

CONTROL QUIMICO DE LA ROYA DEL CAFETO

Luis Guillermo Arango-Bernal \*

INTRODUCCION

La roya del cafeto (Hemileia vastatrix) desde su descubrimiento en Ceylán en 1869 ha sido controlada utilizando productos químicos.

En esta revisión de literatura se tomarán los siguientes aspectos:

- Qué fungicidas se han evaluado para control preventivo, curativo o erradicante.
- Qué dosis y frecuencia de aplicación se han evaluado.
- Cuáles son las épocas de aplicación de los fungicidas.
- Qué efectos secundarios se pueden presentar con la aplicación de los fungicidas.
- Cómo influye la aplicación de fungicidas en la producción de café.
- Qué criterios se utilizan para evaluar el efecto fungicida de los agroquímicos.

En 1969, Berkely (19) recomendó la aplicación de azufre en polvo o en solución para el control de la enfermedad. Estos productos fungicidas fueron utilizados en esa época para el control de oidios, posteriormente algunas royas han sido controladas en forma eficiente con productos a base de azufre. Walker (54) cita "generalmente es necesario el contacto entre el azufre y el hongo y la fluidez de división de las partículas tiene importancia, tanto desde el punto de vista de la adherencia, como el de la toxicidad". En la actualidad no se utilizan fungicidas a base de azufre en polvo para el control de la roya del cafeto. Los productos a base de azufre, utilizados para control de royas como polvos mojables o polvos solubles en Brasil son el TOP-COP con un contenido del 50% de azufre (42), el cual se utilizó con una dosis de 6 litros por hectárea;

\* Asistente de la Sección de Fitopatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café -CENICAFE-, Chinchiná, Caldas, Colombia.

el CUP-SULFID en dosis de 4 litros por hectárea, los resultados en términos de porcentaje de hojas afectadas, número de pústulas por hoja y porcentaje de defoliación los hace comparables a los tratamientos con oxiclórico de cobre del 50%.

El caldo bordelés fue recomendado por primera vez en 1895 por SADEBECK, según referencia de Chaves (19), después de haber comparado su efecto "deletéreo" sobre uredosporas de H. vastatrix bajo condiciones de laboratorio.

Walker (54) al referirse a la preparación del caldo bordelés hace referencia a la preparación de este producto. Inicialmente la mezcla contenía un 15% de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) y 8% de cal ( $\text{CaO}$ ). Las fórmulas 1-1-100 se refieren a un kilogramo de sulfato de cobre, un kilogramo de cal viva y 100 litros de agua, o las cantidades correspondientes. "El caldo bordelés es una suspensión suficientemente adherente, prácticamente insoluble y con suficiente poder mojante. La actividad fungicida se debe a la formación de cobre soluble, que resulta tóxico para las esporas o formas equivalentes en suspensión en gotas de agua. Los factores que intervienen en la solubilidad de los iones tóxicos no se conocen a fondo. Uno de los posibles factores es el anhídrido carbónico y el amoníaco disueltos en el agua meteórica. Otro posible factor es la secreción por parte del hongo, bien antes o después de la germinación de las esporas de sustancias que provocan la solubilidad de los compuestos cúpricos. Un tercer factor, puede estar en relación con las secreciones de la planta huésped. Cualquiera de ellas puede actuar. Sobre el efecto tónico del cobre, este mismo autor dice "algunos autores dicen que los iones de cobre actúan sobre el metabolismo del huésped o que aumentan la velocidad de transpiración".

De Ceylán, Baeza (5) recopiló la información disponible y estableció relaciones entre el comportamiento de la enfermedad, el crecimiento del follaje y las condiciones de precipitación. En la figura 1, se describe esta relación. Concluyó que:

- 1- En condiciones de calor seco, lluvias ocasionales, y noches secas SIN FORMACION DE ROCIO, período de enero a marzo, la planta formaba pocas hojas y se iniciaba la floración. En las hojas se observaban manchas amarillas y pocas pústulas.
- 2- En condiciones de lluvias, noches húmedas y días con atmósfera saturada, período abril a junio, la planta producía follaje abundante y empezaba la formación de frutos. En las hojas bien formadas se observaban manchas amarillas, con pústulas. En las hojas nuevas se observaron pocas pústulas.
- 3- En condiciones de monzón, lluvias muy intensas, vientos muy fuertes, período de julio y agosto, la planta no aumentaba el

el CUP-SULFID en dosis de 4 litros por hectárea, los resultados en términos de porcentaje de hojas afectadas, número de pústulas por hoja y porcentaje de defoliación los hace comparables a los tratamientos con oxiclórico de cobre del 50%.

El caldo bordelés fue recomendado por primera vez en 1895 por SADEBECK, según referencia de Chaves (19), después de haber comparado su efecto "deletéreo" sobre uredosporas de H. vastatrix bajo condiciones de laboratorio.

Walker (54) al referirse a la preparación del caldo bordelés hace referencia a la preparación de este producto. Inicialmente la mezcla contenía un 15% de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) y 8% de cal ( $\text{CaO}$ ). Las fórmulas 1-1-100 se refieren a un kilogramo de sulfato de cobre, un kilogramo de cal viva y 100 litros de agua, o las cantidades correspondientes. "El caldo bordelés es una suspensión suficientemente adherente, prácticamente insoluble y con suficiente poder mojante. La actividad fungicida se debe a la formación de cobre soluble, que resulta tóxico para las esporas o formas equivalentes en suspensión en gotas de agua. Los factores que intervienen en la solubilidad de los iones tóxicos no se conocen a fondo. Uno de los posibles factores es el anhídrido carbónico y el amoníaco disueltos en el agua meteórica. Otro posible factor es la secreción por parte del hongo, bien antes o después de la germinación de las esporas de sustancias que provocan la solubilidad de los compuestos cúpricos. Un tercer factor, puede estar en relación con las secreciones de la planta huésped. Cualquiera de ellas puede actuar. Sobre el efecto tónico del cobre, este mismo autor dice "algunos autores dicen que los iones de cobre actúan sobre el metabolismo del huésped o que aumentan la velocidad de transpiración".

De Ceylán, Baeza (5) recopiló la información disponible y estableció relaciones entre el comportamiento de la enfermedad, el crecimiento del follaje y las condiciones de precipitación. En la figura 1, se describe esta relación. Concluyó que:

- 1- En condiciones de calor seco, lluvias ocasionales, y noches secas SIN FORMACION DE ROCIO, período de enero a marzo, la planta formaba pocas hojas y se iniciaba la floración. En las hojas se observaban manchas amarillas y pocas pústulas.
- 2- En condiciones de lluvias, noches húmedas y días con atmósfera saturada, período abril a junio, la planta producía follaje abundante y empezaba la formación de frutos. En las hojas bien formadas se observaban manchas amarillas, con pústulas. En las hojas nuevas se observaron pocas pústulas.
- 3- En condiciones de monzón, lluvias muy intensas, vientos muy fuertes, período de julio y agosto, la planta no aumentaba el

follaje y los frutos maduran. En este período, anterior a la cosecha, se observaban grandes número de pústulas en todas las hojas del árbol.

- 4- En el período de lluvias escasas, septiembre a enero, época de cosecha y formación de nuevas hojas el número de hojas con manchas era bajo.

En estas condiciones la recomendación de control preventivo debía hacerse antes de que la uredospora llegue a la hoja nueva. En consideración a los análisis anteriores este período de aspersiones con fungicidas protectores sería entre febrero y mayo.

En la India a principios del siglo XX se empezaron las aspersiones con el caldo bordelés y el caldo borgoñés, con adherentes en razón de las épocas lluviosas en que debían realizarse.

Baeza (5), con base en los estudios epidemiológicos de Mayne, comparó los criterios de clima, hésped, patógeno. En la figura 2 se detalla la comparación establecida.

Las conclusiones fueron:

- 1- En condiciones de calor seco, período de diciembre a marzo, la planta tiene un número de hojas mínimo, hay pocas pústulas por hoja.
- 2- En condiciones de lluvias alternas, período de abril a mayo, la planta inicia floración en abril, en esta época la enfermedad alcanza sus niveles mínimos (1, 6 pústulas por hoja) y su incremento es lento.
- 3- En condiciones lluviosas, con precipitaciones fuertes y continuas sin radiación solar fuerte que seque el follaje, período junio a agosto, la planta aumenta su follaje al máximo, la enfermedad se incrementa muy lentamente, en este período pasa de 2.9 a 3.6 pústulas por hoja y de 5.9 a 22.2% de hojas con pústulas.
- 4- En el período del monzón noreste con precipitaciones medias y alternadas, días secos y soleados, período de septiembre a noviembre, la planta tiende a estabilizar su follaje y se presenta la cosecha. La enfermedad se incrementa bruscamente pasando de 3.6 pústulas por hoja a 18.1 y de 22.2 a 79.5% de hojas afectadas.

De la experiencia en la India en el período de 1929-30, recomendaron las aspersiones preventivas con fungicidas cúpricos en los meses de mayo y septiembre. El mejor período para el tratamiento químico corresponde al nivel más bajo de la enfermedad y la segunda aplicación cuando ésta tiende a intensificarse (5).

