

EXPRESION DE RESISTENCIA HORIZONTAL A LA ROYA
(*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) EN *Coffea canephora*
VARIEDAD CONILON¹

Gabriel Cadena-Gómez*
Pablo Buritica-Céspedes**

INTRODUCCION

La roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) fue registrada por primera vez en el continente americano en el año de 1970.

Debido a la reconocida importancia económica de esta enfermedad, los países productores de café siempre se han preocupado por desarrollar investigaciones dirigidas a impedir que la roya se constituya en un factor limitante de la producción del grano.

Brasil desde 1953, en el Instituto Agronómico de Campinas -IAC- y Colombia a partir de 1960, en el Centro Nacional de Investigaciones de Café -CENICAFE- iniciaron programas similares orientados hacia la obtención de variedades resistentes a la roya del cafeto. Dichos programas han contado con el respaldo y colaboración del Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto -CIFC- fundado en Oeiras, Portugal en el año de 1955.

Como resultado de los programas de colaboración con el CIFC se demostró que las variedades de *Coffea arabica* cultivadas en América Latina son altamente susceptibles a la roya y que en *C. canephora* existe resistencia generalizada y gran variabilidad.

¹/ Adaptación de una parte de la tesis de grado presentada por el autor principal para optar al título de Magister Scientiae en el Programa de Estudios para Graduados UN-ICA, Bogotá, Colombia.

* Jefe de la Sección de Fitopatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Coordinador Nacional del Programa de Fitopatología del Instituto Colombiano Agropecuario ICA-Tibaitatá, Bogotá, Colombia.

Las fuentes de resistencia utilizadas como material básico en los programas de mejoramiento de arabicas han sido seleccionadas solamente hacia la resistencia vertical. Con el fin de obtener resistencia más estable, en los últimos años los trabajos de mejoramiento se han orientado hacia la utilización de cruzamientos interespecíficos, empleo de multilíneas o cultivares compuestos e identificación de fuentes de resistencia horizontal.

El cultivar Kouillou o Conilón de *C. canephora*, cultivado en el estado de Espirito Santo (Brasil), ha mostrado un comportamiento, bajo condiciones de campo, que ha hecho pensar que en dicho germoplasma exista resistencia de tipo horizontal a la roya del cafeto. Con el fin de identificar la existencia de ese tipo de resistencia y definir la forma de expresión de la misma, se realizaron durante el año de 1977 observaciones sobre plantas de la variedad Conilón cultivadas bajo condiciones de campo en el Instituto Agronómico de Campinas, S. P., Brasil. Estas observaciones se complementaron con estudios epidemiológicos, con el fin de evaluar los efectos de los factores climáticos sobre la evolución de la enfermedad. Los resultados de dichas observaciones, en condiciones de campo, se presentan en este artículo.

Además, se hicieron estudios de laboratorio e invernadero que serán objeto de otras publicaciones.

REVISION DE LITERATURA

Van der Plank (25, 26) postuló que la resistencia a las enfermedades de las plantas puede clasificarse en resistencia vertical (RV) o resistencia horizontal (RH), según se presente interacción diferencial entre las razas de un patógeno y su hospedante, o dicha interacción esté ausente. Tales criterios son compartidos por diversos autores (22, 29).

De acuerdo con Robinson (23), la principal característica de la RH es que confiere incompleta pero permanente protección.

La RH según Van der Plank (28) puede determinar inmunidad de la población que es diferente de inmunidad de la planta. La resistencia en el campo es RH si se toman medidas para evitar la RV tales como la exclusión de los genes de RV (26).

Nelson (19) afirma que la RH también llamada específica, puede tener un efecto estabilizante sobre la población de los patógenos de las plantas. En contraste con la RV, la RH funciona por la reducción de la cantidad de enfermedad que se desarrolla y de la tasa de incremento de la enfermedad, lo cual puede estar acompañado por mecanismos del hos-

pedante que retardan la penetración, incrementan el período de incubación (PI), restringen la cantidad de tejido que es colonizado y reducen la cantidad y la duración de la esporulación (18)

Van der Plank (27) considera que mientras el criterio de la RV es el tipo de lesión y no el número de lesiones, la RH afecta a ambos criterios: el número y el tipo de lesión, y este último, reflejado en la abundancia de la esporulación. Zadoks (29) postula que la determinación de la resistencia parcial se hace por métodos tipológicos y cuantitativos. Kranz (12) considera que si la RH o la RV está presente en una variedad, se puede probar por medio de un análisis de varianza para la variable característica de la resistencia o por el progreso de una epidemia.

El efecto de la RH es acumulativo. La RH se beneficia con la uniformidad, mientras que la RV gana con la diversidad (25)

En la interacción *Coffea* spp - *Hemileia vastatrix* - se ha encontrado que los arabicas cultivados en América Latina son susceptibles a un gran número de razas de *H. vastatrix* (24)

Según Castillo, Moreno y López (5) en el caso del cafeto y *H. vastatrix* es preferible la resistencia general u horizontal, la cual parece ser más adecuada para los cultivos perennes. Después de la difusión de la roya en Angola y Brasil, según Bettencourt (2), los investigadores se han esforzado por encontrar un método de evaluación de la resistencia de cafetos que en el campo presentan un ataque moderado de *H. vastatrix*, con una variación cuantitativa en el número y tamaño de las pústulas y en la formación de esporas, posiblemente de RH.

En el Brasil se encontró que existe comportamiento diferencial en cuanto al porcentaje de defoliación, número de pústulas por hoja y área foliar en cafetos del mismo grupo fisiológico. Dentro de poblaciones de café Icatú y Conilón se han identificado árboles con diferente intensidad de ataque (17, 6, 14).

La variedad Kouillou o Conilón de *Coffea canephora*, según Carvalho (4), posee cafetos bastante variables tanto en porte como en productividad, tamaño, forma y coloración de los frutos, y tamaño de las semillas.

En el Brasil esta variedad es cultivada en el estado de Espirito Santo (11), donde es responsable por cerca del 25⁰/₀ de la producción cafetera (13). En ensayos de control químico de la roya se encontraron muy bajos índices de infección y ninguna defoliación tanto en las plantas tratadas como en las no tratadas de la variedad Conilón (13), que según Paulino, Andrade, Paulini y Carrara (20) pertenece al grupo F y por lo tanto es susceptible a todas las razas de *H. vastatrix*.

Según Mónaco (14), en algunos casos se han encontrado diferencias de ataque de la roya entre cultivares de *C. arabica* y el cultivar Conilón de *C. canephora* y considera que la retención de follaje es una forma de reducir los efectos negativos de la enfermedad.

El estudio de la epidemiología de la roya del cafeto ha sido bastante extenso; Chaves (7) y Rayner (21) presentan en sus trabajos de revisión de literatura sobre esta enfermedad, una completa reseña de las principales contribuciones en relación con el efecto de la luz, la humedad, la temperatura, el sustrato, etc., sobre los procesos infectivos y posterior desarrollo de la relación hospedante-patógeno.

La determinación del PI de *H. vastatrix* bajo condiciones de campo ha sido realizada por diversos autores (16, 10), así como también la determinación de los niveles de infección que fueron correlacionados con las condiciones climáticas reinantes (1) encontrándose un efecto depresivo sobre el PI de temperaturas superiores a 34 °C.

MATERIALES Y METODOS

En la estación experimental del Instituto Agronómico de Campinas existen 69 plantas del cultivar Conilón. Dichas plantas están sembradas en hileras e identificadas a partir del número 66 hasta el 70, con 15 plantas por número. Al igual que todas las plantas de la especie *C. canephora* son diploides y autoincompatibles. Proviene de semillas obtenidas en cultivos comerciales del estado de Espirito Santo y fueron introducidas a Campinas en el año de 1933.

