentaje de plantas con hojas

cotiledonales afectadas:

Se detectaron diferencias altamente significativas (0.01) a favor de la variedad Robusta (Figura 3), la que obtuvo menor porcentaje de plantas afectadas en comparación con las demás entre las que no se detectan diferencias estadísticas; sin embargo, se observa que el Bourbon presenta el mayor porcentaje de plantas afectadas (Figura A-2, Cuadro A-2).

b) Porcentaje de hojas con el primer

par de hojas verdaderas afectadas:

La variedades Pacas y Abeokutae resultaron significativamente más afectadas (0.01) que Robusta y Excelsa, mientras que Bourbon obtuvo niveles intermedios sin diferencias significativas con las cuatro variedades antes mencionadas.

c) Porcentaje de plantas con el segundo

par de hojas verdaderas afectadas:

Se detectaron diferencias altamente significativas (0.01) en las variedades Bourbon, Pacas y Excelsa que presentan el mayor porcentaje de plantas afectadas con respecto a Robusta. No se encontraron diferencias entre las tres primeras ni entre Robusta y Abeokutae (Figura A-2, Cuadro A-2).



FIGURA 3 Síntomas iniciales provocados por C. coffeicola en hojas cotiledonales de Coffea arabica var. Robusta.

d) Porcentaje de plantas con el tercer

par de hojas verdaderas afectadas:

También este análisis detectó diferencias altamente significativas -- (0.01), resultando con mayor porcentaje de plantas afectadas la variedad Excelsa y con menor porcentaje, la variedad Robusta; Pacas, Bourbon y Abeokutae ocuparon los lugares intermedios (Figura A-2, Cuadro No. A-2).

#### Observaciones en el tercer par de hojas

Porcentaje área afectada:

El porcentaje promedio del área afectada por hoja fue mucho mayor en Pacas y Bourbon; Robusta obtuvo el menor valor (Figura A-3, Cuadro No. A-3).

Número de manchas por hoja:

El número promedio mayor de manchas por hoja correspondió a Robusta, Abeokutae y Excelsa (en ese orden); este número fue bastante inferior en Bourbon y Pacas (Figura A-4, Cuadro No. A-3).

La variedad Robusta alcanzó el mayor promedio de área foliar total; -- Abeokutae y Excelsa obtuvieron valores intermedios, siendo Pacas y Bourbon marcadamente las más pequeñas (Figuras 4 y A-3, Cuadro No. A-3).

#### Correlaciones

a) Correlación entre el número de manchas

por hoja y porcentaje de área afectada:

Para estas dos variables se detectó una asociación altamente sig--

nificativa (1%), negativa para las variedades Bourbon y Pacas; en la variedad Robusta, ésta fue sólo significativa pero de sentido positivo (Cuadro 2).

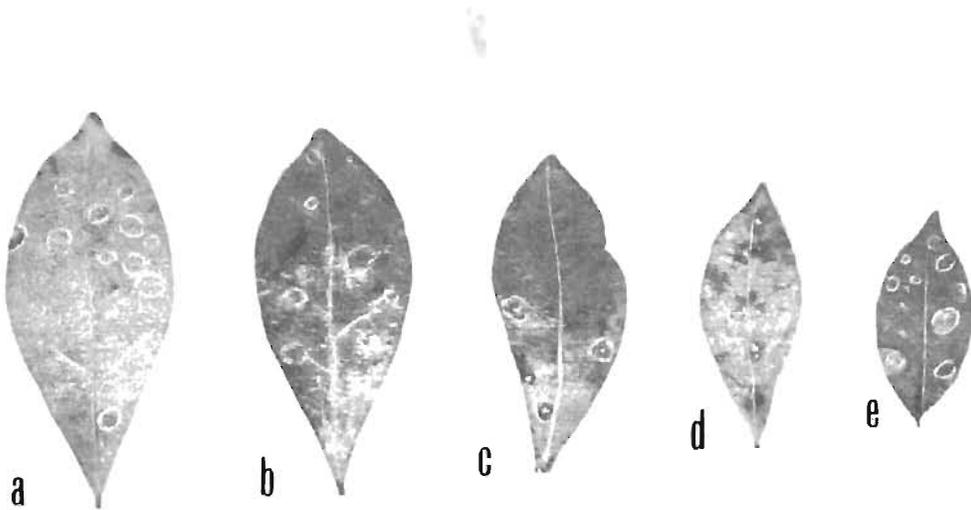


FIGURA 4 Comparación del tamaño de hojas y de manchas fungosas entre las cinco variedades estudiadas: a) C. canephora var. Robusta, b) C. a-beokutae, c) C. liberica var. Excelsa, d) C. arabica var. Bourbon y e) C. arabica var. Pacas.

b) Correlación entre el número de manchas por hoja y el área total afectada por hoja:

Se detectó una correlación altamente significativa (1%) negativa para la variedad Pacas; sólo significativa (5%) también negativa para Bourbon. Esta relación resultó altamente significativa (1%) positiva para Robusta.

CUADRO 2 - COEFICIENTES DE CORRELACION

	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>
BOURBON	-0.5258**	-0.4752*	0.4958*	-0.2737
PACAS	-0.6608**	-0.6264**	-0.0696	0.2400
ABEOKUTAE	-0.3781	-0.2969	0.2719	0.2359
EXCELSA	-0.1384	-0.1876	-0.1699	-0.0824
ROBUSTA	0.4367*	0.5456**	0.0747	0.1554

r<sub>1</sub> = No. de manchas por hoja (x) - % área afectada (y)

r<sub>2</sub> = No. de manchas por hoja (x) - Area total afectada por hoja (y)

r<sub>3</sub> = No. de manchas por hoja (x) - Area total por hoja (y)

r<sub>4</sub> = Area afectada por hoja (x) - Area total por hoja (y)

\* = Significativa al 5% de probabilidad.

\*\* = Altamente significativa al 1% de probabilidad.

c) Número de manchas por hoja  
y área total por hoja:

Se detectó una asociación significativa (5%) positiva solamente en la variedad Bourbon (Cuadro A-2).

d) Area afectada por hoja y  
área total por hoja:

Para estas dos variables no se detectó ninguna asociación significativa en las variedades estudiadas.

#### DISCUSION

El hecho de que la variedad Robusta presentase un mayor porcentaje de semillas sin germinar en este trabajo, se puede atribuir a la pérdida de humedad durante el almacenamiento en dicha semilla, lo que afectó sensiblemente su viabilidad.

En la corroboración del agente causal se detectaron diferencias notorias en cuanto al tamaño de las conidias desarrolladas a partir de lesiones en todas las variedades estudiadas sin establecerse ningún patrón definido en ninguna de ellas.

Todas las variedades mostraron los síntomas típicos de la enfermedad, lo que corrobora lo demostrado por Echandi (6), que el C. coffeicola es capaz de atacar las especies de C. arabica, C. abeokutae, C. liberica, y C. canephora. Dentro de estas especies están presentes, variedades y cultivares que pueden presentar diferencias en su reacción al

ataque de la enfermedad; existen ya dentro de la especie C. arabica, -- los cultivares LC1122/7, LC1166/7, LC1474, LC1151/4, LC1130 y LP494/6. seleccionados de un grupo de 25 cultivares por Pavan et al (21) en Brasil, los cuales mostraron un grado menor de severidad que los otros.

Para la variedad Bourbon, en la correlación entre el área afectada por hoja y el número de manchas por hoja (Figura A-5), se observa una tendencia negativa, ya que a menor número de manchas por hoja, el área -- afectada fue mayor; lo mismo sucede entre el porcentaje del área afectada por hoja y el número de manchas por hoja (Figura A-6). En la misma variedad, la correlación tiene una tendencia positiva entre el área total de la hoja y el número de manchas; a mayor área foliar ocurrió -- mayor cantidad de manchas (Figura A-7).

En la variedad Pacas, a mayor número de manchas por hoja, el porcentaje del área afectada por hoja fue menor (Figura A-8). Lo mismo ocu--rrió entre el área total afectada y el número de manchas por hoja (Figura A-9).

Para la variedad Robusta, en la correlación entre el porcentaje del -- área afectada y el número de manchas por hoja, se observa una tendencia positiva (Figura A-10); a mayor cantidad de manchas, mayor porcentaje de área afectada. El mismo resultado se obtuvo entre el área total -- afectada y el número de manchas por hoja (Figura A-11).

En los resultados obtenidos, la variedad Robusta se destaca al ----

presentar un grado de afección menor que las otras variedades, siendo el Bourbon la más afectada. En este último y en la variedad Pacas se observa que a pesar de mostrar menor número de manchas fungosas, el área abarcada por éstas fue mucho mayor que en Robusta, que presentó mayor número de manchas, pero de tamaño pequeño y sin tendencia a coalescer (Figura 5); esto se menciona para plantas resistentes a otros géneros de *Cercospora* (28,29).