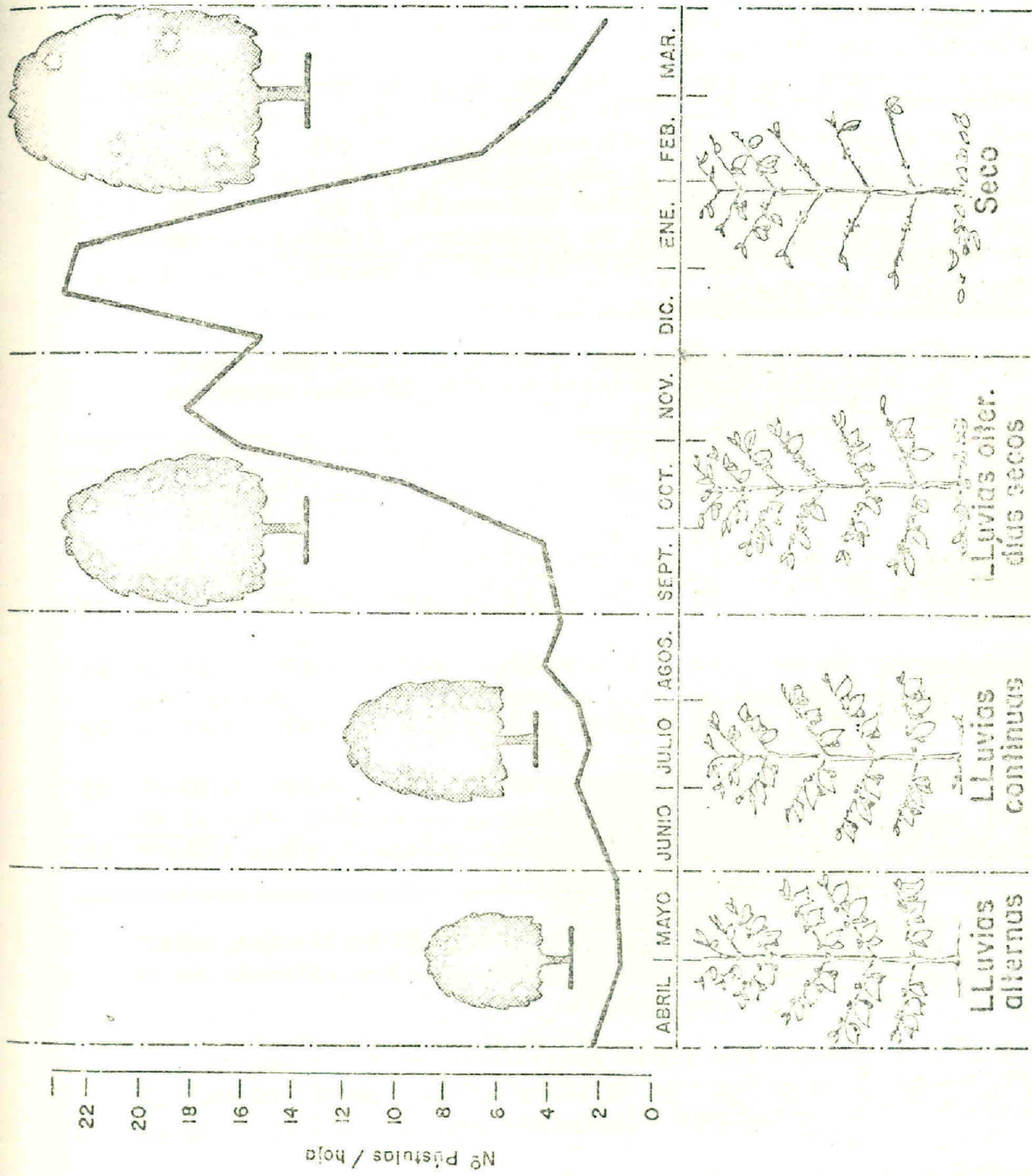


Figura 2. COMPORTAMIENTO DE LA ROYA DEL CAFETO CON RELACION A LA DISTRIBUCION DE LAS LLUVIAS (AGUACEROS MAYORES DE: 25 PULGADAS). INDIA, FEB. 1929 - MAR. 1930.

Para el período 1976-77, se recomienda dos aplicaciones al año, de fungicidas cúpricos, una en la época pre-monzón (abril) y otra aspersión después del monzón (septiembre).

En la tabla 1, del trabajo realizado por Muthappa (38) en el cual analizó el efecto fungicida de cuatro diferentes productos sistémicos, comparados con el caldo bordelés. En la plantación de café de la variedad Kent de 15 años, se tomaron dos ramas primarias con cerca de 500 hojas; antes de la aspersión contabilizó el número de hojas sanas y enfermas y la incidencia de la enfermedad se expresó por el porcentaje; posteriormente hicieron evaluaciones 24 horas después de la aspersión y otras 50, 80, 110 y 140 días después de la primera aplicación (antes del monzón) y 50 y 80 días después de la segunda aplicación de septiembre. El equipo de aspersión utilizado fue de marca SAPPERLOT con cantidades de 1 litro de mezcla por planta.

Tabla 1.- Efecto fungicida de cuatro productos sistémicos sobre H. vastatrix. Café variedad Kent de 15 años. Un litro por árbol. India, 1975.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE HOJAS CON PUSTULAS						
	Abr.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.
PLANTVAX 20 E.C. 0.1% de i.a.	22	0	14	39	14	0	10
VITAVAX 20 E.C. 0.1% de i.a.	21	9	24	56	37	12	20
CALXIN + MANCOZEB 0.1% de i.a.	22	19	28	62	40	27	21
CALDO BORDELES 0.5%	21	18	20	38	47	47	36
TESTIGO(SIN CONTROL)	22	30	48	70	19	30	33
C.D. al 1%	N.S.	19	17	14	18	15	15

En la tabla 2, se hace referencia a la producción en plantas de café C. arabica S.795, de 15 años de edad, con aspersiones de caldo bordelés al 0.5%.

En Kenya, se presentan dos zonas geográficas divididas por el Rio Rift, en donde el desarrollo de la enfermedad es diferente, dependiendo de las condiciones climáticas.

De estudios realizados por Bock y referidos por Baeza en Colombia (5) y por García y otros en Venezuela (24) sobre cinco ciclos de la enfermedad en el oeste y este del Valle del Rio Rift, concluyó que:

1- La efectividad del control químico depende de la aspersión con

Tabla 2.- Producción en kilogramos de café en plantas tratadas con caldo bordelés 0.5%. Saklespur, India. 1975-1979.

Año	No tratado	PRODUCCIÓN (KILOGRAMOS) POR 1.000 PLANTAS			
		Caldo Bor- delés neu- tro(1 aplic.)	Caldo Bor- delés al- calino (1 aplic.)	Caldo Bor- delés neu- tro(2 aplic.)	Caldo Bor- delés al- calino (2 aplic.)
1975-76	856	1.252	1.397	1.557	1.876
1976-77	2.126	2.623	3.040	2.968	3.605
1977-78	515	532	531	472	705
1978-79	2.793	3.657	3.206	3.068	3.605
Promedio	698,25	2.021	2.001	2.013,75	2.447,75

fungicidas protectores en el momento en que la enfermedad esté en su mínimo.

2- Que la primera aplicación de fungicida protector se debe hacer dentro de la primera semana inmediatamente anterior a la iniciación de cada período lluvioso.

En el oeste del Valle del Río Rift, bastó con hacer 3 aspersiones en el período de febrero a abril.

En el este del Rift, se necesitan dos períodos de aspersiones; la primera en octubre y noviembre y la segunda de febrero a abril, con intervalos no mayores de 20 días Baeza (5).

Para el año de 1981, en el este del Valle del Río Rift se recomienda la aplicación de fungicidas en octubre (antes del inicio de las lluvias) y una segunda aplicación a las tres semanas. Se puede hacer una segunda serie de aspersiones en febrero y marzo. (14).

En el oeste del Rift, en 1981, se recomienda el control químico de la roya del cafeto en febrero, marzo y abril. En aquellos sitios en donde la enfermedad sea muy severa se recomienda una aspersión en octubre o noviembre.

En la tabla 3, se hace mención a los fungicidas recomendados para el control de la roya del cafeto en Kenya.

De estas recomendaciones, es necesario, destacar que cuando se use aspersora manual de espalda, la presión de aplicación debe ser de 20 a 40 libras por pulgada cuadrada; recomiendan aplicar entre 670 y 1.345 litros por hectárea (1.300 árboles aproximadamente); no recomienda la mezcla de fungicidas cúpricos con fertilizantes foliares porque reducen su actividad fungicida.

Tabla 3. - Fungicidas recomendados para el control de la roya del café en Kenya. 1981.

Nombre común	Nombre comercial	Formulación	Kg/ha	Intervalo (semanas)
<b>1- FUNGICIDAS DE COBRE</b>				
a) Óxido cuproso	Cobre Sandoz MZ	50% P.M.	3.8	3
	Cobre Nordox	50% P.M.	3.8	3
	Perenox	50% P.M.	3.8	3
b) Hidróxido cúprico	Kocide 101	50% P.M.	3.8	3
c) Oxicloruro de cobre	Cobox	50% P.M.	7.0	3
	Vitigran	50% P.M.	7.0	3
	Pereclor	50% P.M.	7.0	3
	Cupravit	50% P.M.	7.0	3
	Copsap	50% P.M.	7.0	3
2- FENTIN HIDROXIDO	Du-ter-Extra	47.5% P.M.	2.75	3
3- DITHIONON	Delan	75% P.M.	3.3	4
4- PYRACARBOLID	Sicarol	15% O.D.	4.0	4
5- TRIADIMEFON *	Bayleton	25% P.M.	2.0	*

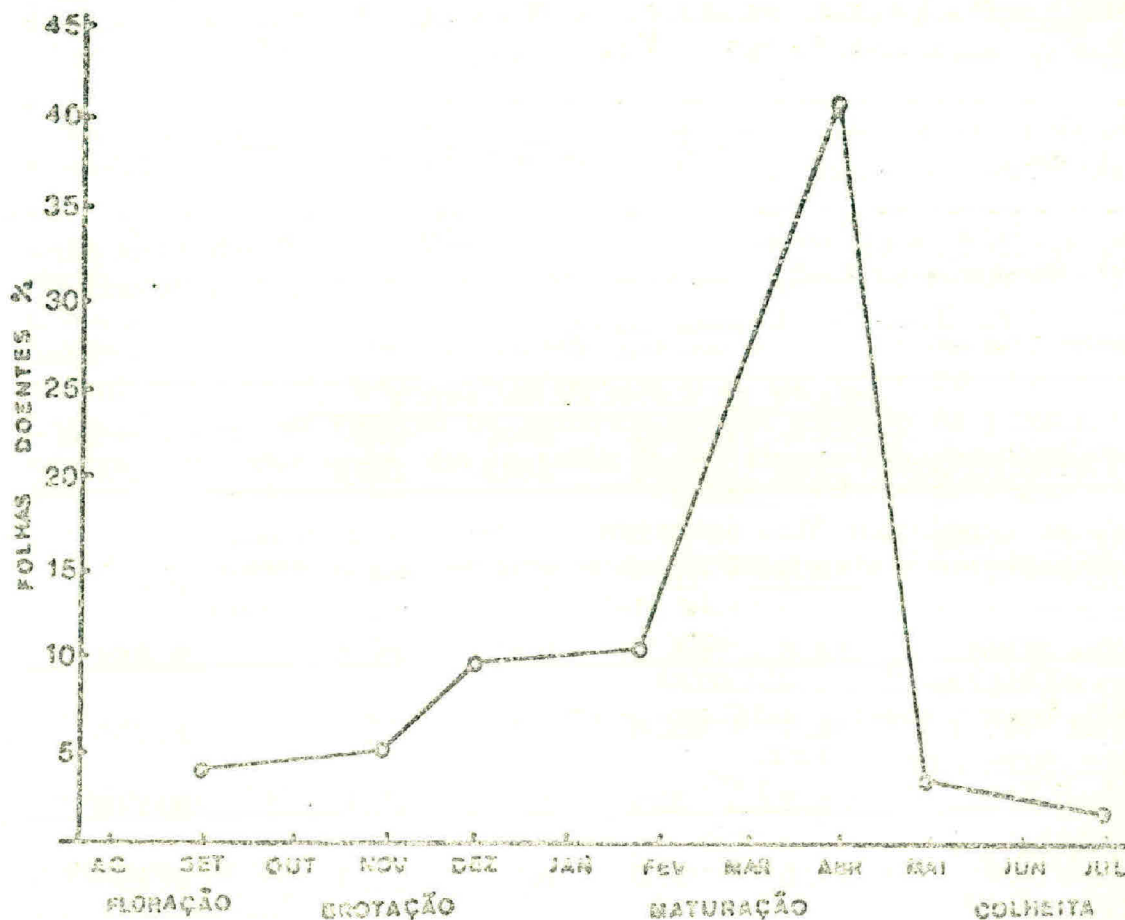
\* Las aplicaciones de Bayleton solo deben hacerse una vez cuando el porcentaje de hojas enfermas llegue al 20%.