De estas plantas se seleccionaron 16. Para la selección se tuvieron en cuenta las calificaciones sobre resistencia a la roya dadas en años anteriores por técnicos de la Sección de Genética del IAC*. Dicha calificación se basa en las observaciones sobre el grado de severidad de la enfermedad en cada planta, expresado por una escala de 1 a 6 en la cual el 1 corresponde a plantas sin lesiones de roya y el 6 a plantas altamente susceptibles con abundante número de pústulas. Para las observaciones se procuró incluir plantas que presentaran los distintos grados de la escala de calificación, tal como se puede apreciar en la Tabla 1. A las plantas de Mundo Novo utilizadas como testigos susceptibles se les dió la calificación de seis. De esta variedad se seleccionaron cinco plantas localizadas en el mismo lote donde se encuentran sembradas las plantas de Conilón.

Observaciones realizadas

Con el fin de tener una muestra representativa de cada árbol seleccionado se escogieron cuatro ramas bien desarrolladas, localizadas a la altura media de cada planta y en diferente

* ESKES, A. Comunicacion personal.

posición cardinal. La rama número uno correspondía a la posición sur, la dos al oriente, la tres al norte y la cuatro al occidente.

Cada rama se identificó con una etiqueta y su extensión se demarcó con cintas plásticas localizadas en sus dos extremos, después del primer par de hojas bien desarrollado y detrás del último par, presentes el día que se iniciaron las observaciones. Figura 1.

Sección

Mensualmente, a partir de abril de 1977 hasta diciembre del mismo año se realizaron las siguientes lecturas en cada una de las hojas presentes en las cuatro ramas de cada árbol seleccionado: 1) Número de lesiones causadas por la roya; 2) Número de lesiones con esporas (pústulas); 3) Número de lesiones necróticas o hipersensitivas; 4) Daño causado por el minador (*Perileucoptera coffeella*); 5) Número de hojas nuevas; 6) Número de hojas caídas.

En caso que una hoja registrada en la lectura anterior no apareciera en la nueva lectura, se anotaba como caída. Si en la lectura anterior dicha hoja aparecía como afectada por la roya, su defoliación se atribuía a la roya; si por el contrario solo estaba afectada por el minador o aparecía sin anotación, su caída se le atribuía al daño por minador en el primer caso y a defoliación natural en el segundo.

Con base en estos datos se elaboraron las tablas mensuales sobre índice de infección por roya expresado como el número de pústulas, número de hojas con pústulas y número promedio de pústulas por hoja. Para su elaboración se tomaron en cuenta los datos del número total de hojas en las cuatro ramas de cada planta.



FIGURA 1.- Detalle de una rama seleccionada en una planta de la variedad Conilón, para la realización de las observaciones de campo.

Con los datos sobre defoliación se elaboraron las tablas sobre porcentaje de defoliación por planta y por variedad y sobre las causas de la defoliación. También se elaboraron las tablas sobre recuperación de follaje.

Con estos datos y los correspondientes a los de las variables climáticas (Apéndice 1), se realizaron los análisis de correlación y regresión con el fin de evaluar los efectos de los factores ambientales sobre el proceso epidemiológico de la roya bajo condiciones de campo, así como también para conocer el efecto de la condición varietal de las plantas sobre dicho proceso.

Los análisis estadísticos se realizaron en la División de Biometría y Estadística del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

También se realizaron análisis de regresión con aquellas variables que de acuerdo con sus coeficientes de correlación mostraban que eran importantes por su contribución al comportamiento de las variables dependientes. Inicialmente se realizó un análisis de regresión múltiple para defoliación por roya en relación con la totalidad de las variables incluidas en el análisis de correlación.

Con base en los resultados obtenidos en este primer análisis de regresión se realizaron otros por el sistema de análisis de ruta (Path analysis). Se seleccionaron las variables independientes de acuerdo con los coeficientes de correlación y su contribución teórica a la variación de la variable dependiente.

RESULTADOS

Índice de infección por roya (*Hemileia vastatrix*)

En la tabla 1, se presentan los resultados de las lecturas realizadas durante nueve meses para cada una de las plantas y el promedio para las dos variedades comparadas. De acuerdo con estos resultados, el promedio de pústulas presentes durante el período de las observaciones para las plantas de Conilón fue de 3,5 contra 39,9 para las plantas de Mundo Novo. El promedio de hojas con pústulas para la variedad Conilón fue de 1,5 hojas por planta y para Mundo Novo de 9,4. El número promedio de pústulas por hoja para las plantas de Conilón fue 0,92 y para Mundo Novo fue de 2,69.

Las plantas de Conilón identificadas con los números 66-1; 66-3; 68-11; 69-5; 69-7 y 69-14 no presentaron pústulas durante todo el período. Por el contrario, las plantas 69-9 y 69-10 de este mismo cultivar presentaron los promedios más altos de pústulas.

TABLA 1.- INDICE DE INFECCION POR ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*) PARA LAS PLANTAS DE LAS VARIEDADES CONILON Y MUNDO NOVO. PROMEDIO DE NUEVE MESES DE OBSERVACIONES PARA LAS HOJAS PRESENTES EN LAS CUATRO RAMAS MARCADAS.

Planta N ^o	Calificación 1 - 6	Lesiones de roya		Hojas con Pústulas	Pústulas por hoja N ^o
		N ^o	Pústulas*		
66- 1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69- 5	1.0	4.8	0.0	0.0	0.0
69-14	1.0	2.1	0.0	0.0	0.0
68-11	2.0	0.2	0.0	0.0	0.0
66- 3	2.0	10.9	0.0	0.0	0.0
69- 7	2.0	24.8	0.0	0.0	0.0
70-11	2.0	19.9	0.2	0.2	0.2
66- 4	2.5	15.9	2.6	1.4	0.9
68- 4	3.0	20.3	2.6	1.2	2.0
68- 7	3.0	11.3	2.4	1.4	1.1
67- 5	3.5	8.9	3.3	2.4	1.2
66- 9	4.0	31.9	1.1	0.8	0.9
69- 2	4.0	50.6	3.9	1.7	2.0
69- 9	4.0	61.6	20.3	7.9	2.4
69-10	4.0	107.4	18.7	5.8	3.1
68-15	5.0	196.4	1.3	1.1	0.9
Promedio		35.4	3.5	1.5	0.9
MN-1	6.0	25.7	19.0	5.7	1.5
MN-2	6.0	48.7	37.0	9.0	2.3
MN-3	6.0	64.1	55.8	9.7	3.5
MN-4	6.0	37.1	27.6	8.2	2.9
MN-5	6.0	80.4	60.0	14.3	3.3
Promedio		51.2	39.9	9.4	2.7

* Lesiones de roya en estado de esporulación.

Solo una planta, la 66-1, no registró síntomas de infección por roya. Por el contrario, las plantas 68-15; 69-9 y 69-10 presentaron un promedio alto de lesiones por roya, aunque en el caso de la planta 68-15, ese alto número de lesiones no corresponde a un elevado número de pústulas.

En la tabla 2, se comparan las dos variedades, respecto al índice mensual de infección por roya. Se observa que el número de lesiones por roya aumentó para las dos variedades a partir del mes de abril, alcanzando su máximo en junio y luego fue disminuyendo hasta registrar los valores más bajos en diciembre.

En cuanto al número de pústulas, éstas se presentaron en mayor cantidad, para las dos variedades, durante el mes de mayo. En las plantas de Mundo Novo el número de pústulas

TABLA 2.- INDICE DE INFECCION MENSUAL POR ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*) PARA LAS 16 PLANTAS DE LA VARIEDAD CONILON (C) Y 5 DE LA VARIEDAD MUNDO NOVO (MN). LECTURAS EN LAS CUATRO RAMAS MARCADAS POR PLANTA.