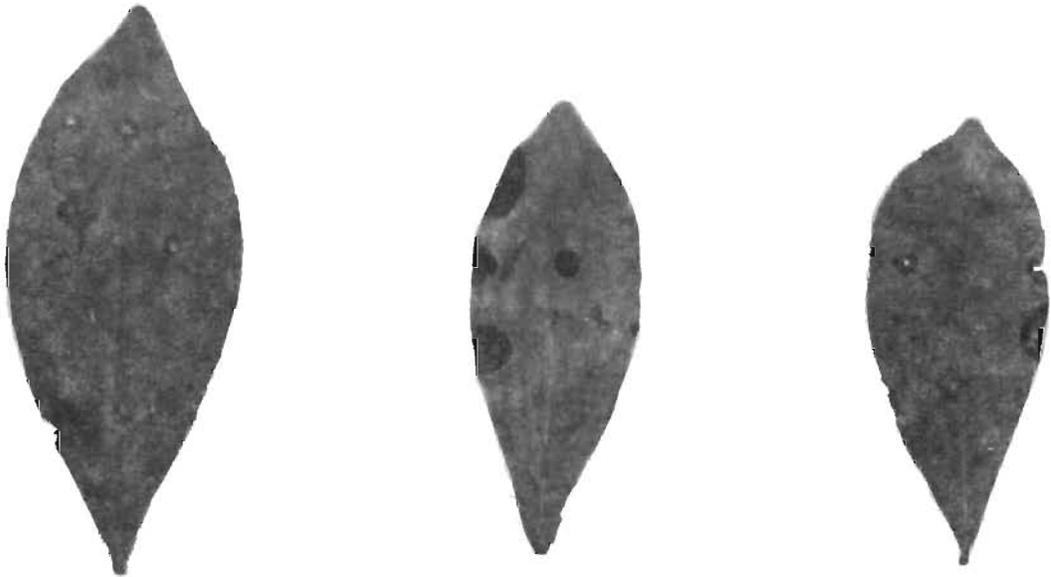


FIGURA 5 Tamaño y forma de las manchas fungosas desarrolladas sobre hojas de *C.canephora* var. Robusta.

La resistencia parcial que una determinada planta o variedades de plantas presentan al ataque de enfermedades foliares, se ha asociado a su contenido de la enzima Polifenoloxidasa (11). Sa

rasola (24) menciona que el hongo Cercospora sp. produce enzimas pectolíticas, las cuales son inactivadas por la oxidación y polimerización fenólica realizada por la polifenoloxidasas; así, el patógeno es incapaz de seguir creciendo más en el tejido del hospedero y el resultado es una mancha localizada. Esto pudo ser el motivo por el cual las manchas en la variedad Robusta (Figura A-11) resultaron ser las más pequeñas, manifestando un grado de severidad menor que en las variedades Bourbon y Pacas, donde el número de manchas fue menor (Figura A-4), pero el tamaño de las mismas fue más grande, presentando la enfermedad una incidencia mayor (Figura A-3).

Es importante hacer notar aquí que la incidencia a nivel de hojas cotiledonales (donde se encuentra mayor cantidad de materiales de reserva, almidones desdoblándose en azúcares) (18) en todas las variedades, fue mayor que en los demás estadios de crecimiento (Figura 6 y A-2).

Si a estos resultados unimos las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo, como son: a) que las plantas se encontraban en suelos con poca retención de agua y de contenido nutricional muy bajo; b) que el distanciamiento entre las plantas de la variedad Robusta fue mayor dado el bajo índice de germinación de la semilla; c) que todas las variedades fueron expuestas a una alta incidencia solar. Todas estas condiciones mencionadas por otros autores (2, 6, 7, 8, 17, 32) como las más favorables para un fuerte ataque de la enfermedad, observamos que

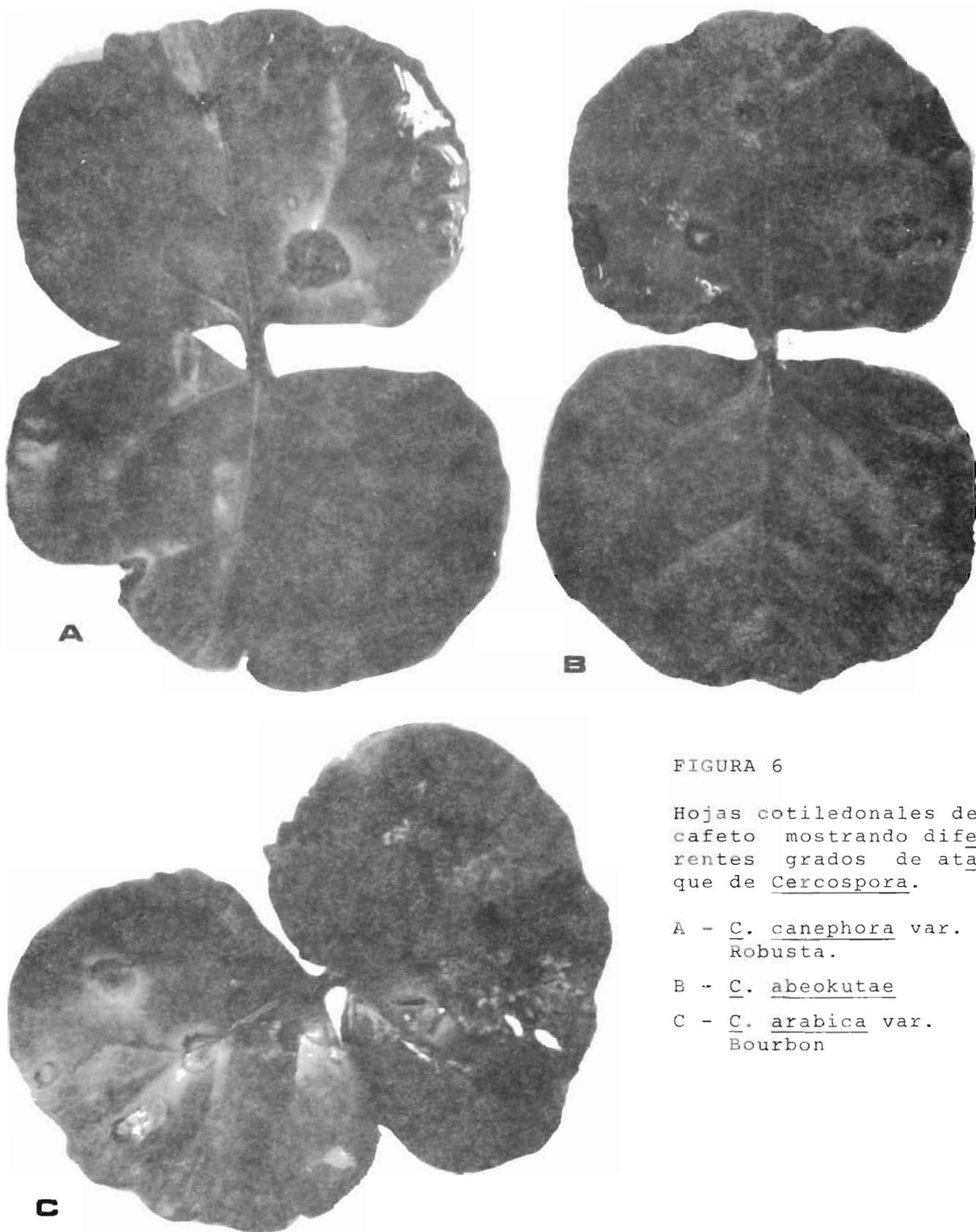


FIGURA 6

Hojas cotiledonales de  
cafeto mostrando dife-  
rentes grados de ata-  
que de Cercospora.

A - C. canephora var.  
Robusta.

B - C. abeokutae

C - C. arabica var.  
Bourbon

la variedad Robusta aventaja a las otras en cuanto a su comportamiento frente al ataque de C. coffeicola, sobre todo a las variedades arábicas (Bourbon y Pacas) en las que la severidad de la enfermedad llegó a provocar defoliación (Figuras 7 y 8). Es posible entonces que en el futuro se pueda establecer una selección de variedades de cafetos resistentes a C. coffeicola como se ha hecho para otras especies de plantas frente a otras enfermedades (29); resistencia que puede estar condicionada por factores morfológicos, bioquímicos y genéticos, propios de cada variedad.



FIGURA 7

Plántulas de C. arabica var. Bourbon, seriamente afectadas por Cercospora.



FIGURA 8 Defoliación provocada por el hongo C. coffeicola en plántulas de C. arabica var. Pacas.

#### CONCLUSIONES

En el presente trabajo se constató que el hongo Cercospora coffeicola Berk & Cooke provoca infecciones en los cafetos Coffea arabica, variedad Bourbon y variedad Pacas, Coffea abeokutae, C. liberica, variedad Excelsa y C. canephora, variedad Robusta y que estas variedades muestran diferentes reacciones de susceptibilidad y resistencia al ataque de la enfermedad, siendo Bourbon y Pacas las que presentan mayor grado de infección; Abeoku-

tae y Excelsa, grados intermedios y Robusta la que se destaca por presentar el grado menor (Figura 9).