Debe destacarse que en Kenya, para el control de C.B.D. los fungicidas a base de cobre se utilizan en dosis de 11 kg/ha y en épocas diferentes a las recomendadas para el control de la roya del café.

En Brasil (23), se hizo un diagrama relacionando la epidemia de roya del café para los estados del centro-sur del país. En la figura 3, se observan los factores que influyen en la duración del ciclo del hongo *Hemileia vastatrix* y en la predisposición del hospedante, relacionados con la incidencia de la enfermedad durante el año.

En la figura 3, se puede observar que en los meses de julio y agosto, el porcentaje de hojas enfermas es pequeño debido a la defoliación en la planta como consecuencia de la cosecha y de las condiciones de frío del ambiente (épocas heladas). En el período de febrero y marzo las condiciones de humedad y temperatura y de susceptibilidad de la planta, hacen que la enfermedad de incremente rápidamente.





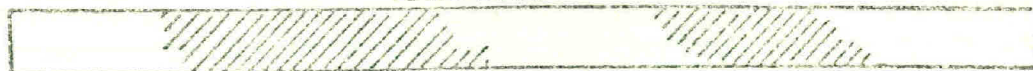
DURAÇÃO DO CICLO



PREDISPOSIÇÃO DO HOSPEDEIRO



TEMPERATURA



UNIDADE



FAVORAVEL



DESFAVORAVEL

En el año 1974, Almeida (3) en trabajos realizados en Minas Gerais, comparó el efecto fungicida de unos productos protectores y analizó la producción de café en dichos tratamientos.

En la tabla 4, se hace relación de los fungicidas utilizados y de los resultados obtenidos.

Tabla 4.- Índice de infección y producción de café (kg/ha) en parcelas tratadas con fungicidas protectores. San Sebastian do Paraiso. Brasil, 1974.

TRATAMIENTO	Índices de infección (ar. sen. %)				Producción kg/ha
	Oct. 1972	Abr. 1973	Dic. 1973	Jun. 1974	
DITHANE M-45 3 kg/ha (20)	18.7	18.7	1.0	35.7	2.677
DITHANE M-45 3 kg/ha (100)	14.5	23.5	2.2	41.7	2.352
DITHANE M-45 3 kg/ha (400 l.)	16.7	25.0	0.5	42.2	2.655
COBRE NORDOX 5 kg/ha	15.7	3.0	1.2	11.0	2.749
VITIGRAN 5 kg/ha (20)	21.5	2.0	0.2	12.0	2.900
VITIGRAN 5 kg/ha (20)	25.5	3.0	2.0	14.2	2.672
VITIGRAN 5 kg/ha (200)	20.0	2.0	1.7	13.0	2.780
SPRAY-OIL 20 l./ha	14.5	19.5	1.7	72.2	2.593
COBRESANA 4 l./ha (100)	13.5	4.2	1.7	9.2	2.588
TESTIGO	15.0	29.7	0.0	32.5	2.481

En el año 1972-73 las aspersiones (seis en total) se hicieron de octubre a marzo y en 1974 se hicieron cuatro aplicaciones de enero a abril.

Se concluyó en este ensayo que el fungicida DITHANE M-45 no tiene efecto sobre la roya del café; los fungicidas a base de cobre pueden aplicarse en alto, medio o bajo volumen en emulsión agua-aceite o aceite puro; el SPRAY-OIL no tuvo efecto fitotóxico.

En la producción de 1974 no hubo diferencias entre los tratamientos, debido al bajo porcentaje de roya durante el año (ver columna en diciembre de 1973).

Durante ese mismo período se establecieron ensayos comparativos

de fungicidas sistémicos, en plantaciones de café en diferentes localidades del Brasil Mansk y otros (34). Se tenían como objetivos principales determinar la capacidad de protección, acción curativa o terapéutica y de translocación en ramas y hojas de café de los fungicidas en condiciones de campo.

Para determinar la acción curativa o terapéutica de los fungicidas sistémicos, se seleccionaron ramas sanas en árboles de café y se inocularon con uredosporas de *H. vastatrix*, las aplicaciones de los fungicidas se hicieron con atomizador de Wilbis, 3 ml por rama, el mismo día de la inoculación y 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después. La evaluación se realizó de acuerdo con el número de pústulas en esporulación por hoja. En la tabla 5, se tienen los resultados.

Tabla 5. - Índice de infección en hojas de café inoculadas artificialmente con uredosporas de *H. vastatrix* y asperjadas con fungicidas sistémicos. Brasil, 1974.

TRATAMIENTO	INDICES DE INFECCION						
	Períodos en días entre la aspersión y la inoculación						
	0	5	10	15	20	25	30
Piracarbolid 1.5%	0	0	0	1.2	5.3	10.3	12.3
Thiophanato 1.0%	0	0	3.5	12.2	16.3	20.3	26.0
Benomyl 0.5%	0	0	3.7	8.4	12.2	20.3	22.4
Oxycarboxim 1.5%	0	0	8.3	12.2	22.3	25.0	26.3
Thiabendazole 0.5%	0	0	0	3.8	10.9	13.4	20.4
Oxícloruro de cobre 1.5%	0	0	0	0	0	2.0	3.5
Testigo	36.80	36.40	40.25	35.6	37.4	39.3	42.2

De los resultados anteriores vale destacar la acción protectora del oxícloruro de cobre; de los fungicidas sistémicos el Piracarbolid (SICAROL) fue el mejor, seguido del Oxycarboxin (PLANTVAN).

Para calificar el efecto curativo de los fungicidas sistémicos se utilizó una escala propuesta en la Universidad Federal de Viçosa por Chaves. De estos ensayos se concluyó que el de mejor comportamiento fue el Piracarbolid (SICAROL) hasta 30 días después de la inoculación. La acción del Piracarbolid sobre las pústulas en formación es bastante visible, 3 ó 4 días después de las aplicaciones las pústulas se necrosan y todo inicio de esporulación se suspende. A partir de los 25 días se presentó bastante caída de hojas, especialmente de las hojas más nuevas en el extremo de las ramas.

Para estudiar la translocación de los fungicidas sistémicos se seleccionaron los fungicidas Piracarbolid (SICAROL), Oxycarboxin (PLANTVAN) y Thiophanato (CERCOBEN M-70) por sus capacidades curativas. Seleccionaron ramas de árboles con 5 ó 6 pares de hojas

sanas, se inocularon con uredosporas de *H. vastatrix* y se evaluó la translocación dentro de una misma hoja, entre pares de hojas de una misma rama y entre ramas opuestas de un árbol. Las partes no tratadas se cubrieron durante la aspersión con papel de aluminio a fin de evitar la contaminación. En la tabla 6, se relacionan los tratamientos y resultados obtenidos.

Tabla 6.- Calificación del efecto de translocación de fungicidas sistémicos en cafetales. Brasil 1974.

TRATAMIENTOS	INDICE DE INFECCION EN PARTES NO TRATADAS		
	Piracarbolid	Oxycarboxin	Thiophanato
Entre ramas opuestas del mismo árbol	30.0		
Entre el par de hojas basales y las terminales	39.4	39.7	42.2
Entre el par de hojas terminales y las basales	37.0	40.8	34.5
Entre hojas opuestas	31.1	36.2	37.4
Entre las dos mitades de una misma hoja	3.5	6.4	10.4
Entre la parte basal y terminal de una misma hoja	1.2	4.3	4.4
Testigo	40.3	35.6	38.4

De acuerdo con los resultados anteriores se concluyó que solo hubo translocación dentro de una misma hoja.

En Guatemala antes de la presencia de la roya, se planteaba la posibilidad de control químico con fungicidas cúpricos tales como Oxiclورو de cobre, óxido cuproso, hidróxido de cobre y caldo bordelés en dosis de 1.5 a 2.5 kg/ha de ingrediente activo. (51).

En Nicaragua, en los focos de erradicación aplicaban fungicidas cúpricos del 50%; adherentes, desecantes (paraquat) y detergentes; en las áreas recepadas de protección intensiva aplicaron fungicidas cúpricos mezclados con fungicidas sistémicos (Piracarbolid) y adherente; y en las áreas aledañas a las de cuarentena se asperjó con fungicida cúprico.

## EVALUACION DE FUNGICIDAS

## A- "In vitro".

En las instalaciones del Instituto de Investigaciones de Cacao, en Nigeria, Filani (22), realizó una investigación con hojas de café, colocadas en cajas de petri sobre papel de algodón húmedo e incubadas a temperaturas de 20 - 24°C. En este trabajo se midió: a) efectos de las aspersiones sobre la esporulación; b) efecto de las aspersiones sobre el desarrollo de las lesiones y c) efecto de las aspersiones en la iniciación de las lesiones.