Mes	Nº lesiones por hoja		Nº pústulas		Nº hojas con pústulas		Nº pústulas por hoja		°/o de infección mensual*	
	C	MN	C	MN	C	MN	C	MN	C	MN
Abril	266	354	85	271	34	87	1.0	3.0	4.5	27.9
Mayo	420	654	102	516	33	88	1.2	6.2	4.6	31.7
Junio	734	694	81	502	29	95	1.2	4.9	4.2	45.2
Julio	721	338	75	326	30	76	1.4	4.0	4.5	45.5
Agosto	686	143	58	124	28	44	1.2	2.4	4.4	34.4
Septiembre	693	42	31	24	20	11	1.0	1.3	3.3	13.6
Octubre	554	29	14	11	12	10	0.3	0.8	2.0	16.9
Noviembre	519	25	20	9	13	6	0.3	0.9	2.4	14.0
Diciembre	510	25	37	9	18	6	0.7	0.9	3.4	22.2

$$* \text{°/o de infección mensual} = \frac{\text{Hojas con pústulas}}{\text{Hojas presentes}} \times 100$$

disminuyó a valores muy bajos en diciembre. Igual ocurrió en las plantas de Conilón hasta el mes de octubre, cuando de nuevo aumentó su número.

El mayor número de hojas con pústulas se presentó en los meses de junio y abril, respectivamente, para las plantas de Mundo Novo y Conilón. En las plantas de esta última variedad, el número de hojas con pústulas se mantuvo casi constante durante todo el período. El más alto promedio de pústulas por hoja se registró en los meses de mayo y junio para las plantas de Mundo Novo y Conilón, respectivamente. En relación con el porcentaje de infección mensual se puede observar que para las plantas de Conilón éste siempre estuvo alrededor de 4,0°, mientras que en las plantas de la variedad Mundo Novo presentó fluctuaciones que alcanzaron el 45° en los meses de junio y julio y el menor porcentaje registrado fue de 13°.

Defoliación y recuperación de follaje

El mayor número de hojas caídas en las plantas de la variedad Conilón se presentó en noviembre y correspondió a un 5,8° del número inicial de hojas para esa variedad. Para la variedad Mundo Novo, la mayor defoliación ocurrió en junio y correspondió a un 21,8° (Tabla 3).

TABLA 3.- DEFOLIACION Y RECUPERACION DE FOLLAJE. LECTURAS MENSUALES PARA LAS 16 PLANTAS DE LA VARIEDAD CONILON (C) Y LAS 5 PLANTAS DE LA VARIEDAD MUNDO NOVO (MN), REALIZADA EN LAS CUATRO RAMAS MARCADAS POR PLANTA.

MES	Nº de hojas presentes		Defoliación				Recuperación de follaje				
			Nº hojas caídas		Porcentaje*		Nº hojas nuevas		Porcentaje **		
	C	MN	C	MN	V A R I E D A D		C	MN	C	MN	
Abril	757	312									
Mayo	721	278	36	34	4.8	10.9	0	0	0.0	0.0	
Junio	685	210	36	68	4.8	21.8	2	2	0.7	1.2	
Julio	663	167	22	43	2.9	13.8	2	0	0.7	0.0	
Agosto	639	128	24	39	3.2	12.5	6	2	2.1	1.2	
Septiembre	605	81	34	47	4.5	15.1	40	68	14.0	42.0	
Octubre	588	59	17	22	2.2	7.1	163	46	57.2	28.4	
Noviembre	544	43	44	16	5.8	5.1	34	14	11.9	8.6	
Diciembre	506	27	38	16	5.0	5.1	38	30	13.3	18.5	
TOTAL			251	285	33.2	91.3	285	162	100.0	100.0	

* Porcentaje de defoliación en relación con el número inicial de hojas presentes en el mes de abril.

** Porcentaje de recuperación de follaje en relación con el número total de hojas nuevas producidas hasta el mes de diciembre.

Durante todo el período de las observaciones las plantas de Conilón perdieron 251 hojas que corresponden al 33,20% de las hojas que tenían las cuatro ramas de dicha variedad seleccionadas al iniciarse las observaciones. En el caso de las plantas de la variedad Mundo Novo, el número de hojas perdidas durante los nueve meses fue de 285, equivalentes al 91,30% de su follaje inicial, en las cuatro ramas seleccionadas.

El mayor número de hojas nuevas se formó durante el mes de septiembre en las plantas de Mundo Novo y en octubre en las de Conilón. Al finalizar las observaciones en diciembre, las plantas de Conilón tenían 285 hojas nuevas, lo que equivale a un 130% de hojas adicionales a las que perdieron durante el mismo período. Para las plantas de Mundo Novo, el porcentaje de recuperación de follaje fue del 56,80%, lo cual significa que dichas plantas, al finalizar el período, presentaron un déficit foliar equivalente al 43,20% en las cuatro ramas seleccionadas para las observaciones (Tabla 4).

TABLA 4.- CAUSAS DE LA DEFOLIACION: NUMERO DE HOJAS CAIDAS Y PORCENTAJE CON RESPECTO A LAS HOJAS POR PLANTA DE LA VARIEDAD CONILON Y MUNDO NOVO. RECUPERACION DE FOLLAJE EN RELACION CON EL NUMERO DE HOJAS CAIDAS DURANTE EL PERIODO ABRIL - DICIEMBRE DE 1977.

Planta N°	Hojas iniciales N°	Defoliación								Recuperación de follaje	
		Por roya		Por minador		Natural		Total			
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
66- 1	78	0	0.0	4	5.1	20	25.6	24	30.8	18	75.0
69- 5	24	0	0.0	4	16.7	5	20.8	9	37.5	12	133.3
69- 14	44	0	0.0	1	2.3	9	20.5	10	22.7	12	120.0
68- 11	36	0	0.0	2	5.6	5	13.9	7	19.4	12	171.4
66- 3	49	2	4.1	19	38.8	14	28.6	35	71.4	16	45.7
69- 7	36	1	2.8	2	5.6	4	11.1	7	19.4	8	114.3
70- 11	50	1	2.0	1	2.0	4	8.0	6	12.0	24	400.0
66- 4	63	3	4.8	11	17.5	8	12.7	22	34.9	15	68.2
68- 4	44	1	2.3	0	0.0	6	13.6	7	15.9	28	400.0
68- 7	26	1	3.8	0	0.0	6	23.1	7	26.9	16	228.6
67- 5	67	8	11.9	10	14.9	22	32.8	40	59.7	30	75.0
66- 9	61	7	11.5	5	8.2	9	14.8	21	34.4	16	76.2
69- 2	36	2	5.6	1	2.8	14	38.9	17	47.2	16	94.1
69- 9	49	13	26.5	0	0.0	5	10.2	18	36.7	24	133.3
69- 10	42	6	14.3	0	0.0	2	4.8	8	19.0	12	150.0
68- 15	52	6	11.5	4	7.7	3	5.8	13	25.0	26	200.0
TOTAL	757	51	6.7	64	8.5	136	18.0	251	33.2	285	113.6
MN- 1	52	38	73.1	0	0.0	13	25.0	51	98.1	32	62.8
MN- 2	78	63	80.8	1	1.3	14	17.9	78	100.0	26	33.3
MN- 3	57	39	68.4	4	7.0	10	17.5	53	93.0	34	64.2
MN- 4	48	28	58.3	2	4.2	5	10.4	35	72.9	34	97.1
MN- 5	77	56	72.7	3	3.9	9	11.7	68	88.3	36	52.9

Causas de la defoliación

En la tabla 4, se presentan los datos correspondientes a la pérdida de hojas en cada una de las plantas de las dos variedades y sus posibles causas.

De acuerdo con esos datos, las plantas de Conilón identificadas con los números 66-1; 68-11; 69-5 y 69-14 no perdieron hojas como consecuencia de la infección por roya. Las plantas 66-3; 66-4; 68-4; 68-7; 69-2; 69-7 y 70-11 tuvieron medianos porcentajes de defoliación por roya y las plantas 69-9 y 69-10 registraron altos porcentajes de defoliación a consecuencia de la infección por la roya. En conjunto, la roya fue la causa del 6,70% de defoliación en las plantas de Conilón mientras que en las plantas de Mundo Novo, la roya fue la causa de la pérdida del 71,80% del follaje de las cuatro ramas seleccionadas.