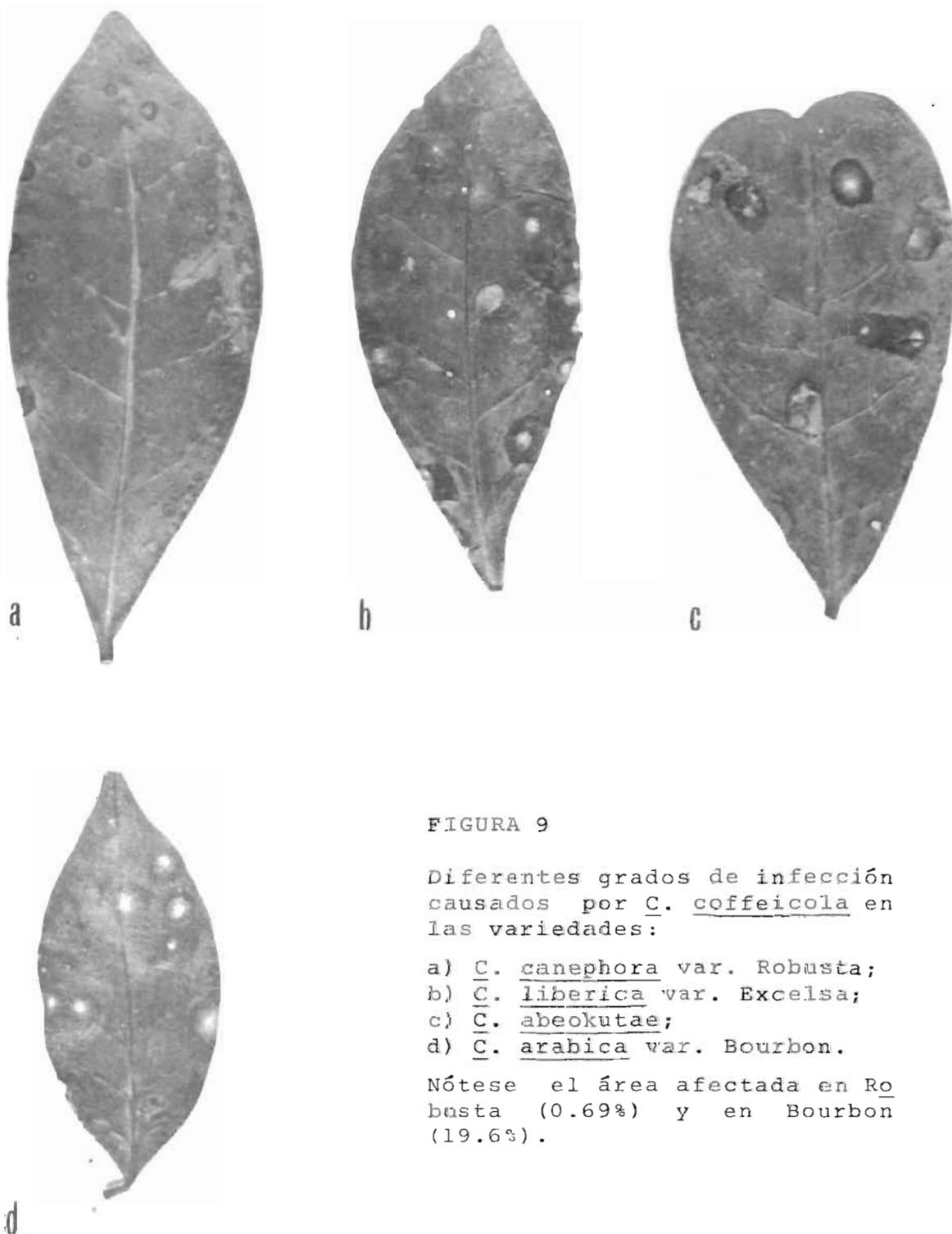


FIGURA 9

Diferentes grados de infección causados por C. coffeicola en las variedades:

- a) C. canephora var. Robusta;
- b) C. liberica var. Excelsa;
- c) C. abeokutae;
- d) C. arabica var. Bourbon.

Nótese el área afectada en Robusta (0.69%) y en Bourbon (19.6%).

Existe una asociación directa entre el número de manchas por hoja y la severidad de la enfermedad en C. canephora, mientras que en las variedades arábicas la misma severidad no depende del número de manchas fungosas que se presenten en una hoja determinada, sino del tamaño o área que abarquen dichas manchas en la superficie foliar (Figuras 5 y 10).

Se tiene así ya una base específica para el posterior estudio de los grados de infección que el C. coffeicola pueda desarrollar sobre otras variedades de cafeto, sobre todo en aquellas que por su resistencia a la Roya del Cafeto (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) están siendo estudiadas en cuanto a su adaptación a nuestras áreas cafetaleras, logrando en el futuro una selección de variedades que contribuirán al mejoramiento del cultivo.



FIGURA 10 Desarrollo de grandes manchas provocadas por C. coffeicola en plántulas de C. arabica var. Pacas.

### RECOMENDACIONES

- 1- Elaborar claves gráficas de referencia que ayuden a cuantificar la intensidad de la enfermedad a nivel de campo con mayor rapidez.
- 2- Estudiar el papel que las enzimas (Polifenoloxidasa) desempeñan en la limitación del crecimiento de manchas fungosas provocadas por C. coffeicola.
- 3- Identificar las diferentes sintomatologías que el hongo C. coffeicola pueda desarrollar en otras variedades de cafetos.
- 4- Establecer si existen otras plantas, sobre todo aquellas que se asocian al cultivo en nuestro país, que puedan también ser hospederos de C. coffeicola.

LITERATURA REVISADA

LITERATURA REVISADA

- 1) ALVARADO, J.A. Enfermedades del cafeto. (Del tratado de caficultura práctica). Café de El Salvador. Revista de la Asociación Cafetalera de El Salvador. pp. 211-213. 1937.
- 2) BERGER, R.D. Disease incidence and infection of Cercospora apii in plant spacin plots. Phytopathology. 65(4): 485-487. 1975.
- 3) BITANCOURT, A.A. As manchas da folha do cafeeiro. O biologico (Brasil) 24 (10): 191-201. 1958.
- 4) CASTAÑO, A.J.J. Mancha de hierro del cafeto. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná. Colombia. Boletín Informativo 7(82): 313-327. 1956.
- 5) CHUPP, C. A monograph of the fungus Genus Cercospora. Ithaca, New York Cornell University. 1953. pp. 493-494.
- 6) ECHANDI, E. La chasparria de los cafetos causada por el hongo Cercospora coffeicola Berk y Cooke. Turrialba, 9(2): 54-67. 1959.
- 7) \_\_\_\_\_ . Combate de la chasparria del café. In Reunión Técnica Internacional sobre Plagas y Enfermedades de los Cafetos, - 1a., San José, Costa Rica, 1965. s.l., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. pp. 25-28. (IICA. Publicación Miscelánea No. 23).

- 8) FERNANDEZ, O. MESTRE, A. y LOPEZ, S. Efecto de la fertilización - en la incidencia de la mancha de hierro (Cercospora coffeicola Berk y Cooke). CENICAFE (Colombia) 20 (1):3-19. 1969.
- 9) GARCIA ALVAREZ, M. Patología vegetal agrícola. México, D.F., Limu sa Wiley, 1971. p.78.
- 10) GONZALEZ, L.C. Introducción a la fitopatología. San José, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1976. pp. 97. 101.
- 11) GUEDES, M.E.M. y RODRIGUEZ Jr., C. J. Disc electrophoretic pa--- tterns of phenoloxidase from leaves of coffe cultivars. Por- tugalise Acta Biologica. Separata. 13(1-2):169-177. 1974.
- 12) HUERTA, A. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el área foliar del cafeto. CENICAFE (Colombia) 13(1): 33-42. 1962.
- 13) INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. Archivo de la Unidad de Servicios Biométricos. 1962-1975.
- 14) JOHNSON, E.M. y VALLEU, W.D. Synonymy in some species of Cercos- pora. Phytopathology 39(10):763-770. 1949.

- 15) LARIOS, J.F. Epifitología de algunas enfermedades foliares de la yuca (Manihot esculenta Crantz) en diferentes sistemas de cultivo. Tesis M.S. Turrialba, Costa Rica. UCR-CATIE. 1975. -- 115 p.
- 16) LEON, J. Especies y cultivares (variedades) de café. Materiales de enseñanza de café y cacao. Instituto Interamericano de -- Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica, 1962. 69 p.
- 17) LOPEZ, S. y FERNANDEZ BORRERO, O. Epidemiología de la mancha de -- hielro del cafeto (Cercospora coffeicola Berk y Cooke). -- CENICAFE (Colombia) 20(1):3-19. 1969.
- 18) MEYER, B.S., ANDERSON, D.B. y BOHNING, R.H. Introducao a fisiologia vegetal. D. Van Nostrand Company, Inc. N.J. 1965. Trad. por Carlos José Rodríguez Jr. Fundacao Calouste Gulbenkian, - Lisboa, 1970. pp. 212-250; 530-533.
- 19) MIGUEL, A.E. et al Efeito de fungicidas no controle de Cercospora coffeicola em frutos de cafe. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. 3o., Curitiba, Paraná, 1975. Resumos Rio de Janeiro, setor de Programacao Visual e Gráfica/IBC/GERCA, --- 1975. pp. 58-61.
- 20) MOLINA, J.R. Plagas y enfermedades del café en Honduras. In Reunión Técnica Internacional sobre Plagas y Enfermedades de los

- cafetos, 1a., San José, Costa Rica, 1965. s.l., Instituto - Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. pp. 25-28 (IICA. Publicación Miscelánea No. 23).
- 21) PAVAN, M.A.; KUROZAWA, C. Y MARCONDES, D.A.S. Incidencia de mancha do olho pardo, Cercospora coffeicola Berk y Cooke em -- alguns cultivares de cafe, Coffea arabica L. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 4o. Caxambú, Minas Gerais, 1976. Resumos. Rio de Janeiro, setor de Programacao Visual e Gráfica/IBC/GERCA, 1976. p. 306.
- 22) PLANT PATHOLOGIST'S. pocketbook. Kew, Eng., Commonwealth Mycological Institute. 1974. pp. 4-6, 54.
- 23) ROBBS, CHARLES F. et al. Estudio comparativo de cepas de Cercospora coffeicola Berk y Cooke., isoladas de cafeeiro (Coffea spp.) no Brasil. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 3o., Curitiba, Paraná, 1975. Resumos. Rio de Janeiro, - setor de Programacao Visual e Gráfica/IBC/GERCA, 1975. pp. 143-146.
- 24) SARASOLA, A. y SARASOLA, M.R. DE. Fitopatología; curso moderno. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. v.1., 364 p.
- 25) SCHLOSSER, E. The Cercospora beticola toxin (Abstract). Biological Abstracts 52(24) 138732. 1971.