Para realizar el primer objetivo, evaluar el efecto del fungicida sobre la esporulación, se seleccionaron hojas de café que tuvieran entre 1 y 3 lesiones, las uredosporas presentes se lavaron, se hizo la aplicación de los fungicidas y al final del cuarto día se colocaron, en el envés de las hojas, cintas de celulosa sobre las lesiones; estas cintas se pusieron en una lámina portaobjetos y se observaron al microscopio. Se estableció una escala de calificación de cuatro categorías. Los fungicidas evaluados fueron: caldo bordelés 1%; sulfato de cobre 1%; hidrocarbonato de cobre 16%; óxido cuproso 5.0%; complejo de zinc y maneb 80%; hidroxido de cobre 80%; trifenil acetato 60%; captan 50%; captafol 80%; thiram 75% y testigo (agua destilada). Los mejores tratamientos fueron el caldo bordelés y el sulfato de cobre, en concentraciones de 0.5 a 1.0%.

Para evaluar el efecto del fungicida sobre el desarrollo de la lesión se tomaron hojas de café con lesiones aún sin esporular (inoculaciones artificiales) y se midió el diámetro de la lesión (en dos ejes); 15 días después de la aspersión se midieron los diámetros y los resultados se expresaron en porcentaje de aumento del tamaño. Todos los fungicidas a base de cobre fueron significativamente superiores al testigo.

Para calificar el efecto del fungicida en la iniciación de las lesiones se tomaron hojas de café aparentemente sanas, se inocularon con una suspensión de esporas (150-200 uredosporas por ml) y se dejaron a oscuridad por 48 horas. A los 30 días se contaron las lesiones por hoja. Los compuestos fungicidas a base de cobre fueron los más efectivos.

En Kenya, Okioga (48) realizó una evaluación, en condiciones de laboratorio, del efecto fungicida del óxido cuproso (Perenox) y Piracarbolid (SICARON) en el control de *H. vastatrix* sobre hojas de *Coffea arabica* SL28 y SL34. Utilizó cámaras húmedas y un período de incubación de 5 días. Calificó aparición de pústulas, desarrollo de lesiones y fitotoxicidad.

En la India, Muthappa (38) en 1976, realizó un trabajo de investigación con el fungicida Oxycarboxin, suspendiendo uredosporas de

H. vastatrix en diferentes concentraciones del producto, por un período de 3 a 5 minutos. Las uredosporas tratadas se colocaron posteriormente en agar-agua 2%, se incubaron por 24 horas, en condiciones de oscuridad y a temperaturas de 22°C. Calculó el porcentaje de germinación; en concentraciones inferiores a 1.01% de ingrediente activo hay germinación, las muestras sin control tuvieron un porcentaje de germinación del 73%. También realizó experimentos con discos de hojas a fin de probar diferentes concentraciones del fungicida.

B- En invernaderos .

En Brasil, año 1975, Paiva y Chaves, en plantas de almácigo, de las variedades Mundo Novo y Borbón, inocularon cuatro hojas por plántula con uredosporas de H. vastatrix e inmediatamente después asperjaron con los fungicidas a probar en dosis alta y baja. Los fungicidas utilizados fueron: Piracarbolid 50%; Oxycarboxin 75%; Benzotiazole; Piperazina 20% y el experimental BAS 3170 F. Con los fungicidas Benomyl 50%; BAS 67054; BAS 3192 y ME-84 solo se utilizó una dosis de ingrediente activo, aplicado 72 horas después de la inoculación.

Para estudiar el efecto protector de los fungicidas se hicieron inoculaciones 0, 5, 10, 15 ó 20 días después de la aspersión. El fungicida Carboxin 75% P.M. fue aplicado al suelo, 40 ml por recipiente de 900 cc de suelo.

De estos trabajos se concluyó que:

- Los fungicidas Piracarbolid 50% y el Oxycarboxin 75% tuvieron el mejor efecto terapéutico (aspersiones después de las inoculaciones).
- Cuando las fungicidas se aplican 18 días después de las inoculaciones ninguno tuvo efecto curativo.
- Cuando se aplicaron los fungicidas sistémicos, por una sola vez, después de la inoculación no hubo efecto curativo.
- Al evaluar la acción preventiva inoculando el hongo 20 días después de la aspersión no hubo diferencias entre los tratamientos (productos) y el testigo.

#### Evaluación en el campo.

En los trabajos de campo, la evaluación de fungicidas se hace teniendo en cuenta uno o varios de los criterios siguientes:

- Porcentaje de hojas con pústulas.
- Número de pústulas por hoja.

- Porcentaje de defoliación.
- Índice de esperulación (calificación 0 - 4)
- Producción de café por parcela o área.

Para determinar hojas con pústulas y número de pústulas por hoja, se toman diez hojas por planta, del tercio medio del árbol; en general las parcelas son de diez árboles útiles.

Para determinar el porcentaje de defoliación se seleccionan diez ramas por árbol y se cuentan el número de hojas caídas en los primeros diez pares, empezando en las hojas más nuevas.

## FUNGICIDAS PROTECTORES

A- Fungicidas a base de cobre.

A.1- Caldo bordelés:

El fungicida a base de cobre de más antigua utilización en el control de la roya del cafeto fue el caldo bordelés; los cuidados que se deben tener en la preparación son:

- Se debe utilizar cal hidratada
- No se deben mezclar las soluciones concentradas sino diluídas.
- El caldo ya preparado debe utilizarse en las primeras 24 horas.
- El caldo bordelés es altamente corrosivo.

El caldo bordelés ligeramente alcalino, tiene mejores efectos para el control de la enfermedad (pH 8.0 a 9.).

La dosis letal media es 300 mg/ka de  $\text{Cu SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Cárdenas ( 7 ) recomienda no mezclar el bordelés con los insecticidas carbaril, fundal, malathion, dimecron y dipterex y con los fungicidas benomyl, captan. Igualmente recomienda tener precauciones al mezclarlo con los fungicidas maneb, zineb y daconil.

A.2- Óxido de cobre:

El óxido cuproso como fungicida ha tenido menos utilización que otros productos cúpricos en razón a que se deben tomar algunas precauciones en su almacenamiento, porque el cobre se puede oxidar y perder su acción fungicida. Generalmente, el producto comercial cuando toma una coloración rojiza, ha perdido su acción fungicida. ( 8 ).

Los fungicidas a base de óxido cuproso, utilizados en Brasil son:

Cobre Sandoz, Banacobre, Cobre Nordex, Cacaosan y Óxido cuproso Basf.

Los resultados de su acción fungicida fueron estudiados por Almeida y otro en Brasil, en 1973 y 1974. En la tabla 4, se tienen los resultados sobre índices de infección y producción por hectárea.

En ensayos "in vitro" realizados en Nigeria en 1979 por Filani (22) el óxido cuproso del 50% tuvo el mejor control sobre el número de lesiones desarrolladas, similar al caldo bordelés 1% y al sulfato de cobre 1% y superior al hidróxido de cobre.

En Brasil, en 1979, Figueiredo y otros (20) compararon el producto comercial oxocuproso, 2 kg en 400 litros de agua por hectárea aplicado en los meses de enero, febrero, marzo y abril, con otros fungicidas siendo inferior su efectividad al oxiclورو de cobre del 50%.

En Kenya, J'Aved, en experimentos "in vitro" con el fungicida Perenox (óxido cuproso 50%) sirviendo como producto patrón califica el número de pústulas formadas, el desarrollo de las pústulas (diámetro) y las características físicas y químicas de los agroquímicos.

Las recomendaciones en Kenya, para el control de la roya del café con óxido cuproso, se hacen con Perenox y Cooper Nordox aplicando 3,8 kg/ha, cada tres semanas antes del inicio de las lluvias (28).

### A.3- Oxiclورو de cobre:

Este grupo de fungicidas, es el más utilizado para el control de la roya del café, en el mundo. Su formación puede ser: concentrado emulsionable, o polvo mojable.

Los productos comerciales con ingrediente activo oxiclورو de cobre y que se utilizan actualmente en Brasil, son: Cobre azul (35%); Cobre 50 Nortox; Coprantol 50%; Cupraverde 50%; Cupramix 35%; Cupramix super 50%; Cupravit azul 35%; Cupravit verde 50%; Cuprosan azul 35%; Ferticobre 50; Fungicobre 50%; Funguran azul 35; Funguran verde 50%; Hokko Cupra Extra 35%; Kauritil 45,5%; oxiclورو de cobre Nortox; Oxiclورو Sandoz 50%; Oxiclورو Sandoz azul 35%; Pareclor 50%; Recop 50%; Viricobre 50; Vitigran azul 35%; Vitigran concentrado 50%; Zetacobre 50 verde; Banacobre Sandoz 50%.

Los productos mixtos fungicidas, utilizados en Brasil, son:

ACTICUPRYL - 37,5% oxiclورو de cobre y 15% de Zineb.

DACOBRE - 30% de oxiclورو de cobre y 25% de clorotalonil.

FULTOSAN - 20% de oxiclورو de cobre; 32% de Maneb y 10% de Zineb.

MILTOX - 37% de oxiclورو de cobre y 20% de Zineb.

PEPROSAN - 30% de oxiclورو de cobre; 10% de Maneb y 10% de



## Zineb.

VIDACAFE - emulsión oleosa al 50% de oxiclóruo de cobre.

VITIZIN - 35% de oxiclóruo de cobre y 23 de Zineb.

En Colombia, los productos comerciales con oxiclóruo de cobre como ingrediente activo son:

Oxicloruro de cobre 35% (Agricense Ltda.); Cobox azul (BASF); Coprantol 35 y Coprantol 50 (Ciba-Geigy); Vitigran verde 35% y Vitigran concentrado 50% (Hoechst); Oxicob (Schering); Cobretane (Rohm and Haas); Vertoxicobre 35 (Verte); Cobre agrícola Federacafé.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y la Universidad Industrial de Santander firmaron un contrato con el objeto de "estudiar la factibilidad de producir en Colombia fungicidas a base de cobre", un primer informe presentado en 1978 da algunos criterios sobre el asunto (26).

El oxiclóruo de cobre es compatible con la mayoría de insecticidas fungicidas y fertilizantes foliares de uso frecuente en el cultivo del café. En Minas Gerais, Brasil, Silva (52) mezcló el fungicida con aceites minerales, insecticida (lindano) y micronutrientes (boro y zinc) para conocer su efecto sobre el desarrollo de la enfermedad y la producción. En la tabla 7, se tienen los resultados de este experimento.

Tabla 7.- Desarrollo de la enfermedad y producción de café en parcelas tratadas con Oxiclóruo de cobre mezclado con insecticidas y micronutrientes. Nepomuceno. Minas Gerais 1974.