El alto porcentaje de defoliación total que presenta la planta 66-3 se debió principalmente al daño causado por el minador. En la figura 2, se representan gráficamente los datos obtenidos para cada una de las plantas de las dos variedades en lo relacionado con las causas de la defoliación.

En relación con la recuperación de follaje, en la mayoría de las plantas de Conilón el número de hojas nuevas formadas durante el período de las observaciones fue mayor que el número de hojas perdidas durante el mismo lapso. Solo la planta 66-3 presentó un porcentaje de recuperación de follaje inferior al registrado para las planta de Mundo Novo (Tabla 4).

En la tabla 5, se presentan los datos mensuales sobre defoliación por las distintas causas, para el conjunto de las plantas de las dos variedades. El mayor número de hojas perdidas por causa de la roya se presentó en agosto para las plantas de Conilón y en junio para las de Mundo Novo. En todo el período, la roya causó la caída de 51 hojas de Conilón correspondientes al 20,30% de la defoliación total. En contraste, la roya fue la causa de la caída de 224 hojas en las plantas de Mundo Novo, lo cual equivale al 78,60% de la defoliación total para dicha variedad.

Relación entre las variables biológicas, las variables climáticas y el desarrollo de la enfermedad en las dos variedades.

En la tabla 6, se presentan los coeficientes de correlación obtenidos para las distintas combinaciones de variables.

De acuerdo con los datos consignados en la tabla 6, la variable número de pústulas está correlacionada significativamente con las variables : variedad ($r = 0.51$); lesiones por roya

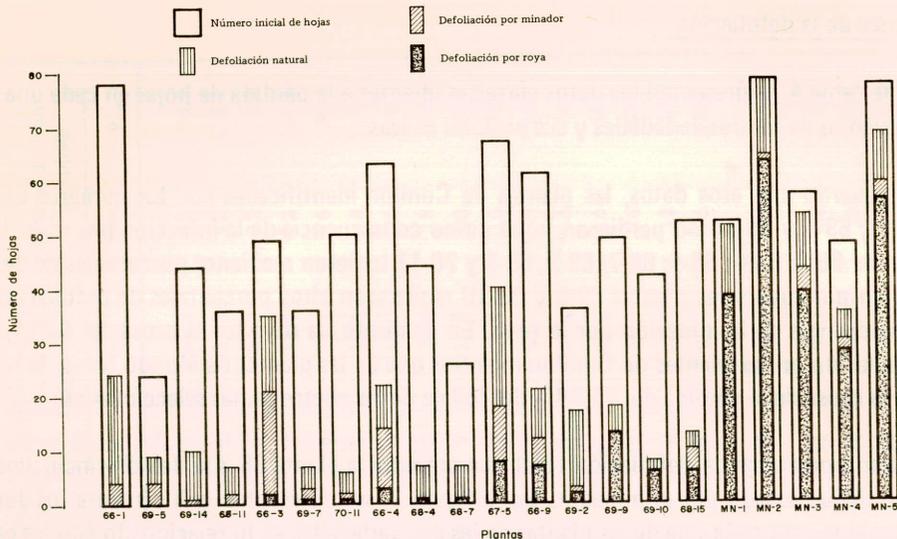


FIGURA 2.- Causas de la defoliación sufrida por las plantas de la variedad Conilón y Mundo Novo durante el período de las observaciones, en relación con el número inicial de hojas por planta.

($r = 0.56$); hojas con pústulas ($r = 0.89$) y con las variables climáticas temperatura media ($r = -0.32$); temperatura máxima ($r = -0.31$) temperatura mínima ($r = -0.28$) y precipitación ($r = -0.22$).

El número de hojas con pústulas está correlacionado significativamente con las variables: variedad ($r = 0.57$); lesiones por roya ($r = 0.51$); número de pústulas ($r = 0.89$) y con las variables climáticas: temperatura media ($r = -0.30$); temperatura máxima ($r = -0.29$); temperatura mínima ($r = -0.26$) y precipitación ($r = -0.22$).

La defoliación por roya está correlacionada significativamente con la variedad ($r = 0.63$); lesiones por roya ($r = 0.27$); número de pústulas ($r = 0.56$); hojas con pústulas ($r = 0.57$); y con las variables climáticas temperatura media ($r = -0.19$); temperatura mínima ($r = -0.23$); precipitación ($r = -0.18$) y humedad relativa ($r = -0.17$).

El análisis de regresión para la variable defoliación por roya en función de la temperatura mínima (X_1), número de hojas con pústulas (X_2) y la variedad (X_3) presentó, según el análisis de varianza de la regresión, un valor para F altamente significativo. En la figura 3, se presenta el diagrama realizado con base en los valores estandarizados de los coeficientes de correlación parcial; en él se muestra la importancia de cada una de las variables y su contribución a la variación de la defoliación por roya. Se destaca la participación de la variedad y del número de hojas con pústulas que contribuyen positivamente mientras que la temperatura mínima lo hace en forma negativa.

TABLA 5.- CAUSAS DE LA DEFOLIACION EN LAS PLANTAS DE LAS VARIEDADES CONILON Y MUNDO NOVO, NUMERO DE HOJAS CAIDAS COMO CONSECUENCIA DE LA ROYA (*H. vastatrix*), POR EL MINADOR (*P. coffeella*) Y CAIDA NATURAL. LECTURAS MENSUALES Y TOTAL PARA EL PERIODO DE LAS OBSERVACIONES.

MES	D e f o l i a c i ó n							
	Por roya		Por minador		Natural		Total	
	C	MN	V a r i e d a d		C	MN	C	MN
Mayo	3	30	0	0	33	4	36	34
Junio	5	57	6	0	25	11	36	68
Julio	5	39	1	2	16	1	22	42
Agosto	10	38	6	0	8	2	24	40
Septiembre	9	36	13	2	12	9	34	47
Octubre	5	13	3	0	9	9	17	22
Noviembre	8	5	13	3	23	8	44	16
Diciembre	6	6	22	3	10	7	38	16
TOTAL	51	224	64	10	136	51	251	285
Porcentaje*	20.3	78.6	25.5	3.5	54.2	17.9	100.0	100.0

* En relación con la defoliación total.

En la figura 4, se presenta el diagrama integrado realizado con base en los resultados de los dos anteriores análisis de regresión. Se muestra la gran importancia de la variedad en el resultado de defoliación por roya y en el número de hojas con pústulas. También se muestra la contribución del número de hojas con pústulas sobre la defoliación por roya y la acción de la temperatura mínima sobre esas dos variables. La expresión E corresponde a los valores de las variables indeterminadas cuya contribución desconocemos.

En la figura 5, se presenta la relación existente entre índice de infección por roya expresado por el porcentaje de hojas con pústulas (Tabla 2) y la defoliación por roya mensual y para cada una de las variedades (Tabla 5). Se nota el comportamiento estable de la enfermedad sobre las plantas de Conilón durante todo el período de las observaciones, en contraste con el comportamiento estacional de la roya en las plantas de la variedad Mundo Novo, así como la mayor severidad de la enfermedad en dicha variedad.

En la figura 6, se presenta la relación encontrada entre el número de hojas con pústulas, defoliación por roya y los valores promedios mensuales para la temperatura mínima.

TABLA 6.- COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES ESTUDIADAS Y LOS ELEMENTOS CLIMATOLOGICOS REGISTRADOS DURANTE EL PERIODO DE LAS OBSERVACIONES.