- 26) SIDDIQUI, M.Q., BROWN, J.F. y ALLEN, S.J. Growth stages of sunflower and intensity indices for white blister and rust. -- Plant Disease Reporter 59 (1): 7-11. 1975.
- 27) SNEDECOR, G.W. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. México, D.F., Editorial Continental, 1970. 3a. ed. pp. 376.
- 28) SOLEL, Z. Pathogenic specialization of Cercospora beticola (Abstract) Biological Abstracts 53(2) 10465. 1972.
- 29) STEVENSON, F.S. y JONES, N.A. Algunos orígenes de resistencia en plantas de recolección. In Estados Unidos. Departamento de Agricultura. Enfermedades de las plantas. México, D.F., Editorial Herrero, 1963. pp. 219-236.
- 30) STOVER, R.H. y FULTON, R.H. Leaf spot of bananas caused by Mycopharella musicola: The relation of infection sites to leaf development and spore type. Tropical Agricultura (Trinidad) 43(2):117-129. 1966.
- 31) U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. General index of plant disease. -- Washington, D.C., US. Agricultural Handbook No. 165. 1960.
- 32) VALENCIA, G. Estudio fisiológico de la defoliación causada por Cercospora coffeicola en el cafeto. CENICAFE (Colombia) -- 21(3):105-114. 1970.

- 33) WALKER, J.C. y FOSTER, R.E. Plant nutrition in relation to disease development. III. *Fusarium* wilt of tomato. American Journal of Botany 33(1):259-264, 1946.
- 34) WALLIN, J.R. y LOONAN, D.V. Effect of leaf wetness duration and air temperature on *Cercospora beticola* infection on sugarbeet. Phytopathology 61(5):546-549. 1971.
- 35) WEBER, G. Bacterial and fungal diseases of plants in the tropics. Gainesville. University of Florida Press. 1973. p. 169.
- 36) WELMAN, F. Investigaciones sobre aspersiones en el control de enfermedades del Cafeto. Revista Cafetalera (Guatemala)(2a. época) 1(1):7-10; 95-96. 1956.
- 37) \_\_\_\_\_. Tropical american plant diseases (Neotropical Phytopathology Problems). Metuchen, N.J., The Scarecrow Press. 1972. pp. 76 y 91.
- 38) WELLS, D.G. et al. Evaluation of resistance and susceptibility in garden pea to near wilt in the greenhouse. Phytopathology 39(1):771-779. 1949.

APENDICE

CUADRO No. A - 1 - INCIDENCIA FOLIAR POR PLANTA EN DIFERENTES ESTADOS DE  
CRECIMIENTO DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS:

PLANTAMIENTOS	% PLANTAS NO GERMINADAS	PORCENTAJE DE PLANTAS SANAS*			
		HOJAS COTILEDONALES	1er. PAR DE HOJAS	2o. PAR DE HOJAS	3er. PAR DE HOJAS
BOURBON	14.71	19.17	55.20	48.82	70.39
FACAS	18.00	22.86	53.07	52.94	71.51
ABHOKUTAE	20.42	26.98	50.55	58.02	68.72
EXCELSA	21.76	24.21	59.99	55.54	67.45
ROBUSTA	62.25	48.10	60.50	64.34	73.25
DMS (0.05)	4.08	7.55	4.74	5.30	2.64
DMS (0.01)	5.48	10.12	6.36	7.11	3.54
C.V.%	16.4	29.4	9.4	10.5	4.1

\*Valores transformados a  $\text{Arc Sen} \sqrt{x}$ , donde  $x$  = porcentaje de plantas con hojas sanas.

CUADRO No. A - 2 - INCIDENCIA FOLIAR POR PLANTA EN DIFERENTES ESTADOS  
DE CRECIMIENTO DE LAS VARIETADES ESTUDIADAS.

TRATAMIENTOS	% GERMINACION	COTILLONALES	PORCENTAJE DE PLANTAS AFECTADAS*			
			1er. PAR DE HOJAS	2o. PAR DE HOJAS	3er. PAR DE HOJAS	4o. PAR DE HOJAS
BOURBON	93.5	89.2	32.6	43.3	11.3	
PAGAS	90.4	84.9	36.1	36.3	10.0	
ABEOKUTA	87.8	79.4	40.4	28.0	13.2	
EXCELSA	86.3	83.2	25.0	32.0	14.7	
ROBUSTA	21.7	44.6	24.2	18.8	8.3	

\* Valores Rosales.

NOTA Se consideró como planta afectada la que tuviese, al menos, una mancha en una hoja en los diferentes estados de crecimiento.

CUADRO No. A-3 - REACCION DE CINCO VARIEDADES DE CAFE A Cercospora coffeicola Berk & Cooke  
 OBSERVACIONES EN EL TERCER PAR DE HOJAS.

TRATAMIENTOS	No. PROMEDIO MANCHAS POR HOJA	% PROMEDIO AREA AFECTADA POR HOJA	AREA PROMEDIO AFECTADA POR HOJA (cm.)	AREA PROMEDIO POR HOJA (cm.)
BOURBON	2.80	19.58	0.8154	4.41
PACAS	3.04	14.86	0.6167	4.19
ABEOKUTA	6.40	1.32	0.1033	7.89
EXCELSA	5.32	2.06	0.1532	7.70
ROBUSTA	6.64	0.61	0.0607	10.37

FIGURA - A 1

PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS  
EN CINCO VARIEDADES ESTUDIADAS.

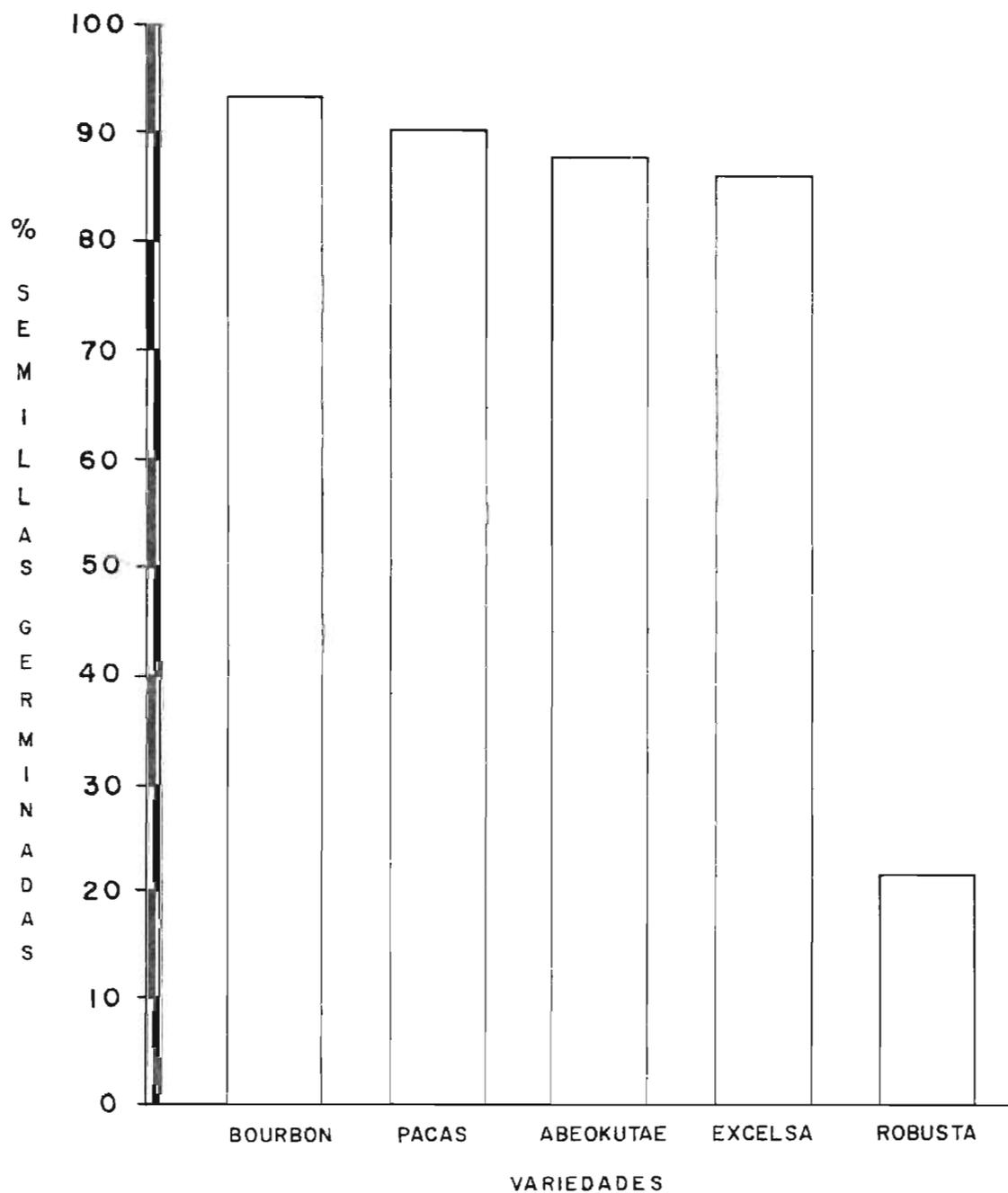


FIGURA - A 2

INCIDENCIA FOLIAR POR PLANTA, EXPRESADA EN PORCENTAJE EN CADA UNO DE LOS ESTADOS DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS.