TRATAMIENTOS	% de hojas afectadas				Producción	
	Sep. 1972	Feb. 1973	Sep. 1973	Jun. 1974	1973	1974
FOAE	62.5	2.4	4.6	10.6	1.4	11.3
FOAE + Lindano	53.8	3.7	7.6	9.4	2.1	17.1
FOAE + Lindano + Zinc + Boro	52.3	3.1	7.1	10.7	0.8	14.3
FOAE + Boro + Zinc	59.9	3.4	7.8	10.6	1.4	19.8
Oxicloruro de cobre 50%	52.8	4.1	6.7	15.5	2.2	16.0

Los tratamientos son: F = Oxiclóruo de cobre 50%; O = aceite mineral; A = agua; E = adherente; Boro = ácido bórico; Zinc = sulfato de Zinc. La producción se expresa en sacos de 60 kg/ha.

En el control de la roya no hubo diferencias significativas, entre los tratamientos.

En Viçosa, Mansk (31), estudió la compatibilidad entre el oxiclóruo de cobre, zinc, boro y lindano, midiendo su tenacidad y el

efecto fungicida del producto cuando se mezclaba. Para medir la tenacidad utilizó la aspersión sobre láminas de vidrio y posteriormente determinó el contenido de cobre por absorción atómica; el efecto fungicida fue evaluado en Curvularia spp., midiendo el porcentaje de germinación de esporas. Las mezclas mejoraban su acción fungicida.

Para control de la roya en Brasil se recomienda el uso del caldo de Viçosa, preparado con sulfato de cobre, sulfato de zinc y ácido bórico, neutralizados con la adición de cal. También se experimentó la adición de úrea (19).

La fitotoxicidad del oxiclóruo de cobre se manifiesta por endurecimiento de la lámina foliar, amarillamiento y encrespamiento de las hojas en las plantas jóvenes, especialmente en cucurbitáceas y rosáceas.

#### A.4- Hidróxido de cobre:

Este producto viene en formulaciones de polvo mojable o de suspensión oleosa.

Los productos comerciales distribuidos en Brasil, son: Kocide 220 Suspensión oleosa del 14% de cobre; Cupravit azul P.M. 35%; Kocide 101 P.M. 54%; Kocide 35 P.M.; hay una formulación mixta ORTHOZINCOFOL, polvo mojable con 12% de Hidróxido de cobre 50% de captafol y 6% de sulfato de zinc.

En Colombia, los fungicidas a base de hidróxido de cobre son: Kocide 101 (Proficol), Cuprocela 35 y 50%.

De los experimentos realizados por Filani (22) en Nigeria, se observó que el hidróxido de cobre en concentración de 0.75% inhibía el desarrollo de las lesiones sobre hojas de Coffea arabica y que la esporulación era leve.

En Brasil, Chaves y Zambolin (17) evaluaron la acción fungicida del Kocide 220, aplicando 2.7 gramos de cobre por planta de la variedad Mundo Novo, aspersiones a bajo volúmen, los resultados se tienen en la tabla 8.

#### A.5- Otros fungicidas cúpricos:

Algunos productos fungicidas a base de: naftato de cobre, quinolato de cobre, oleato de cobre, sulfato de cobre y sulfato básico de cobre se pueden utilizar en el control de la enfermedad. su análisis en condiciones de laboratorio en Nigeria, por Filani (22) y sus resultados en el control de la enfermedad en Brasil, por Campaci y Oliveira (6), se presentan en la tabla 9.

TABLA 8.- Fungicidas cúpricos en emulsión de aceite. Ponte Nova M.G. 1973.

Tratamiento	%o de hojas con roya									
	N	D	E	M	A	Junio	Julio	72-73	73-74	Indice
Spray-Oil N° 3 20 ml/planta	1.43	4.31	11.11	24.63	26.88	26.66	22.06	11.91	18.52	2.00
Spraytex TC-9131 (naftato de cobre 0.1°/o Cu) 0,02 Cu/planta	9.26	7.86	20.08	21.95	14.10	22.24	22.76	12.28	23.02	2.12
FE 8082 (oxicloruro de cobre 6.75 Cu) 2,0 g Cu/planta	3.46	3.48	13.90	34.39	22.92	22.79	22.93	15.68	24.22	2.50
Oxicloruro de cobre en aceite (17°/o Cu) 2,0 g Cu/planta	7.84	7.60	20.39	23.77	20.38	24.60	20.06	11.68	19.64	2.37
FE 8081 (oxicloruro de cobre aceite-agua 17°/o Cu) 2,0 g Cu/planta	2.03	7.01	18.09	28.64	24.20	24.32	18.77	14.62	21.30	2.0
Kocide 220 (hidróxido de cobre 13,7°/o) 2,7 g Cu	1.43	4.06	15.21	5.96	4.31	12.06	9.74	17.40	24.56	4.25
Kauritil (PM 50°/o) 20 g Cu/planta	2.03	5.37	12.00	7.41	9.34	6.33	8.11	20.01	26.98	4.50
Testigo	0.00	5.96	12.07	25.14	32.65	23.89	21.17	12.58	23.84	1.25

Tabla 9. - Control químico de la roya del café. Variedad Mundo Novo edad 20 años. Sao Paulo, Brasil. 1981.

TRATAMIENTO	Dosis/ha	Mar./81	Abr./81
		% Hojas Afectadas	% Hojas Afectadas
1) Triadimefon 25%	500 g/ha (3)	19.12 ab	25.58 b
2) Triadimefon 25%	1.000 g/ha (3)	14.02 a	14.80 a
3) Triadimefon + Oxidloruro de cobre	500+2.000 g/ha (3)	19.13 ab	26.33
4) Oxidloruro de cobre 50%	3.000 g/ha (1a.)		
Triadimefon 25%	1.000 g/ha (2a.)		
Oxidloruro de cobre 50%	3.000 g/ha (3a.)	22.29 ab	29.75
5) Oxidloruro de cobre 50%		24.82 ab	28.69
6) 8.5 EDTA cobre quelato	100 l/ha	20.31 ab	30.59 bc
7) 8.5% EDTA cobre quelato	100 l/ha	27.77 ab	34.54 bc
8) C.G.A. 84250	0.5 l/ha	20.08 ab	35.97 c
9) Fenproemorph	1.5 l/ha	20.87 ab	26.19
10) Testigo		34.60 b	48.97 d

En 1981, Mattiello y Mansk (42) en Minas Gerais, Brasil, analizaron el comportamiento fungicida de productos con baja concentración de cobre para el control de la enfermedad, tabla 10.

#### B- Fungicidas a base de azufre

Los productos a base de azufre como único ingrediente activo, no han tenido mucho uso en el control de la enfermedad; su mezcla con productos a base de cobre ha tenido más amplia aceptación. Los productos experimentados en Brasil son: CUP-SULFID y TOP-COP.

#### C- Fungicidas carbamatos

Los derivados ditiocarbamatos resultan de la combinación de aminas con bisulfuro de carbono, en solución alcohólica alcalina. Tienen un radical azufre ligado a un radical hidrógeno, el cual se puede sustituir por cualquier otro metal para la formulación de los productos fungicidas.

Los productos utilizados en el control de la roya del café, Maneb (2% de ión zinc, 78% etilen bisditiocarbamato de manganeso)

Tabla 10.- Control químico de la roya del café con fungicidas cúpricos de baja concentración, Vandanova, M.G., Brasil, 1981.

TRATAMIENTOS	Jul. -81	Nº Pústulas Jul. 81	% Defoliación Ago. 81
	% Hojas Afectadas		
1) Cup-Sulfid (7% cobre quelatizado + 32% S.H.) 2 l/ha	43 b	9.3	61.5
2) Cup-Sulfid 4l/ha	46 b	11.4 b	73.2
3) Quinolato 400 (quinolato de cobre) 3 l/ha	13 a	4.1	54.4 ab
4) Quinolato 400 6 l/ha	15 a	5.3	57.5
5) Oxidocloruro de cobre 50% 1 kg/ha	13 a	4.4	59.2
6) Top-Cop (50% azufre y 4.4% cobre) 6 l/ha	13 a	4.0	53.0 a
7) Caldo Bordetés 15% 200 l/ha	8 a	3.5 a	53.7 a
8) Testigo	90 c	26.0 c	82.5 d

en condiciones de laboratorio hasta concentraciones de 0.75% no tienen un buen efecto sobre el desarrollo de la lesión y sobre la esporulación del hongo, comparando con fungicidas a base de cobre.

Su acción fungitóxicas, es inhibir la Polifenol Oxidasa.

En condiciones de campo, en Brasil, Ábreu y otros (2) en un experimento en Minas Gerais, haciendo aspersiones con intervalos de cuatro semanas entre ellas, iniciando en noviembre de 1973, utilizó el fungicida Brema, un polvo mojable con 64% de Maneb y 4.4% de acetato fenil estaño; calificando el porcentaje de hojas con roya el número de pústulas por hoja y la producción por hectárea en las cosechas de 1973 y 1974, se observó que la producción promedio era comparable a los tratamientos con fungicidas sistémicos (Plantvax) y el Oxido cuproso (Cobre Nordox), pero el número promedio de pústulas por hoja fue de los mayores, similar a la parcela testigo; en el control de la enfermedad no fue un tratamiento efectivo.

#### D- Otros fungicidas

##### D.1- Nitrogenados heterocíclicos:

De los compuestos nitrogenados heterocíclicos, cuya acción en la

planta puede ser hormonal, se han ensayado en el control de la roya del cafeto el captan y captafol.

En condiciones de laboratorio el captán a concentraciones del 1%, previene la esporulación del hongo pero no impide el desarrollo de las lesiones (aumento en diámetro) y en el número de lesiones por hoja su efectividad es baja comparable al testigo. El captafol tiene un comportamiento inferior al captán, Filani(22).

Estos fungicidas se emplean en Kenya para control de CBD.

#### D.2- Compuestos aromáticos:

De estos compuestos utilizados para el control de la enfermedad el clorotalonil fue evaluado comparativamente con otros productos protectores, haciendo las aspersiones en el período de enero a abril, en 1980 y calificando el porcentaje de hojas afectadas y el número de hojas por rama. El efecto del fungicida fue intermedio entre los tratamientos, similar al óxido cuproso, inferior al oxiclорuro de cobre pero superior al Kauritol BV (Oxicloruro de cobre), Figueiredo 1980 (20). En el año de 1981, analizando el aumento en producción, este mismo autor, registra un incremento muy bajo en las parcelas tratadas con Bravonil 500, comparable a la obtenida en aspersiones con Kauritol y significativamente inferior al tratamiento con Oxicloruro de cobre.