Variedad	Lesiones por roya	Pústulas	Hojas con pústulas	Defoliación			Temperatura			Precipitación	Luminosidad	Humedad relativa
				Por roya	Por minador	Natural	Media	Máxima	Mínima			
Variedad	0.11	0.51**	0.57**	0.63**	-0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lesiones por roya	0.11	0.56**	0.51**	0.27**	-0.08	-0.09	-0.21**	-0.17**	-0.21**	-0.17**	0.07	-0.04
Pústulas	0.51**	0.56**	0.89**	0.56**	-0.10	0.00	-0.32**	-0.32**	-0.28**	-0.22**	0.12	0.03
Hojas con pústulas	0.57**	0.51**	0.89**	0.57**	-0.12	-0.05	-0.30**	-0.29**	-0.26**	-0.22**	0.14*	0.02
Defoliación por roya	0.63**	0.27**	0.56**	0.57**	-0.03	0.06	-0.19**	-0.09	-0.23**	-0.18	0.12	-0.17**
Defoliación por minador	-0.08	-0.08	-0.10	-0.12	-0.03	0.18**	0.15*	0.10	0.17**	0.29**	-0.23**	0.09
Defoliación natural	0.05	-0.09	0.00	-0.05	0.06	0.18**	-0.13	-0.13	-0.09	-0.08	-0.07	0.05
Temperatura media	0.00	-0.21**	-0.32**	-0.30**	-0.19**	0.15*	-0.13	0.85**	0.92**	0.57**	0.38**	-0.08**
Temperatura máxima	0.00	-0.17**	-0.32**	-0.29**	-0.09	0.10	-0.13	0.85**	0.60**	0.25**	0.03	-0.41**
Temperatura mínima	0.00	-0.21**	-0.28**	-0.26**	-0.23**	0.17**	-0.09	0.92**	0.60**	0.73**	-0.67**	0.45**
Precipitación	0.00	-0.17**	-0.22**	-0.22**	-0.18**	0.29**	-0.08	0.57**	0.25**	0.73**	-0.73**	0.54**
Luminosidad	0.00	0.07	0.12	0.14*	0.12	-0.23**	0.07	-0.38**	0.03	-0.67**	-0.73**	-0.80**
Humedad relativa	0.00	-0.04	0.03	0.02	-0.17**	0.09	0.05	-0.08	-0.41**	0.45**	0.54**	-0.80**

* Significativo al 5% ** Significativo al 1%

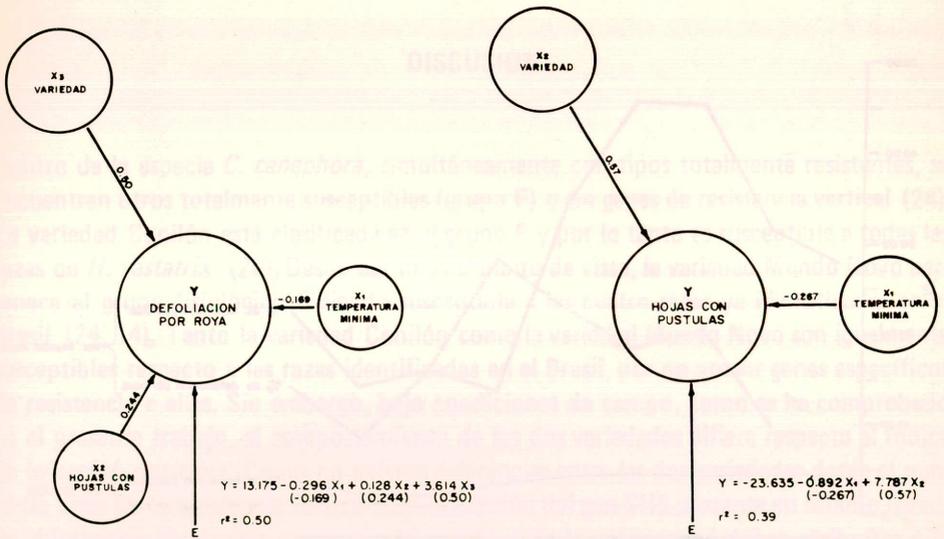


FIGURA 3.- Diagrama de los análisis de regresión, que muestran la contribución de cada variable independiente sobre la dependiente, con base en los valores de los coeficientes de regresión estandarizados.

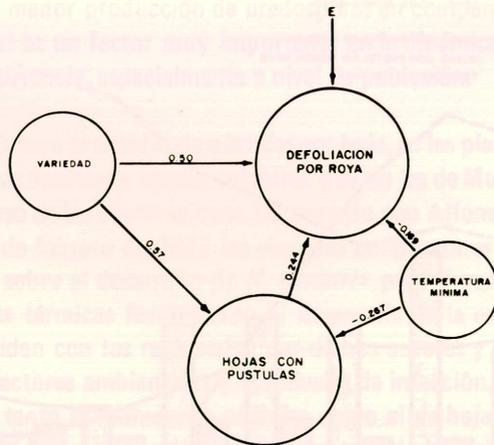


FIGURA 4.- Diagrama integrado para las variables defoliación por roya y hojas con pústulas, con base en los análisis de regresión en función de las variables variedad y temperatura mínima. Los valores corresponden a los coeficientes de regresión estandarizados.

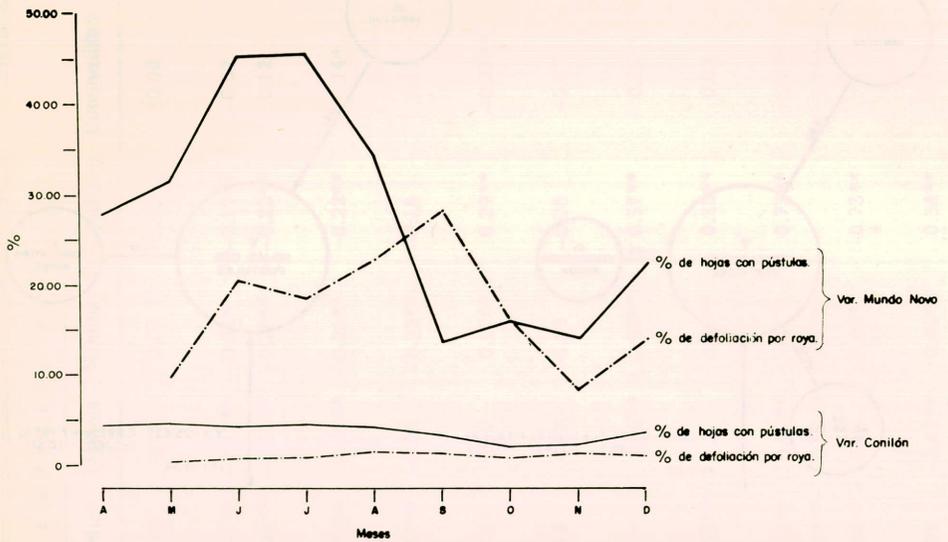


FIGURA 5.- Relación entre el índice de infección por *Hemileia vastatrix* y defoliación, en las plantas de las variedades Mundo Novo y Conilón.

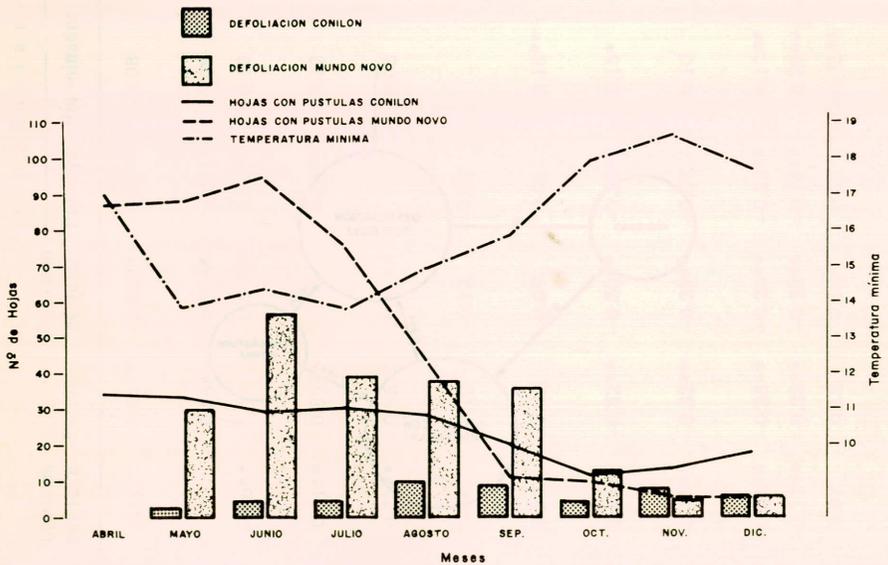


FIGURA 6.- Relación entre el número de hojas con pústulas, defoliación por roya y temperatura mínima promedio mensual para las plantas de las variedades Conilón y Mundo Novo.