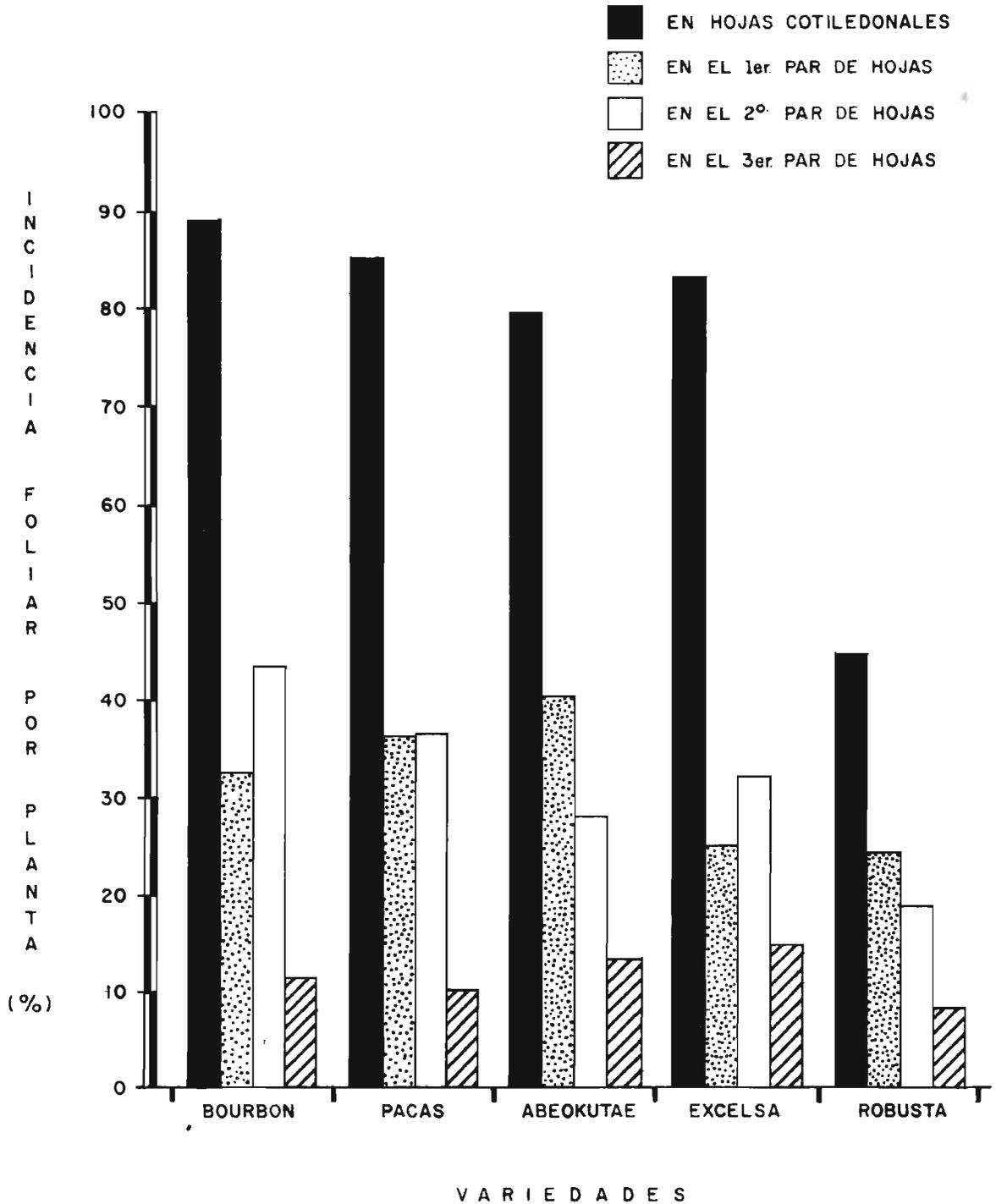


FIGURA- A 3

INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD (EN AREAS)  
ALCANZADA EN EL AREA TOTAL PROMEDIO DEL  
TERCER PAR DE HOJAS, EN CADA VARIEDAD.

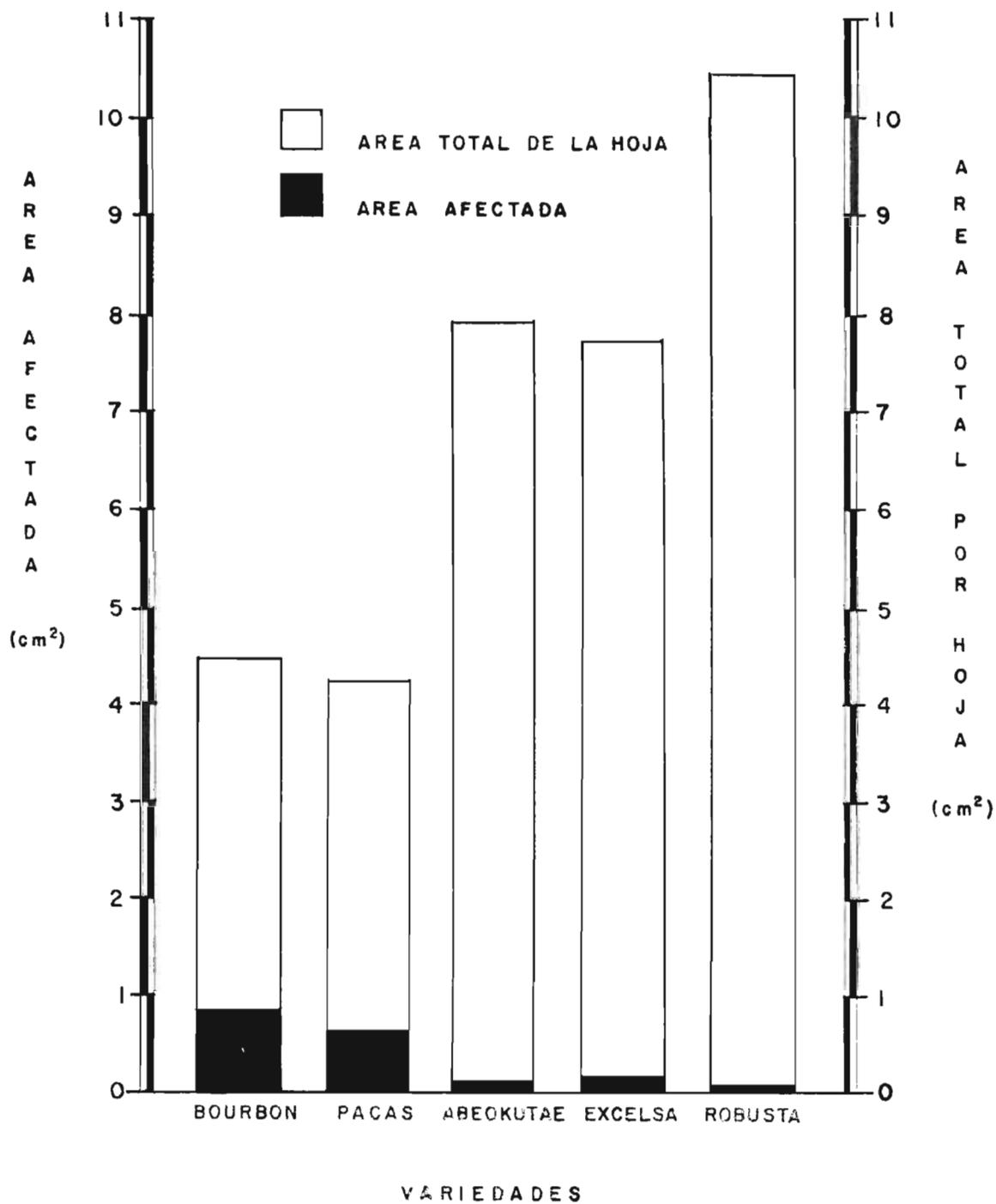


FIGURA - A 4

NUMERO DE MANCHAS POR HOJA, CAUSADAS  
POR *C. coffeicola*, EN CADA VARIEDAD.