Los compuestos comerciales, de ingrediente activo clorotalonil, son Daconil 2787 y Bravonil 500; hay una mezcla con Oxicloruro de cobre, el Dacobre P.M. (25% clorotalonil y 30% Oxicloruro de cobre). Esta formulación analizada por Figueiredo (20), tiene mejores efectos fungicidas, superado solo por Oxicloruro de cobre en el control y un comportamiento inferior en producción. Las mezclas con fungicidas sistémicos (Triadimefón) no son tan efectivas como estos productos en forma independiente.

#### D.3- Fungicidas orgánicos a base de estaño:

En aspersiones realizadas en Kenya, se hace especial mención del fungicida dater, recomendando su aplicación cuando en la plantación se observen larvas comedoras de hojas. En plántulas López y Leguizamón (30), demostraron la toxicidad de estos fungicidas a base de estaño cuando se emplean en almácigos de café.

En Brasil, la denominación experimental fue HOE 6084.

### FUNGICIDAS SISTEMICOS

#### A. Fungicidas del grupo de las anilidas

El fungicida oxicarboxin, tiene una acción directa sobre el patógeno y generalmente se acumula en los sitios de infección; por esta

razón, en el control de la enfermedad ha sido utilizado en asper-  
siones, y en forma granular aplicado al suelo. Muthappa (38), en  
la India recomienda tres aplicaciones al año, en alto o bajo volu-  
men. Este fungicida, al igual que carboxín (VITAVAX) y pyracar-  
bolid (SICAROL) "matan el micelio que está dentro de la hoja; las  
uredosporas asperjadas toman una coloración blanca y las pústulas  
semejant una escama blanca. Dice la literatura que el fungicida  
persiste por 40 ó 50 días; que las uredosporas tratadas pierden su  
viabilidad entre 48 y 72 horas".

En Brasil Abreu y otros ( 1 ) en estudios comparativos con varios  
fungicidas, encontraron que el porcentaje de hojas con roya en las  
parcelas tratadas con oxicarboxín y con pyracarbolid era similar  
pero muy superior en valor al tratamiento con óxido cuproso y  
oxicloruro de cobre. Trabajos de Chaves y Zambolín ( 17 ) en Bra-  
sil, año de 1973, mostraron que el porcentaje de hojas afectadas  
y el número de pústulas por hoja en los tratamientos con oxicar-  
boxín era mayor a los tratamientos con oxicloruro de cobre del  
50%.

En la India, Muthappa y Ahmed ( 38 ) en condiciones de invernade-  
ro, sobre plantas de la variedad Kent y con inoculaciones artifi-  
ciales, probaron diferentes dosis del fungicida oxicarboxín granu-  
lado, con extraordinarios resultados. Tabla 11.

Tabla 11.- Control químico de la roya del cafeto en plántulas de  
la variedad Kent, India 1981.

TRATAMIENTO	% DE HOJAS AFECTADAS		
	Antes	30 días	60 días
PLANTVAX 5G.			
2 gramos por planta	44	26	0
5 gramos	42	12	0
10 gramos	44	8	0
15 gramos	38	9	0
20 gramos	45	6	0
Testigo	42	61	64

En condiciones de campo, sobre plantas de la variedad San Ramón  
de dos años de edad, el control de la enfermedad evaluada en por-  
centaje de hojas con pústulas, fue efectivo cuando se utilizaron más  
de 2 gramos por planta, del fungicida granulado. Tabla 12.

El fungicida pyracarbolid, inhibe la acción de la deshidrogenasa  
del ácido succínico, su formulación se presenta como concentrado  
emulsionable, polvo mojable o polvo seco.

En la India, Nataraj y Muthappa (47) en experimentos de campo

Tabla 12.- Control químico de la roya del café en plantas de la variedad San Ramón, India, 1981.

TRATAMIENTO	% DE HOJAS AFECTADAS		
	Antes	30 días	60 días:
PLANTVAX 5 G.			
2 gramos por planta	34	11	11
5 gramos	27	3	2
10 gramos	33	3	0
15 gramos	35	0	0
Testigo	32	35	37

con plantas de la variedad Kent, compararon el efecto de los fungicidas sistémicos sobre la viabilidad de las uredosporas y sobre el desarrollo de la enfermedad. Tabla 13.

Tabla 13.- Control químico de la roya del café con fungicidas sistémicos. India, 1974.

TRATAMIENTOS	%	% DE HOJAS AFECTADAS							
		M*	J	J	A	S*	O	N	D
BAVISTIN	0.5	6	2	7	12	27	46	60	57
CALIXIN	0.5	3	0	4	5	11	27	54	57
BASF. 3172 F	0.5	3	2	3	6	17	35	62	61
BASF. 3170 F	0.5	6	3	7	10	21	31	24	27
SICAROL + DEROSAL	0.5	4	1	2	4	17	24	18	25
SICAROL	0.5	-	3	1	5	15	20	25	37
Testigo		4	2	7	18	26	46	62	56
C.D. al 5%			N.S.	4	6	9	9	13	15

\* Aspersiones en mayo y septiembre.

Las aspersiones con Sicarol a concentraciones de 0.1 y 0.5%, mostraron que la viabilidad de las uredosporas a las 24 horas fue de 8.8 y 5.5%, respectivamente. Después de 72 horas no había uredosporas viables en comparación con el testigo en el cual la viabilidad estaba entre el 12 y el 19%.

En Kenya, año 1980, recomiendan las aspersiones del fungicida Sicarol 15% C.D., tres semanas antes del inicio de las lluvias, una segunda aplicación tres semanas después.

En Brasil, Abreu y otros (1) en experimentos de campo por un período de tres años, encontraron que durante el primer año el mejor tratamiento fue la aplicación de Sicarol 15%, aplicado en aceite, cinco litros por cada 1.000 plantas, a bajo volumen; en el segundo año los resultados no fueron tan eficientes, pero en el



tercer año si fue el tratamiento más efectivo. En resumen, durante los tres años los mejores tratamientos fueron con óxido cuproso y oxiclорuro de cobre, seguidos del tratamiento con pyracarbolid.

En Nicaragua, para las áreas alrededor de los focos erradicados, se recomienda la aplicación de Sicarol 0.075% mezclado con fungicida cúprico al 1%. Rodríguez ( 51).

En la India, la mezcla del fungicida pyracarbolid y carbendazim, tuvo un comportamiento similar a las aplicaciones del fungicida Sicarol independiente (47).

Los fungicidas comerciales a base de pyracarbolid son: Sicarol D (concentrado emulsionable 15%); Sicarol 50% F.M.; Sicarol 75% polvo seco; Sicarol 15 U.B.V. (concentrado para pulverización). Para café los límites de tolerancia son de 0.01 ppm.

#### B- Fungicidas del grupo del benzimidazol

El benomyl es un fungicida que luego de ser absorbido por la planta, se hidrolisa, dando origen al carbamato de metil benzimidazol, que causa inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos. También, da origen al butil isocianato, producto que inhibe la oxidación de la glucosa.

Chaves (19) hizo evaluaciones sobre plantas de invernadero, inoculadas artificialmente, y encontró que el producto comercial Benlate "no tuvo efecto terapéutico, pero se comportó como un buen protector, por lo menos por 20 días".

El fungicida carbendazim que interfiere la síntesis del DNA y es un inhibidor de la respiración, fue evaluado en condiciones de laboratorio, tomando uredosporas de hojas asperjadas en el campo y colocadas en platos de petri con agar-agua al 2% se observó que a concentraciones de 0.05% del producto fue efectiva la inhibición de la germinación. Tabla 13. La formulación de carbendazim como polvo mojable 60%, mezclada con pyracarbolid fue superior a la de Bavistin, Nararaj y Muthappa (47). La formulación polvo mojable mezcla de carbendazim con 64% de maneb se comercializa como Delsena. La tolerancia del carbendazim en café es de 0.1 ppm.

#### C- Fungicidas del grupo de las morfolinás

El ingrediente activo tridemorph, cuya acción fungitóxica es interferir la cadena respiratoria o la síntesis de proteínas, fue evaluado en condiciones de laboratorio y campo, en la India (47) e inhibió completamente la germinación de uredosporas, en condiciones de campo tuvo acción fitotóxica sobre plantas de café.

## FUNGICIDAS SISTEMICOS Y PROTECTORES

El producto triadimefon en formulación comercial de polvo moja-ble BAYLETON, se recomienda en Kenya para el control de la enfermedad aplicado tres semanas antes del inicio de las lluvias (10 kg/ha) y otra segunda aplicación cuatro semanas después.

En Brasil, Matiello y Mansk (42) realizaron un experimento bajo condiciones de campo a fin de determinar el poder erradicante del fungicida. En las aplicaciones iniciadas en el año 1977 los niveles de infección (porcentaje de hojas afectadas) fueron muy bajos comparados con el testigo, igual sucedió en el año de 1978 cuando se comparó con aplicaciones de oxiclóruo de cobre. Tabla 14.

En Brasil, Carneirõ y otros (9) iniciaron un experimento de control químico de la enfermedad, cuando el porcentaje de hojas con roya era del 25% en plantas de la variedad Catuai. En la tabla 15 se relacionan los resultados obtenidos.

Los tratamientos con fungicidas sistémicos fueron superiores a los fungicidas protectores. No hubo ventajas significantes en las mezclas.

En este experimento debe destacarse la evaluación de número de hojas por rama, en el tratamiento con oxiclóruo de cobre (tres aplicaciones) se tiene el mayor valor.

En Brasil, Miguel y Matiello (46) estudiaron el comportamiento del fungicida triadimefon en diferentes formas de aplicación, en plantaciones de café Catuai de 4 años de edad; las formas de aplicación son: 1, 2 y 3 gramos por planta y por aplicación y en diferentes meses del año, 1981. Estos resultados muestran una tendencia, pero deben continuarse las observaciones por más tiempo.

Las aplicaciones del fungicida triadimefón en plántulas de café pueden causar fitotoxicidad cuando los períodos de aplicación son menores de ocho días. Los síntomas de fitotoxicidad son: reducción del área de la lámina foliar, engrosamiento de las hojas y acortamiento de entrenudos(45).

En el año 1981, Hashizume y otros (25) iniciaron un experimento de control químico utilizando diferentes procesos de aplicación del fungicida (aspersión, escurrimiento, al suelo, aplicado al tallo), los primeros resultados muestran la efectividad de las aspersiones (25).