DISCUSION

Dentro de la especie *C. canephora*, simultáneamente con tipos totalmente resistentes, se encuentran otros totalmente susceptibles (grupo F) o sin genes de resistencia vertical (24). La variedad Conilón está clasificada en el grupo F y por lo tanto es susceptible a todas las razas de *H. vastatrix* (20). Desde ese mismo punto de vista, la variedad Mundo Novo pertenece al grupo fisiológico E siendo susceptible a las cuatro razas ya identificadas en el Brasil (24, 14). Tanto la variedad Conilón como la variedad Mundo Novo son igualmente susceptibles respecto a las razas identificadas en el Brasil, por no poseer genes específicos de resistencia a ellas. Sin embargo, bajo condiciones de campo, como se ha comprobado en el presente trabajo, el comportamiento de las dos variedades difiere respecto al índice de infección por roya. Como no existen diferencias entre las dos variedades desde el punto de vista de la resistencia vertical, con excepción del gen SH5 presente en Mundo Novo, las diferencias observadas respecto a la severidad de la enfermedad deben atribuirse a la existencia en la variedad Conilón, de genes distintos a los que confieren RV que favorecen el menor índice de infección por roya en esa variedad.

De acuerdo con Van der Plank (27) el criterio de la RV es el tipo de lesión mientras que la RH afecta al tipo y al número de lesiones. En las plantas de la variedad Conilón el número promedio de pústulas en todo el período de las observaciones fue de 3,5 mientras que en las de Mundo Novo correspondió a 39,9. Esta menor cantidad de pústulas en la variedad Conilón sugiere una menor producción de uredosporas en comparación con las plantas de Mundo Novo, lo cual es un factor muy importante en la dinámica de la enfermedad y en la expresión de la resistencia, especialmente a nivel de población.

En relación con el número promedio de pústulas por hoja, en las plantas de Conilón esta variable se mantuvo prácticamente estable mientras que en las de Mundo Novo varió grandemente en el transcurso de las observaciones. De acuerdo con Alfonsi, Ortolani y Figueiredo (1), durante el mes de febrero de 1977 las elevadas temperaturas registradas produjeron un efecto depresivo sobre el desarrollo de *H. vastatrix* pero durante los meses de abril a julio, las condiciones térmicas favorecieron el desarrollo de la enfermedad. Los resultados obtenidos coinciden con los registrados por dichos autores y comprueban la relación existente entre los factores ambientales y los niveles de infección. Los análisis de correlación mostraron que tanto el número de pústulas como el de hojas con pústulas están correlacionados entre sí y que dependen particularmente de la variedad en forma positiva ($r = 0.51^{**}$ y $r = 0.57^{**}$) y de la temperatura y de la precipitación en forma negativa (Tabla 6). El mayor número de pústulas se presentó durante los meses de mayo a agosto coincidiendo con los registros más bajos para la temperatura y precipitación (Apéndice 1). El índice de infección por roya disminuyó a partir de septiembre aún en las plantas

de Conilón que no perdieron el follaje. Esta disminución coincide con la iniciación de la estación caliente y lluviosa, que se expresa en los coeficientes de correlación negativos para índice de infección por roya en relación con temperatura y precipitación.

El principal daño causado por la roya del cafeto consiste en que las hojas infectadas se caen prematuramente, debilitando la planta y reduciendo su capacidad productiva (21). Al analizar los resultados obtenidos en lo que respecta a la defoliación sufrida por las plantas en las dos variedades utilizadas en este estudio, se desprende que quizá éste sea el principal aspecto que permita diferenciarlas en relación con su susceptibilidad a la roya. Mientras que las 16 plantas de Conilón perdieron el equivalente a un 33,16% de su follaje inicial en las cuatro ramas marcadas, las plantas de Mundo Novo perdieron el 91,35% de sus hojas. El mayor porcentaje de defoliación ocurrió en los meses de junio a septiembre para las plantas de Mundo Novo mientras que en las plantas de Conilón la defoliación fue proporcional durante todos los meses. Del total de la defoliación sufrida, la roya fue la causa principal en las plantas de Mundo Novo (71,8%) mientras que en las de Conilón correspondió a la defoliación natural y la roya solo fue responsable por el 6,7% de las hojas caídas en dicha variedad.

De acuerdo con el análisis de correlación, la defoliación por roya está correlacionada en forma positiva y altamente significativa con la variedad, con el número de pústulas y con el número de hojas con pústulas. La variedad es el factor más importante ($r = 0.63^{**}$) y por lo tanto el que determina, según los análisis de regresión, que las plantas sufran una mayor o menor defoliación a causa de la roya.

Esta relación entre el número de pústulas de la roya y la defoliación anteriormente había sido encontrada por Chalfoun, Paiva y Ribeiro (8).

En cuanto a la relación de la defoliación por roya con los factores climáticos, los coeficientes de correlación fueron negativos y altamente significativos para la temperatura mínima, la temperatura media, la precipitación y la humedad relativa pero sus valores fueron bastante bajos (Tabla 6). Duarte, Chalfoun, Reis, Alvarenga y de Carvalho (9) registran que la roya causa defoliación y que ésta se presenta principalmente durante el período seco del año por lo cual consideran que la poca disponibilidad de agua y la temperatura son agentes defoliantes.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir que los factores climáticos no son los responsables principales de la defoliación por roya sufrida por las plantas, sino que éstos actúan sobre el hongo, condicionando su desarrollo, actuando principalmente durante los procesos preinfectivos y posteriormente sobre su período de incubación tal como lo demostró Montoya (15). Sin embargo, bajo las mismas condiciones climáticas, en plantas de la variedad Mundo Novo se presenta un mayor número de

lesiones de roya, esporula una mayor cantidad de estas lesiones y la producción de uredosporas por lesión debe ser mucho mayor, lo cual influye sobre el resultado final que es la caída de las hojas enfermas. El efecto de los factores climáticos sobre el índice de infección por roya expresado por el número de lesiones, se produce con anterioridad a la manifestación visible de la enfermedad (pústulas) ya que el período de incubación varía aún bajo condiciones controladas entre 33 y 50 días con temperatura óptima y está relacionado con el grado de infección (15). Por lo tanto cuando se mide defoliación por roya, ésta posiblemente no está determinada por las condiciones climáticas predominantes en el momento en que ocurre la defoliación sino por los factores climáticos registrados anteriormente (30 o más días) que favorecieron la infección por el hongo e influyeron sobre su período de incubación. Este tipo de relaciones clima-planta-patógeno fueron estudiadas bajo condiciones de campo y se encontró que el período de incubación de *H. vastatrix* tiene la tendencia a acortarse en los meses más calientes y se vuelve más largo en los meses más fríos (16). Igualmente el número de pústulas por hoja en variedades susceptibles como el Catuai se mantiene a niveles bajos, alrededor de 0,2 pústulas por hoja durante los meses con temperaturas elevadas y aumenta hasta 2,3 pústulas por hoja durante los meses con temperatura alrededor de 19,8 y 22,2 °C y baja pluviosidad. (1).