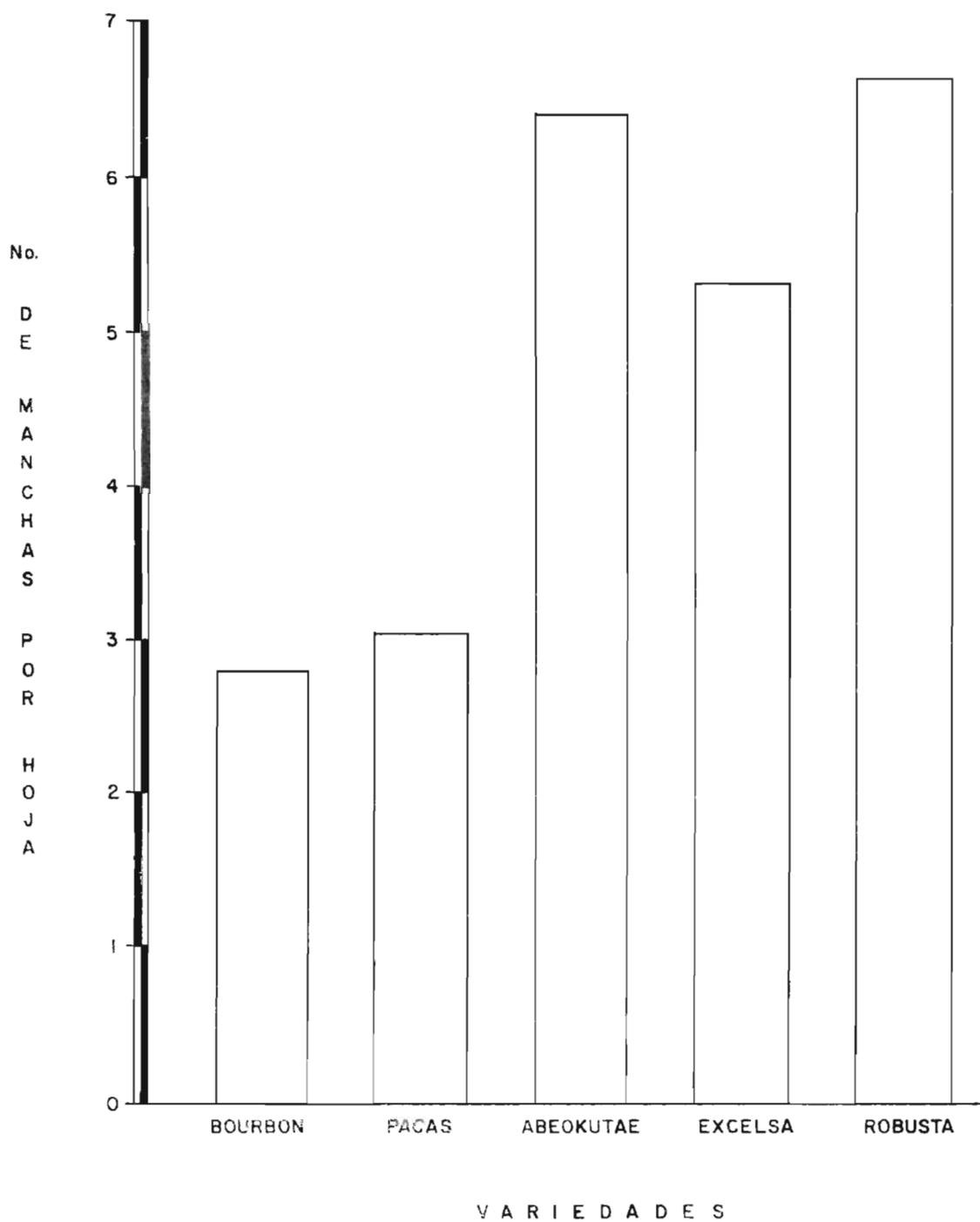
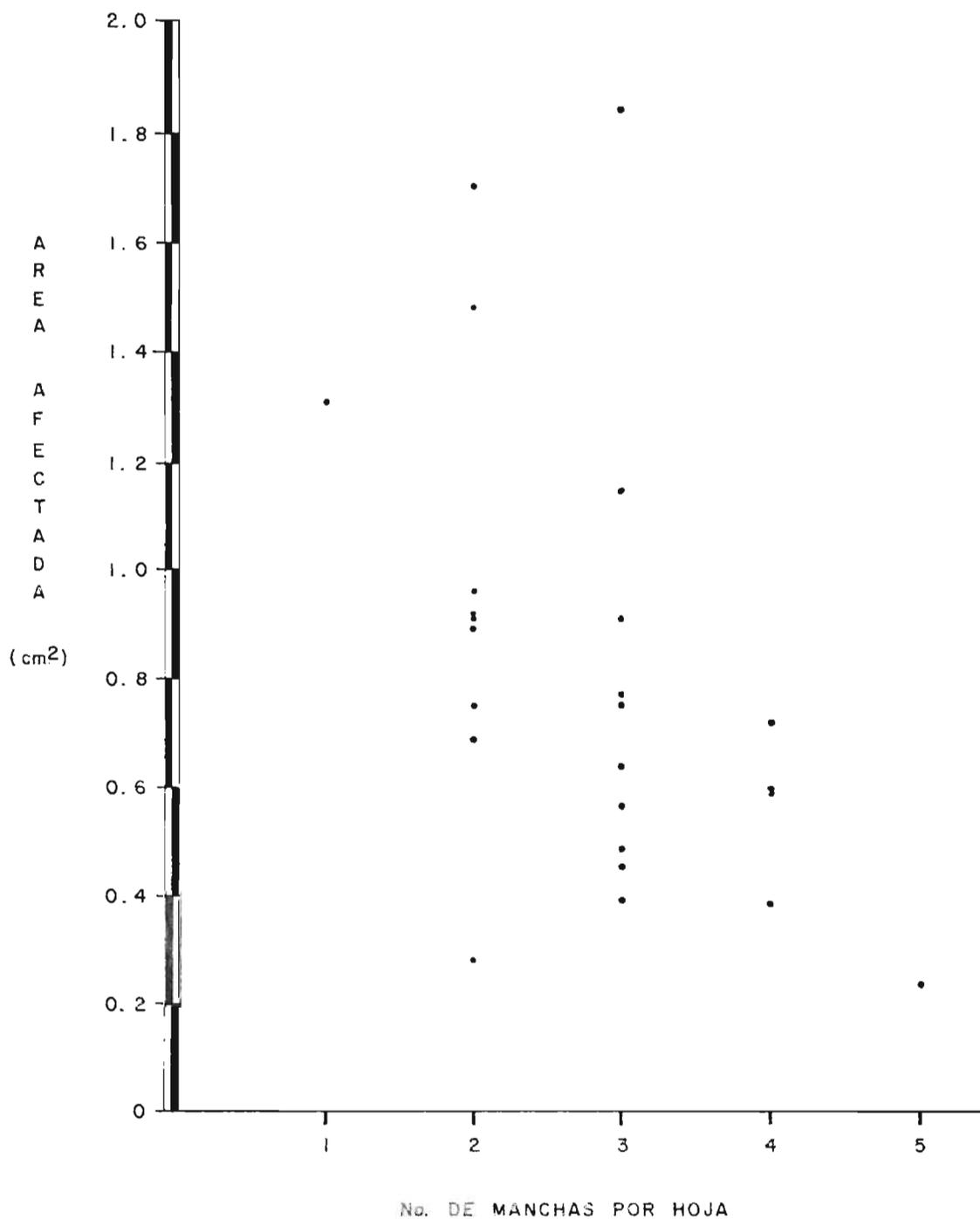


FIGURA - A 5

## VARIEDAD BOURBON

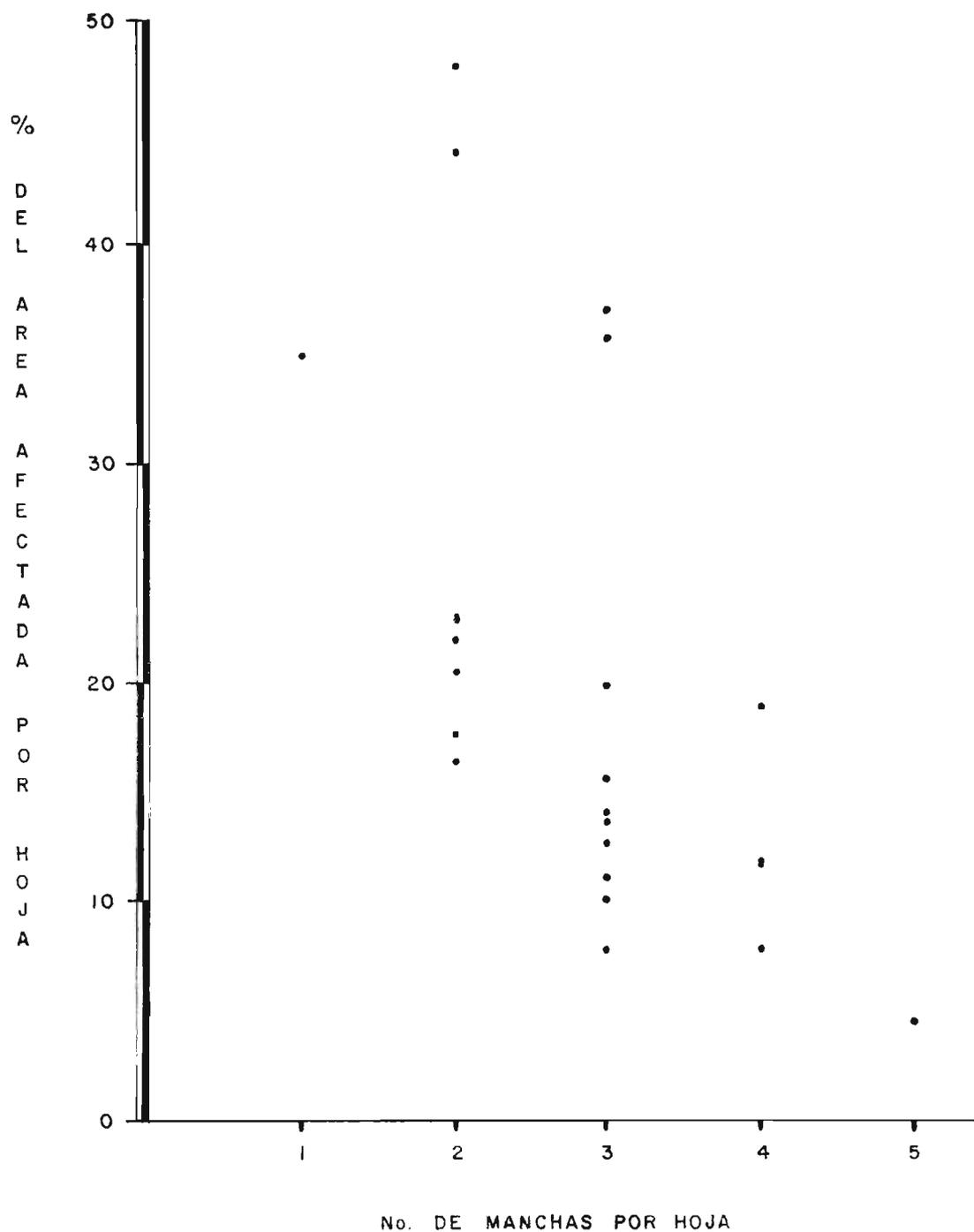
GRADO DE ASOCIACION ENTRE AREA AFECTADA  
POR HOJA Y NUMERO DE MANCHAS POR HOJA.

$$r = -0.4752^* \quad n = 25$$

FIGURA - A 6

## VARIEDAD BOURBON:

GRADO DE ASOCIACION ENTRE LA SEVERIDAD  
DE LA MANCHA CERCOSPORA Y EL NUMERO  
DE MANCHAS POR HOJA.