En plantas adultas, más de 20 años de la variedad Mundo Novo, Campaci y Oliveira, estudiaron el efecto de aplicaciones combinadas de fungicidas sistémicos y protectores. Hicieron tres aplicaciones de fungicidas (enero, febrero, marzo de 1981) en las prime-

Tabla 14.- Control químico de la roya del café con el fungicida triadimefon. Espiritu Santo, 1978.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE HOJAS AFECTADAS											
	1 9 7 7						1 9 7 8					
	E	F	A	Jl.	A	O	N	D	E	F	A	M
1) BAYLETON (E-F-M-77)	19.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Testigo	16.0	26.5	42.0	10.2	9.5	0.0	0.5	0.0	1.0	1.0	15.0	51.5
2) BAYLETON (D-E-F-M-78)								2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Testigo								0.5	7.0	19.0	73.5	44.5
3) BAYLETON (D-E-F-M-78)								3.5	0.0	1.0	0.0	0.0
Oxicloruro de cobre (D-E-F-M-78)								1.0	1.0	3.5	6.0	10.0
Testigo								2.0	7.0	17.5	50.5	85.5

Tabla 15.- Control químico de la roya del café con fungicidas sistémicos y cúpricos. Paraná, 1980.

TRATAMIENTOS	Dosis por ha	Nº de aplicaciones	Nº pustulas por hoja	Nº hojas por rama 27/9	% de hojas con roya 23/6
Bayletón	1 kg	2	0.19	10.44	9.00 a
Bayletón + oxiclورو de cobre	1 + 3 kg	2	0.35	10.22	11.00 a
PP 296	1 l.	2	1.62	8.44	41.50 b
PP 296 + oxiclورو de cobre	1 l. + 3 kg	2	1.10	7.78	32.50 a
CGA 64250	2 l.	2	0.54	10.13	16.50 a
CGA + oxiclورو de cobre	2 l. + 3 kg	2	0.86	7.88	26.50 a
Oxiclورو de cobre	3 kg	2	1.25	8.63	35.00 ab
Oxiclورو de cobre	3 kg	3	0.48	11.69	24.00 a
Testigo			3.69	4.83	65.00 b

ras observaciones no se aprecian diferencias con otros fungicidas.

El fungicida efosite (trietil fosfonato de aluminio) nombre comercial A liette, comparado con otros fungicidas sistémicos en Brasil, no tuvo buenos resultados.

Otros fungicidas del grupo phenoxy tyazolil methane (Baycory Baytan) en ensayos que tienen desde el año 1981 en el Brasil, presentan resultados inferiores a Bayletón, pero superiores al testigo.

#### EPOCAS DE APLICACION DE FUNGICIDAS PROTECTORES

- a) En la India
  1. Antes del monzón (mayo).
  2. Después del monzón (septiembre).
- b) En Kenya (al este del Valle del Rio Rift)
  1. Antes del inicio de las lluvias (octubre).
  2. Tres semanas después (octubre - noviembre).
  3. Opcionales en febrero.
- c) En Kenya (al oeste del Valle del Rio Rift)
  1. Antes del inicio de las lluvias (febrero)
  2. Tres semanas después (marzo)
  3. Tres semanas después (abril)
  4. Opcional en octubre.
  5. Opcional en noviembre (coincide con la aplicación para CBD).
- d) En Brasil (Minas Gerais)
  1. En noviembre
  2. En diciembre
  3. Marzo - enero
  4. Febrero
  5. Marzo - abril

#### EPOCAS DE APLICACION DE FUNGICIDAS SISTEMICOS

En Kenya, recomiendan las aspersiones con triadimefon, bayletón, solamente después de que el porcentaje de hojas con roya sea superior al 20%.

En Brasil, las aplicaciones de fungicidas sistémicos para el control de la roya, se hacen en el período enero a abril, durante el cual se presentan las más altas temperaturas del año y la mayor precipitación. En la tabla 14 y la figura 4, se tienen los resultados.

## APLICACIONES TARDIAS DE FUNGICIDAS CUPRICOS

En experimentos realizados por Mansk y otros (32) en Minas Gerais, y Espiritu Santo, se encontró que aspersiones en los meses de mayo, junio o julio no mostraban diferencias significativas en relación al testigo. Los resultados se tienen en la tabla 16.

Se aplicaron en este experimento, de 3 a 4 kg por cada 1.000 árboles. Las aplicaciones tardías tampoco afectaron el ritmo de la enfermedad al año siguiente, posiblemente "por el bajo efecto de retención foliar".

Tabla 16.- Control químico de la roya del cafeto. Epocas de aplicación de oxiclóruo de cobre. Caratinga, 1980.

TRATAMIENTO	% Infección	% defoliación	Producción
	78-79-80	78-79-80	sacos/ha 78-79-80
Enero-febrero-marzo y abril	10.08 a	31.35	44.6 a
Enero-febrero-marzo abril y mayo	10.66 a	36.33	49.1 a
Enero-febrero-marzo abril y junio	11.24 a	33.53	50.7 a
Enero-febrero-marzo abril y julio	11.24 a	31.74	44.8 a
Mayo	68.83 b	61.50	33.8 b
Junio	63.24 b	62.18	29.5 b
Julio	66.41 b	56.99	31.8 b
Testigo	72.08 b	62.68	32.4 b

## USO DE LOS PRODUCTOS FUMIGANTES

Con el fin de establecer programas de cuarentena y permitir el movimiento de productos cafeteros y de utensilios, se evaluó el efecto biocida del bromuro de metilo sobre uredosporas en granos de café beneficiado, sobre uredosporas guardadas en cápsulas y sobre uredosporas en hojas de café. Un tratamiento fumigante, por un período de 24 horas utilizando una concentración de 15 gramos por metro cúbico es efectivo. Las dosis de fosfina 1; 1.5 y 2 gramos por metro cúbico no ofrecieron resultados satisfactorios Chaves (16).

## USO DE PRODUCTOS DE LIBERACION LENTA

A fin de aumentar la persistencia de fungicidas sobre la superficie foliar se adicionaron a algunos productos comerciales, aceites a base de polivinil de acetato líquido PVA; esta mezcla aumenta la tenacidad del fungicida y puede conducir a que se disminuya la dosis y número de aspersiones. Los resultados se tienen en la tabla 17.

Tabla 17. - Control químico de la roya del café con fungicidas de lenta liberación. Alfonso Claudio, Paraná, 1978.

TRATAMIENTO	% de hojas afectadas		Nº lesiones por hoja	Defoliación
	Ene. 1978	Jul. 1978		
Oxicloruro de cobre 35%	4	20.8 a	6.50 a	41.60 a
Oxicloruro de cobre 35% + PVA	8	46.0 a	12.53 ab	53.65 ab
Dithane M-45	6	62.8 b	19.35 b	61.33 b
Dithane M-45 + PVA	4	50.0 b	16.18 b	54.70 b
Testigo	8.8	92.5 c	35.87 c	80.52 c

Los depósitos de cobre cuando se utilizó el polivinil fueron de 10.64 mg/m<sup>2</sup> y de 4.70 mg/m<sup>2</sup> con oxícloruro de cobre 35%; en el testigo los contenidos de cobre fueron de 0.38 mg/m<sup>2</sup>. En este experimento se aplicó 1.500 gramos de fungicida por ha, en 150 litros de agua. Se observa una ligera ventaja con la adición del polivinil acetato.

## FUNGICIDAS A BASE DE COBRE

## A. Depósitos de cobre en el suelo.

En Brasil, Andrade (4) teniendo en cuenta que aplicaciones continuas de cobre al follaje, podría acumularse en el suelo y causar toxicidad a plantas de café, como ya había ocurrido anteriormente en cultivos de vid en Francia y USA, diseñó y realizó un experimento en solución nutritiva y un suelo esterilizado; encontró que los niveles de concentración no tóxicos podían ser hasta de 30 ppm en solución nutritiva. En condiciones de campo la variedad Mundo Novo fue más susceptible que la variedad Catuai a toxicidad por cobre.

### B. Síntomas de fitotoxicidad por cobre.

Del experimento realizado por Andrade ( 4 ), se refieren los síntomas de toxicidad: escaso desarrollo radical; acortamiento de las raíces laterales; marchitez, necrosis y caída de las hojas; deformaciones en las células de la epidermis y del parénquima; no hay cloroplastos en las células del parénquima y en el tejido esponjoso los cloroplastos tienen deformaciones.

### C. Niveles naturales de cobre en la cereza, pulpa, pergamino y almendra de café.

En la Sección de Química Agrícola de Cenicafé, por el método de incineración a 500 °C durante 16 horas y determinación final por E. A. A.; se determinaron los contenidos naturales de cobre; se emplearon muestras de C. arabica variedades Caturra rojo y Borbón rojo, comparadas con muestras de C. canephora. "De los resultados obtenidos se destaca:

- los niveles de cobre en cereza se hallan entre 10 y 15 ppm.
- La mayor cantidad de cobre se encuentra en el grano verde entre 5 y 8 mg por kilogramos de cereza.
- Las concentraciones de cobre son de mayor a menor, así: pulpa, cereza, almendra y pergamino.
- No parece haber diferencias entre especies y variedades para el contenido de cobre".

### D. Métodos para determinar el cobre depositado después de aspersiones.

En un trabajo de investigación realizado por Carrillo y Cárdenas ( 13 ), en Cenicafé en 1977, utilizaron cuatro métodos de extracción de cobre con ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  1N en Teepol al 1%; con ácido nítrico  $HNO_3$  1N en Teepol al 1%; incineración de hojas y solución en mezcla de  $HCl - HNO_3$ ; incineración de 50 rodetes de 1  $cm^2$  y solución en mezcla  $HCl - HNO_3$ ; incineración de los residuos de la extracción de los métodos 1 y 2. Las aspersiones se hicieron con una máquina Calimax Cafetera, "aplicando 10.95 ml/cafeito o sea 227.05 mg de oxicluro de cobre del 50%, calculando 10  $m^2$  de área foliar por árbol daría aproximadamente 11.3 mg de cobre por metro cuadrado de área foliar". El fungicida utilizado fue cobre agrícola Federacafé. En la tabla 13, se relacionan los resultados obtenidos.

"La mayor parte del cobre se lavó en las primeras lluvias de 9.9 mm".



Tabla 18.- Miligramos de cobre recuperados por m<sup>2</sup> de follaje. Diferentes métodos de extracción Cenicafé, 1977.