De acuerdo con Mónaco (14) la retención de hojas puede ser una forma de reducir los efectos negativos del ataque de la roya del cafeto. Esta mayor retención de follaje es una característica bien definida de la variedad Conilón, tal como se pudo comprobar en el presente estudio.

Según Van der Plank (26), la resistencia en el campo es resistencia horizontal si se toman medidas para excluir la resistencia vertical. Agrega el autor que una forma de excluir la resistencia vertical y seleccionar por resistencia horizontal es la de exponer variedades sin genes de resistencia vertical a epidemias naturales en el campo. Este es el caso de la variedad Conilón que no posee genes de resistencia vertical conocidos y que al exponerse a epidemias naturales en el campo, presenta niveles de infección y de defoliación inferiores a los registrados en este caso en plantas de la variedad Mundo Novo. Varias plantas de Conilón no presentaron pústulas de roya durante el período de las observaciones por lo cual se podría llegar a pensar que se trate de resistencia vertical. Sin embargo algunas de esas plantas (66-3; 69-7; 69-14 y 68-11) fueron incluidas en ensayos de laboratorio e invernadero y con inoculaciones artificiales presentaron pústulas (3). La posible explicación para la diferente reacción de las plantas bajo condiciones de invernadero y laboratorio con la expresada en el campo puede estar relacionada con la cantidad de inóculo empleado en las inoculaciones artificiales así como también el efecto de las condiciones ambientales controladas que favorecen netamente al patógeno y no al hospedante.

Tanto la variedad Conilón como la Mundo Novo presentaron un alto porcentaje de recuperación de follaje durante el período de las observaciones. Sin embargo las plantas de

Mundo Novo a pesar de su gran vigor terminaron con un déficit foliar atribuible a la altísima defoliación causada por la roya. Las plantas de Conilón terminaron con un porcentaje de follaje mayor al registrado inicialmente en las ramas usadas para las observaciones.

De otra parte se destaca que la escala de calificación empleada para evaluar la severidad de la roya en las plantas de Conilón, correspondió muy marcadamente con las observaciones realizadas teniendo en cuenta el índice de infección y la defoliación por roya.

Así, las plantas con calificaciones hasta 3,0, presentaron los menores índices de infección y los menores porcentajes de defoliación por roya. De acuerdo con lo anterior, se considera factible la utilización de una escala de calificación similar que contemple la ponderación de distintos factores de la enfermedad, durante varias epidemias naturales, para seleccionar plantas resistentes bajo condiciones de campo, teniendo como criterio de selección la búsqueda de resistencia horizontal a la enfermedad.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten deducir las siguientes conclusiones:

1. La metodología empleada permite comprobar cuantitativamente que dentro de la variedad Conilón existen plantas que poseen resistencia a *Hemileia vastatrix*.
2. Dicha resistencia se expresa por un menor índice de infección, representado por un menor número de pústulas, un menor número de hojas con pústulas y un número promedio de pústulas por hoja, inferior a los observados en las plantas de la variedad Mundo Novo, bajo las mismas condiciones de campo.
3. Las plantas de la variedad Conilón, incluídas las más susceptibles, sufren menor defoliación que las plantas de la variedad Mundo Novo.
4. La roya no causa defoliación significativa en las plantas de la variedad Conilón, mientras que en la variedad Mundo Novo es la principal causa de la caída de las hojas.
5. La defoliación por roya está correlacionada en forma positiva y altamente significativa con la variedad, el número de pústulas y el número de hojas con pústulas.
6. El número de pústulas y el de hojas con pústulas está correlacionado con la variedad y con la temperatura mínima promedio mensual.

7. De acuerdo con la menor severidad de la roya registrada sobre las plantas de la variedad Conilón y la ausencia de genes de resistencia vertical en dicha variedad, se considera que la resistencia existente en tales plantas posee las características de resistencia horizontal.

RESUMEN

Con el fin de identificar la existencia de resistencia a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) y determinar su forma de expresión, durante el año de 1977 se llevaron a cabo observaciones de campo en 16 plantas de *Coffea canephora* var. Conilón y cinco plantas de *C. arabica* var. Mundo Novo, sembradas en el mismo lote de la Estación Experimental del Instituto Agronómico de Campinas, S. P., Brasil.

En cada una de las plantas seleccionadas para el estudio se señalaron cuatro ramas localizadas en la parte media de los árboles y en ellas se llevaron registros mensuales sobre el índice de infección por roya expresado por el número de lesiones de roya, número de lesiones con esporas (pústulas), número de hojas con pústulas y se obtuvo el dato sobre el número promedio de pústulas por hoja. También se llevaron los registros sobre defoliación por roya, por minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella*), defoliación natural y recuperación de follaje.

Con base en estos datos y las lecturas climatológicas mensuales se realizaron análisis de correlación y regresión con el fin de determinar la contribución de las variables biológicas y climatológicas sobre el índice de infección y sobre la defoliación registrada por planta y por variedad.

El análisis de los resultados obtenidos permite demostrar que existen diferencias cuantitativas entre las dos variedades comparadas, las cuales se expresan por un menor índice de infección por roya, y una mayor retención de follaje en las plantas de la variedad Conilón en comparación con las de la variedad Mundo Novo.

Las características de esta resistencia a la roya y la ausencia de genes de resistencia vertical sugieren que la resistencia existente en las plantas de la variedad Conilón sea resistencia horizontal.

SUMMARY

Field observations were carried out in order to identify the existence of coffee leaf rust resistance (*Hemileia vastatrix* Berk. and Br.) and to determine its form of expression. For

this purpose, 16 plants of *Coffea canephora* var. Conilon and 5 plants of *C. arabica* var. Mundo Novo were studied. They were planted in one single lot of the Agronomical Institute of Campinas, SP. , Brazil.

Four branches were selected in each and every one of the trees under study. The branches were located in the middle of the trees and monthly registers were kept to measure the infection index of coffee leaf rust as expressed by the number of lesions, number of lesions with spore (pustules), number of leaves with pustules. The average number of pustules per leaf was also obtained. Measurements were also taken on the defoliation caused by coffee leaf rust, leaf miners (*Perileucoptera coffeella*), natural defoliation and recovery of the foliage.

On the basis of these data and the monthly climatological readings, it was possible to perform both correlation and regression analysis. These statistical analysis determined the contribution of the biological and climatological variables on the infection index and the defoliation registered per plant and per variety.

The analysis of the results demonstrates that there are quantitative differences between the two varieties under comparison. These differences are expressed by a smaller infection index of coffee leaf rust and a higher retention of the leaves in the variety Conilon as compared of those of the variety Mundo Novo.

The characteristics of this type of resistance to coffee leaf rust and the absence of genes responsible for vertical resistance suggest that the existent resistance found in the plants from de Conilon variety might be considered as a horizontal resistance.

BIBLIOGRAFIA

1. ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; FIGUEIREDO, P. Condições climáticas e níveis e infecção da ferrugem do cafeeiro em *C. arabica* L. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras 5o., Guarapari, Brasil, 18 - 21 de octubre 1977. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1977. p. 108-109.
- 2.- BETTENCOURT, A. J. Avaliação da resistencia a *Hemileia vastatrix* no melhoramento genetico de *Coffea arabica*. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 4a., Caxambu, Brasil, 23 - 26 de noviembre 1976. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1976. p. 274-276.
- 3.- CADENA, G., G. Expresión de resistencia horizontal a la roya (*Hemileia vastatrix*) en la variedad Conilon (*Coffea canephora*). Bogotá, Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario, 1978. 185 p. (Tesis Magister Scientiae).