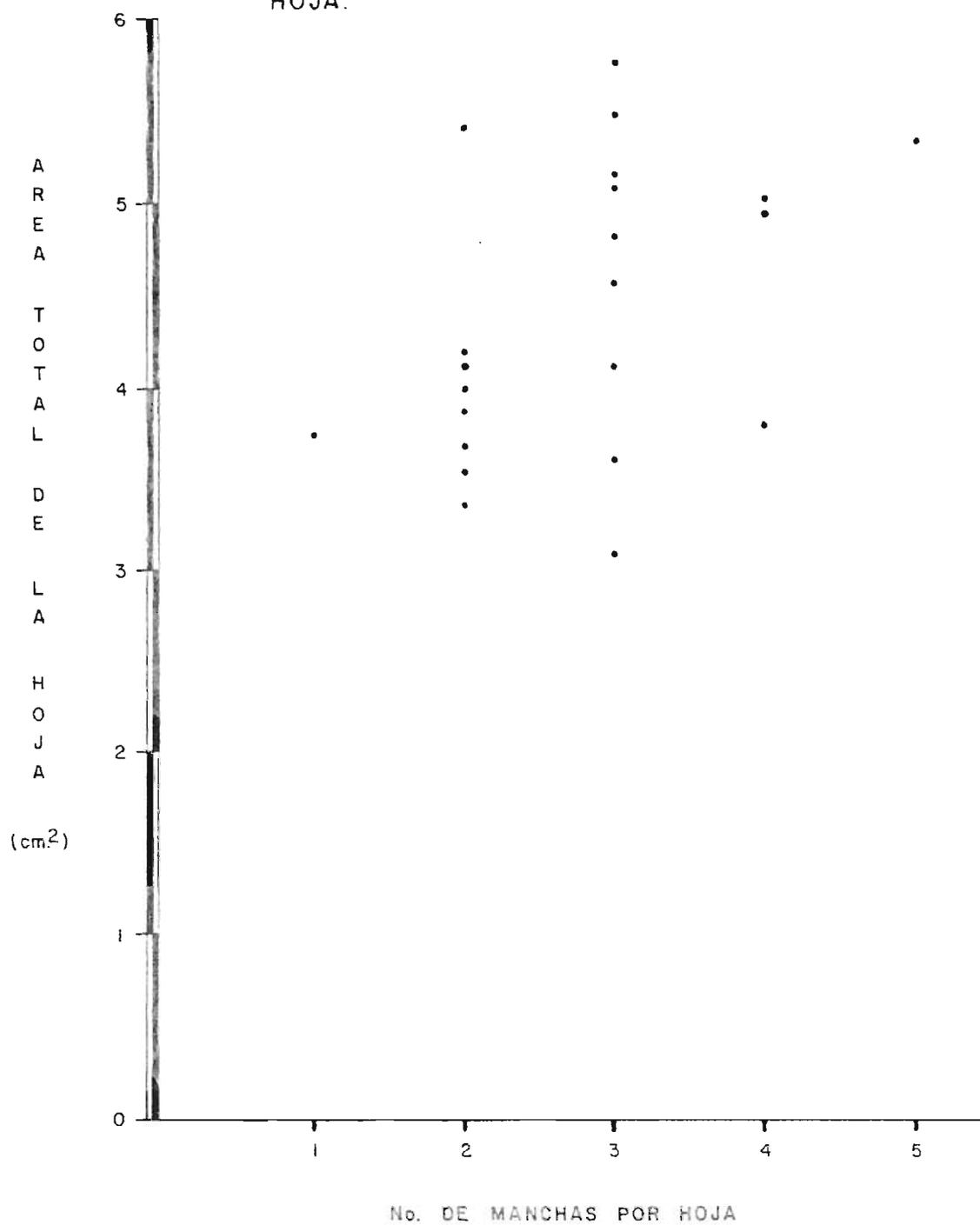


$$r = -0.5258^{**} \quad n = 25$$

FIGURA - A 7

## VARIEDAD BOURBON:

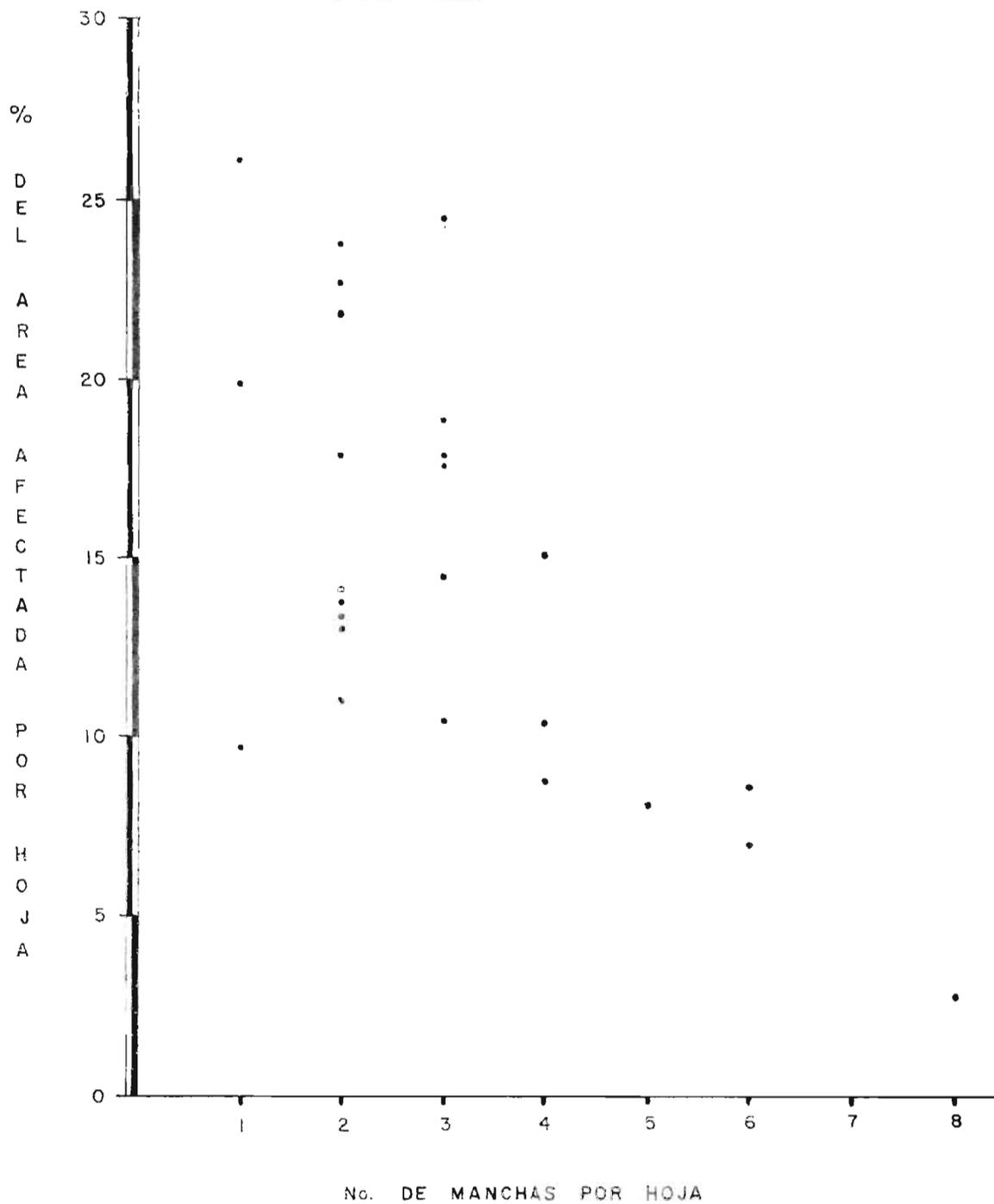
GRADO DE ASOCIACION ENTRE EL AREA TOTAL DE LA HOJA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA.



$$r = 0.4958^* \quad n = 25$$

FIGURA - A 8

VARIEDAD PACAS:  
GRADO DE ASOCIACION ENTRE LA SEVERIDAD DE  
LA MANCHA CERCOSPORA Y EL NUMERO DE MAN  
CHAS POR HOJA.

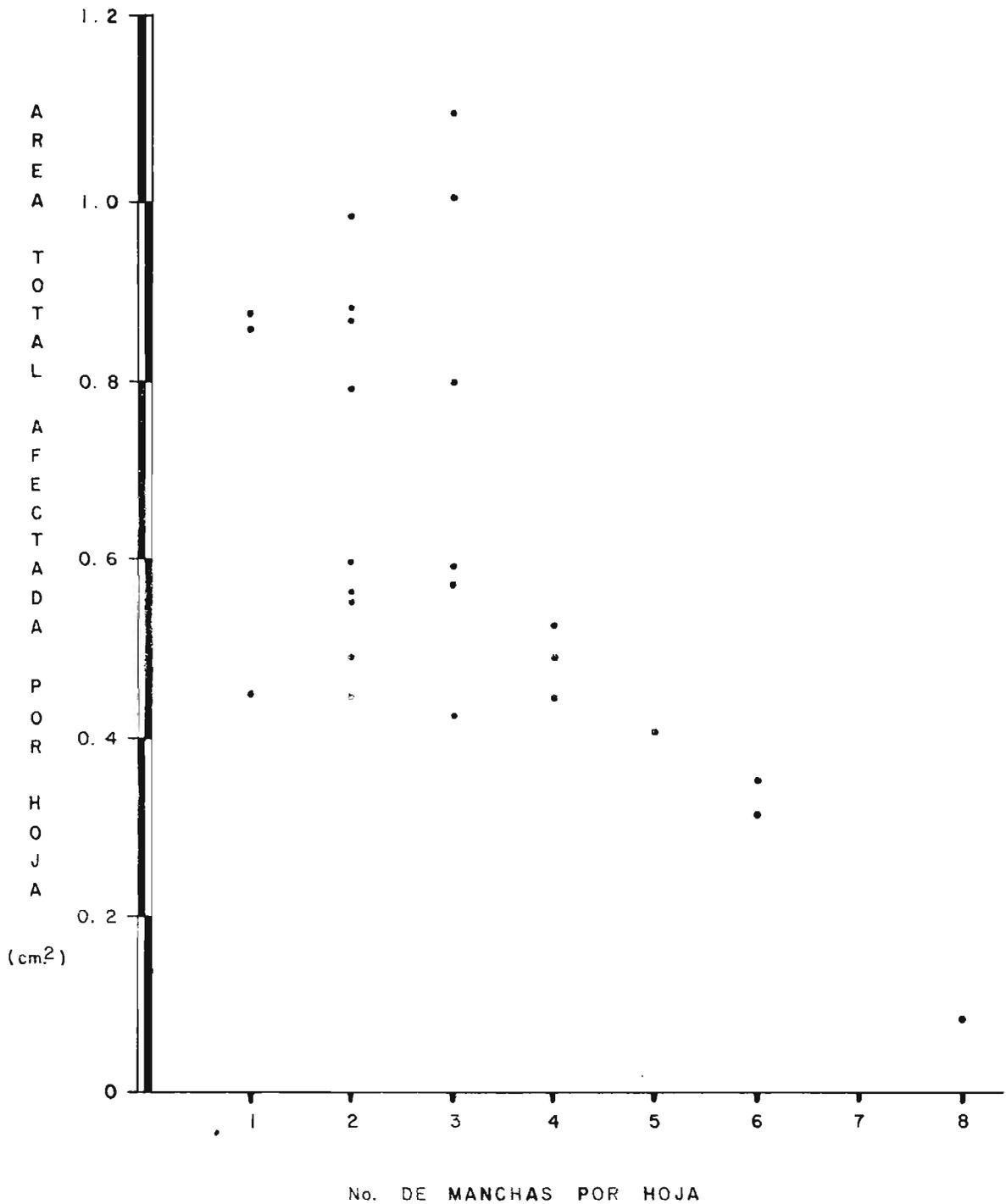


$$r = - 0.6608^{**} \quad n = 25$$

FIGURA - A 9

VARIEDAD PACAS:

GRADO DE ASOCIACION ENTRE EL AREA TOTAL DE LA HOJA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA.

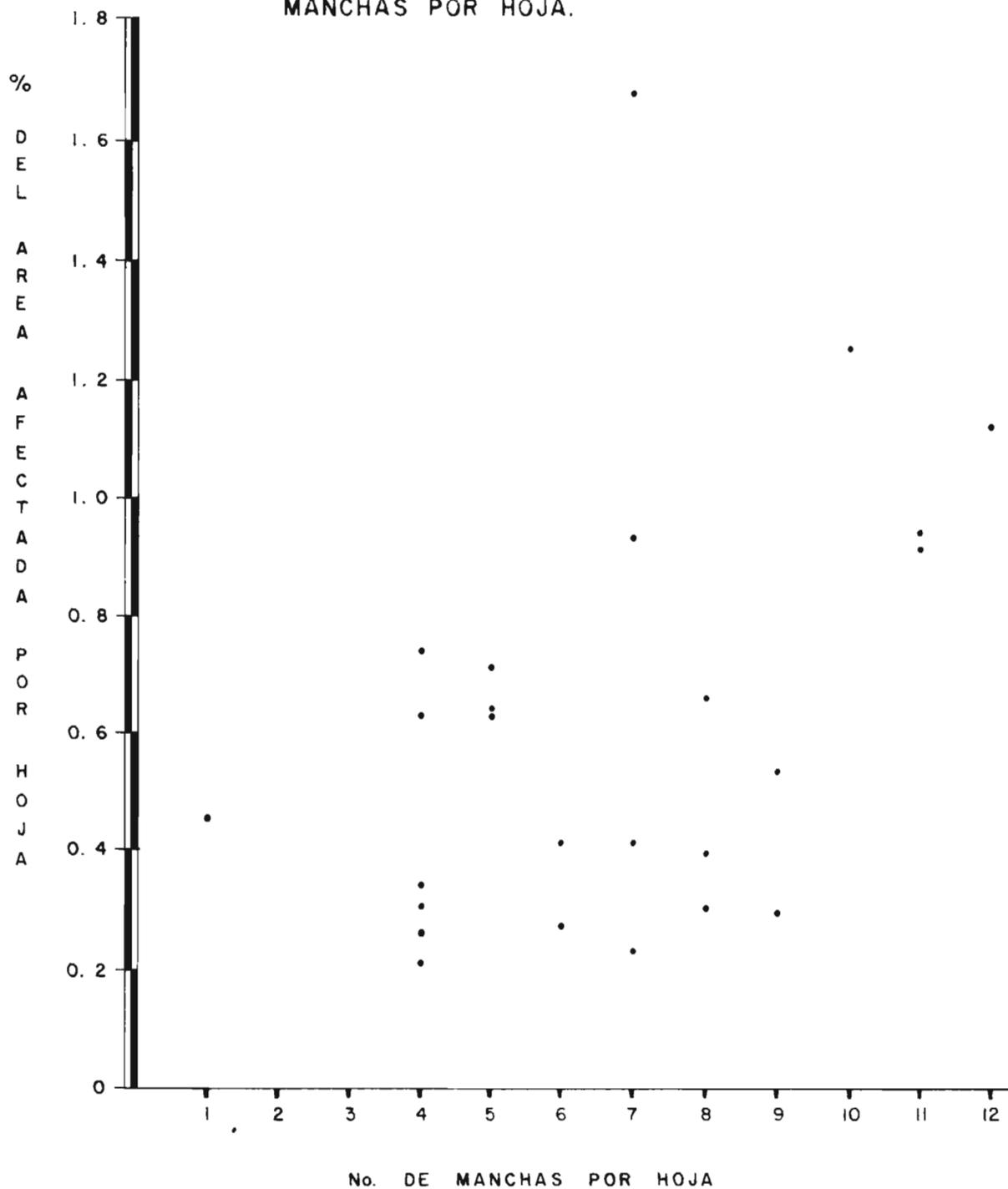


$$r = - 0.6264^{**} \quad n = 25$$

FIGURA - A 10

## VARIEDAD ROBUSTA:

GRADO DE ASOCIACION ENTRE LA SEVERIDAD DE  
LA MANCHA CERCOSPORA Y EL NUMERO DE  
MANCHAS POR HOJA.

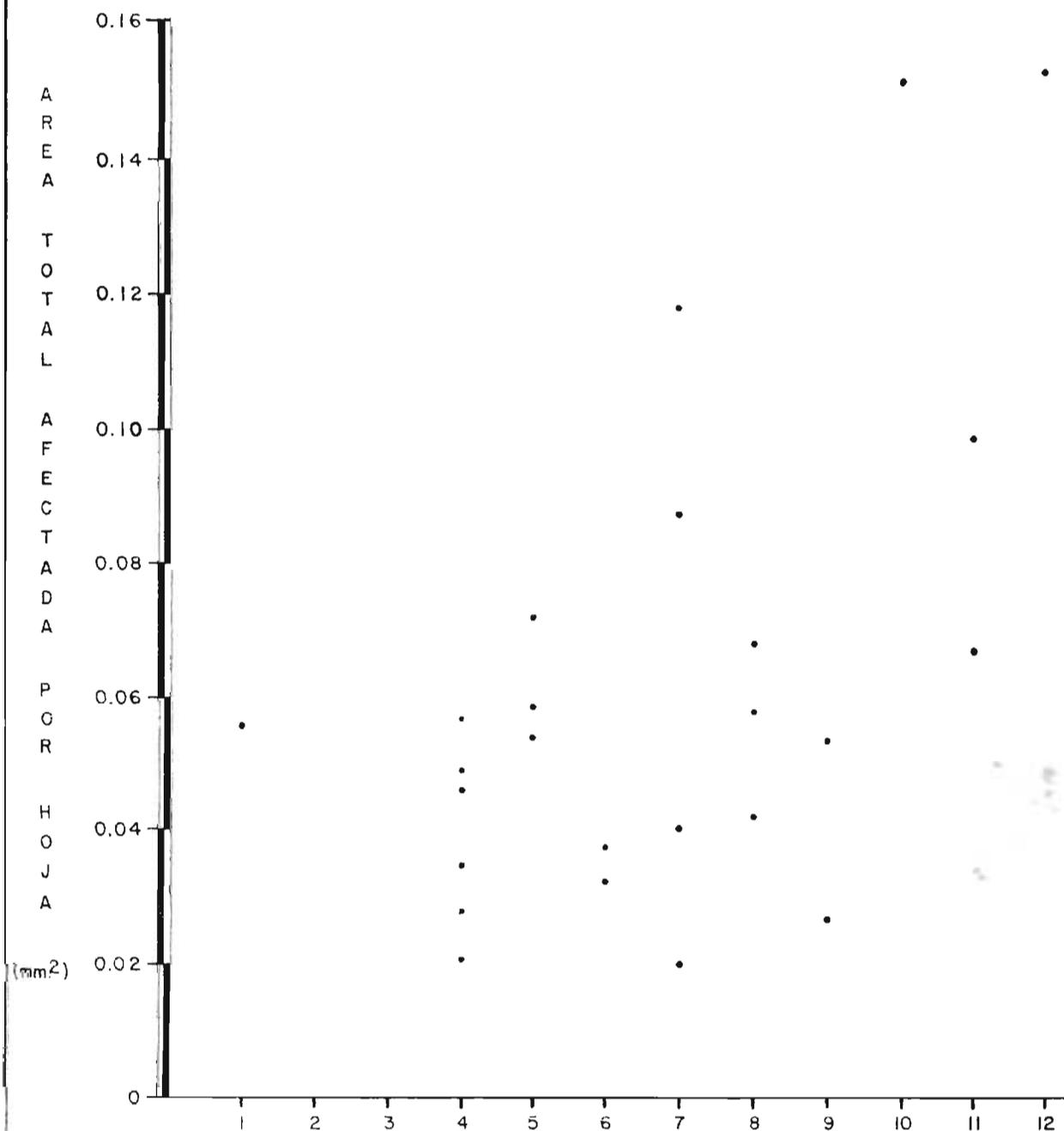


$$r = 0.4367 *$$

FIGURA - A II

VARIEDAD ROBUSTA:

GRADO DE ASOCIACION ENTRE EL AREA TOTAL DE LA HOJA Y EL NUMERO DE MANCHAS POR HOJA.



No. DE MANCHAS POR HOJA

$r = 0.5456^{**}$