- 4.- CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie *arabica*. São Paulo, Brasil, Superintendência dos serviços do café. Secretaria da Fazenda, 1946. 33 p.
- 5.- CASTILLO Z., J.; MORENO R., G.; LOPEZ D., S. Uso de resistência genética a *Hemileia vastatrix* Berk y Br. existente em germoplasma de café em Colombia. *Cenicafé* (Colombia) 27(1): 3-25. 1976.
- 6.- COSTA, W. M. ; RIBEIRO, I. J. A. Resistência a *Hemileia vastatrix* observada no café Icatú. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 3o., Curitiba, Paraná, 1975. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1975. p. 113.
- 7.- CHAVES, G. M.; CRUZ FILHO J.; CARVALHO, M. G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D. T.; SHIMOYA, C. A ferrugem o cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. *Seiva* (Brasil) 30 1 - 75. 1970. (Ed. Esp.).
- 8.- CHALFOUN, S. M.; PAIVA, F.; RIBEIRO, S. R. Influência do nível de infecção e do número de pústulas na queda de folhas de cafeeiros atacadas pela ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). In: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Projeto café; relatório anual 74/75. Belo Horizonte. 1976. p. 237-238.
- 9.- DUARTE, C. de SOUSA; CHALFOUN, S. M.; REIS, P. R.; ALVARENGA, G.; CARVALHO, M. M. Efeito da ferrugem alaranjada e do bicho mineiro no conteúdo foliar do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 4a., Caxambú, Brasil, 23 - 26 de novembro 1976. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café. 1976. p. 204-205.
- 10.- FIGUEIREDO, P.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; MARIOTTO, P. R.; PALAZZO, D. A. Presença de uredosporos de *Hemileia vastatrix* Berk & Br., no ar e sua importância sobre epidemiologia da ferrugem. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 5a., Guarapari, Brasil, 18 - 21 de outubro 1977. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café. 1977. p. 87-88.
- 11.- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE. Rio de Janeiro (Brasil). Cultura de café no Brasil. Manual de Recomendações. IBC - GERCA, Rio de Janeiro. 1974. 261 p.
- 12.- KRANZ, J. The role and scope of mathematical analysis and modeling in epidemiology. In: Kranz, J., ed. Epidemics of plant diseases. Mathematical analysis and modeling. Berlin, Springer Verlag. 1974. p. 7-54.
- 13.- MANSK, Z.; ANDRADE, I. P. R.; MATIELLO, J. B.; ABREU, R. G. Efeito de fungicidas cúpricos, sistêmicos e orgânicos no controle da ferrugem do cafeeiro e na produção de café em cafezal "Conilón" (*Coffea canephora*), no Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro sobre Pragas e Doenças do Cafeeiro, 1o., Vitória, Brasil, 1973. Resumos, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1973. p. 6-7.
- 14.- MONACO, L. C. Consequences of the introduction of coffee rust into Brazil. *Annals of the New York Academy of Sciences* (EE. UU.) 287:59-71. 1977.

- 15.- MONTOYA, H. R. Influencia da temperatura e da luz na germinação, infectividade e periodo de geração de *Hemileia vastatrix* Berk et Br. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, Universidade Federal de Viçosa, 1974. 60 p. (Tesis Magister Scientiae).
- 16.- MORAES, S. A. DE; SUGIMOR, M. H.; RIBEIRO, I. J. A.; ORTOLANI, A. A.; PEDRO JUNIOR, M. J. Periodo de incubação de *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em tres regioes do Estado de Sao Paulo. Summa Phytopathologica (Brasil) 2(1):32-38. 1976.
- 17.- MORENO, R., G. Informe del viaje de estudios al Brasil sobre el mejoramiento genético del café. Chinchiná, Caldas, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafé. 41 p. 1974. (Mimeografiado).
- 18.- NELSON, R. R. Horizontal resistance in plant; concepts, controversies and applications. In: Seminar on horizontal resistance to the blast disease of rice. Cali, Colombia, 1971, Proceedings, Cali, CIAT, 1971. p. 1-20.
- 19.- NELSON, R. R. Breeding plants for disease resistance. Concepts and applications. University Park Pa., University Press. 1973. 400 p.
- 20.- PAULINO, A. J.; ANDRADE, I. P. R.; PAULINI, A. E.; CARRARA, M. Competição de progenies de "Guarini" e "p 37" de *Coffea canephora* no Espirito Santo. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras 3o., Curitiba, Brasil, 1975. Resumos, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1975. p. 178-179.
- 21.- RAYNER, R. W. Micología, historia y biología de la roya del cafeto. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 68 p. (Publicación miscelánea N° 94).
- 22.- ROBINSON, R. A. Disease resistance terminology. Rev. Appl. Mycol. (Inglaterra) 48(11/12):593-606. 1969.
- 23.- ROBINSON, R. A. Horizontal resistance. Rev. Pl. Path. Inglaterra. 52(8):483-501. 1973.
- 24.- RODRIGUEZ JUNIOR, C. J.; BETTENCOURT, A. J.; RIJO, L. Razas de patógeno y resistencia a la roya del café. San Salvador, El Salvador, IICA, Zona Norte, 1976. 32 p. (Publicación miscelánea N° 134).
- 25.- VAN DER PLANK, J. E. Plant diseases: epidemics and control. New York, Academic Press. 1963. 340 p.
- 26.- VAN DER PLANK, J. E. Disease resistance in plants. New York, Academic Press. 1968. 206 p.
- 27.- VAN DER PLANK, J. E. Horizontal resistance: six suggested projects in relation to blast disease of rice. In: Seminar on horizontal resistance to the blast of rice. Cali, Colombia, 1971. Proceedings Cali, CIAT, 1971. p. 21-26.
- 28.- VAN DER PLANK, J. E. Principles of plant infection. New York, Academic Press, 1975. 216 p.
- 29.- ZADOKS, J. C. Reflections on disease resistance in annual crops. In: U. S. Dept. Agr. Forest. Serv. Biology of rust resistance in forest trees. 1972. p. 43-63 (Misc. publ. 1221).

APENDICE 1.- DATOS CLIMATOLOGICOS. CENTRO EXPERIMENTAL DE CAMPINAS. AÑO DE 1977 Y NORMALES DE 21 AÑOS DE OBSERVACIONES *.

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
TEMPERATURA (°C)	Media 1977	22.9	24.9	23.6	20.7	18.5	18.6	19.6	20.2	20.7	22.8	22.2	21.5	21.3
	Normal	23.1	23.0	22.6	20.8	18.2	17.1	17.2	18.9	20.7	21.1	21.8	22.5	20.6
	Máxima 1977	29.0	31.8	30.3	26.5	25.5	24.9	27.6	28.1	28.1	29.4	28.7	27.4	28.1
	Normal	29.6	29.6	29.4	27.6	25.3	24.5	24.7	26.8	28.2	28.2	28.6	28.8	27.6
	Mínima 1977	19.2	19.6	19.3	17.0	13.8	14.3	13.8	14.9	15.8	17.9	18.6	17.7	16.8
	Normal	18.7	18.8	18.1	16.0	13.4	11.9	11.6	13.0	14.9	16.1	16.7	18.0	15.6
PRECIPITACION (mm.)	Total 1977	380.6	56.3	122.7	131.8	15.0	32.5	11.6	28.8	142.9	72.5	150.5	186.3	1.431.5
	Normal	241.5	218.9	134.4	62.5	55.1	46.9	38.4	38.4	63.4	138.4	235.2	212.2	1.385.3
LUMINOSIDAD	Total 1977	172.9	275.1	219.9	203.4	244.2	183.2	263.4	248.4	217.7	226.7	157.3	162.7	214.6
	Normal	212.2	184.9	226.7	237.4	238.0	224.8	245.1	248.7	208.2	209.5	219.7	205.8	221.8
HUMEDAD RELATIVA (%)	Media 1977	79.5	68.6	75.5	77.9	72.0	73.8	61.7	62.3	65.8	65.8	76.2	76.0	71.3
	Normal	76.3	77.8	75.8	74.2	73.4	72.2	68.2	64.1	64.5	69.7	70.2	75.0	71.8

* (1956 a 1976).