MUESTRA	Lluvia Acumulada	POSICION ALTA				POSICION MEDIA			
		1	2	3	4	1	2	3	4
I Calle	0	19.7	5.0	3.9	11.2	4.3	1.4	0.3	15.7
I Surco	0	51.9	54.7	25.1	45.7	5.8	10.5	11.7	5.4
II Calle	9.9	6.8	18.7	11.0	7.3	4.2	2.0	1.2	0.9
II Surco	9.9	14.0	11.9	18.9	24.2	17.0	10.2	3.1	8.9
III Calle	25.3	9.5	9.7	5.9	0.0	2.5	14.9	3.6	0.0
III Surco	25.3	13.8	14.2	16.7	17.9	23.4	10.8	12.1	12.7
IV Calle	45.2				2.5				2.7
IV Surco	45.2				26.3				8.7
V Calle	55.4				4.5				0.0
V Surco	55.4				5.9				1.4
VI Calle	76.7				4.9				3.4
VI Surco	76.7				1.0				3.0

Fecha de aspersión: Octubre 27; toma de muestras I: octubre 27; II: octubre 28; III: octubre 31; IV: noviembre 2; V: noviembre 4; VI: noviembre 7.

En Brasil, Kudamatsu y otros ( 29 ), en la Universidad de Campinas mediante el método de potenciografía complexométrica, analizaron los depósitos de cobre en hojas de café después de aspersiones con oxiclóruo de cobre del 50%, tomando muestras de hojas tres y siete días antes de las aplicaciones y 3 y 7 días después. La cantidad de fungicida por hectárea era de 3 y 5 kilogramos en la tabla 19, se hace relación a los resultados obtenidos.

Tabla 19.- Depósitos de cobre (ppm) en hojas de café tratadas con aspersiones de oxiclóruo de cobre 50%. Sao Paulo, Brasil, 1978.

kg de fungicida	Aplicaciones.	ppm de cobre
0	0	48.8
3 kg	(4) Oct. -Dic. -Feb. -Mar.	58.0
	(6) Oc. -Nov. -Dic. -Ene. -Feb. -Mar.	78.7
	(9) Sep. -hasta mayo	133.3
5 kg	(4) Oct. -Dic. -Feb. -Mar.	65.5
	(6) Oct. -Nov. -Dic. -Ene. -Feb. -Mar.	91.7
	(9) Sep. - hasta mayo	138.0
0 kg		50.5

En este experimento se hace relación a que los niveles de cobre en las hojas está entre 30 y 117 ppm. A partir de la cuarta aplicación la cantidad de cobre en la hoja se hace considerablemente alto, pero en las plantas que presentaban acumulaciones de cobre altas, no se observaron alteraciones fisiológicas. El contenido de cobre en las hojas, antes de las aspersiones era de 45 ppm.

#### E. Depósitos de cobre en los frutos después de aspersiones.

En Brasil, Carvalho y otros ( 10 ) estudiaron los contenidos de cobre en frutos de café, cuando se asperjaron las plantas con diferentes cantidades de oxiclóruo de cobre del 50% en 400 ó 500 cc de mezcla aplicada por planta, con intervalos de 28 días entre aplicaciones, iniciadas en septiembre de 1972 hasta marzo de 1973. La determinación de cobre se hizo por el método de EAA. En la tabla 20, se hace referencia a los resultados obtenidos.

La época de aplicación de los fungicidas cúpricos influye en los depósitos de cobre en los granos, cuando las plantas han sido tratadas previamente. Carvalho y colaboradores ( 11 ) en plantas asperjadas con 3 gramos de producto comercial en el período de septiembre a marzo y muestras de café cosechadas en junio de 1973, tabla 21.

Tabla 20.- Contenidos de cobre (ppm) en frutos de café en plantas asperjadas con oxiclóruo de cobre 50%. Minas Gerais. 1973.

Dosis de fungicida kg/ha	ppm de cobre frutos con pulpa	ppm de cobre frutos sin pulpa
1.5	34.06 a	27.30 b
3.0	45.25 b	29.90 b
4.5	52.50 b	30.25 bc
6.0	57.25 c	35.05 c
7.5	81.31 d	34.65 c
0.0	26.31 a	21.60 a

Tabla 21.- Contenidos de cobre (ppm) en frutos de café de plantas asperjadas con oxiclóruo de cobre 50%. Minas Gerais 1973.

EPOCAS DE ASPERSION	Contenido de cobre (ppm)	
	frutos con pulpa	frutos despulpados
Sep. hasta abril	67.50	24.50
Oct. hasta abril	64.00	23.50
Nov. hasta abril	60.00	27.50
Dic. hasta abril	59.50	25.50
Ene. hasta abril	55.00	23.50
Feb. hasta abril	47.75	25.00
Sep. hasta marzo	45.50	27.00
Sep. hasta febrero	46.50	26.50
Sep. hasta enero	40.00	24.00
Sep. hasta diciembre	36.50	25.50
Testigo	21.00	16.50

#### FUNGICIDAS CUPRICOS EN FORMULACIONES DE POLVO SECO

Las aplicaciones en espolvoreo de fungicidas cúpricos, comparada con aspersiones de polvo mojable fueron realizadas en Minas Gerais por Silva y colaboradores (52), calificando porcentaje de hojas afectadas, residuos de cobre y producción de café por hectárea. En la tabla 22 se tienen los resultados obtenidos cuando se hicieron las aplicaciones en espolvoreo, con intervalos de 28 días, iniciadas en diciembre de 1973 y terminadas en abril de 1974. Calificando la producción de café por parcela, los tratamientos con aspersiones fueron superiores.

Tabla 22. - Control químico de la roya del café con espolvoreo de fungicidas a base de cobre.  
 Minas Gerais. 1974.

TRATAMIENTO	% hojas afectadas 1974/75	Residuos de cobre		Producción sacos/ha
		Aplicación	A los 30 días	
POLVICOBRE 20% - 20 kg/ha	15.38	23.95	14.66	36.85
POLVICOBRE 20% - 30 kg/ha	7.63	38.27	22.00	29.38
CUPROFIX 5% - 40 kg/ha	21.45	12.26	2.94	32.95
CUPROFIX 5% - 60 kg/ha	18.42	23.56	3.23	36.00
OXICLORURO DE COBRE P.M. 4 kg/ha	2.24	41.87	24.78	40.29
TESTIGO	38.26	1.59	1.43	24.35

## PERSISTENCIA DE FUNGICIDAS CUPRICOS

Los fungicidas a base de cobre se han preparado en emulsiones con aceite mineral a fin de aumentar su persistencia sobre la hoja y mejorar su acción protectora. Zambolin y otros (56) concluyeron que para Kocide 220 (hidróxido de cobre 14%) la mayor persistencia se presentó con dosis menores ( $2.5 \times 10^4$  ppm); para oxiclорuro de cobre en dosis de 1.000 y 3.000 ppm y con 10% de aceite agrícola era la mejor, con aumentos en la proporción de aceite la persistencia disminuía. Estos ensayos se realizaron en plantas de la variedad Catuai, de 6 meses de edad, bajo condiciones de lluvia artificial de 32 mm por hora.

## RELACION ENTRE NUMERO DE HOJAS Y APLICACION DE FUNGICIDAS A BASE DE COBRE (Efecto tónico).

De los trabajos realizados por Figueiredo (21) en Brasil, analizando el porcentaje de hojas afectadas y el número de hojas por rama, se concluyó que las parcelas tratadas con oxiclорuro de cobre del 50%, seguidas por las parcelas tratadas con óxido cuproso, tenían un mayor número de hojas que las plantas de las parcelas tratadas con fungicidas sistémicos. En las tablas 15 y 16 se tienen estos resultados. En trabajos realizados en Kenya, se presenta una mayor retención de hojas en parcelas tratadas con fungicidas a base de cobre y se hace relación a la microflora fungosa en la superficie de hojas de café.

## DOSIS DE FUNGICIDAS CUPRICOS EN ASPERSIONES

En el estado de Sao Paulo, Mariotto y colaboradores (36), compararon las cantidades de 3 y 6 kilogramos de oxiclорuro de cobre, en aspersiones con equipo motorizado en volúmenes de 400 litros por hectárea, de este ensayo se demostró que el mejor control se obtuvo independiente de las dosis en la época de aplicación. Los programas de aplicaciones con intervalos de 60 días presentaban resultados no consistentes y de difícil análisis.

## RELACION ENTRE ASPERSIONES CON OXICLORURO DE COBRE Y NUTRICION

En Brasil, al estudiar la relación entre aspersiones con oxiclорuro de cobre en dosis de 1.5; 3.0; 4.5; 6.0 y 7.5 kilogramos por hectárea y la población de ácaros, se hizo análisis foliar, con los resultados relacionados en la tabla 23. no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, Reis (50).

Tabla 23.- Análisis foliar en plantas de café tratadas con oxiclóruo de cobre del 50%. Minas Gerais 1974.

kg de oxiclóruo de cobre por ha	N %	P %	K %	B ppm	Ca %	Cu ppm	Mn ppm	Mg %	Zn ppm
0	2.45	0.16	1.4	47.0	1.29	38	175	0.42	20
1.5	2.39	0.17	1.3	45.5	1.27	164	271	0.35	18
3.0	2.36	0.16	1.4	42.8	1.20	268	213	0.37	19
4.5	2.38	0.16	1.4	43.8	1.21	310	221	0.35	17
6.0	2.41	0.17	1.4	42.0	1.17	371	227	0.34	17
7.5	2.47	0.17	1.5	41.3	1.15	334	280	0.35	18

## EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ASPERSIONES

En los trabajos de Reis y otros (50) se observó que al aumentar la cantidad de oxiclóruo de cobre del 50% aplicado por hectárea se aumenta el porcentaje de plantas atacadas y el porcentaje de hojas atacadas por el ácaro Olygonychus (o) ilicis (Acaritetranychidae). En la tabla 24 se observan los resultados.

Tabla 24. - Porcentaje de plantas y hojas atacadas por el ácaro Olygonychus ilicis en relación a las dosis de oxiclóruo de cobre.

Tratamiento kg/ha	% Plantas atacadas	% hojas atacadas
0	0	0
1.5	12.5	6.88
3.0	27.5	12.50
4.5	35.0	35.50
6.0	90.0	28.43
7.5	74.0	44.68

## FUNGICIDAS CUPRICOS EN VARIEDADES CON RESISTENCIA HORIZONTAL

En Sao Gabriel de Palha, Espírito Santo, se instaló un ensayo de control químico de la roya del cafeto en la variedad Conilón, plantación de tres años de edad, buscando conocer el efecto fungicida o nutricional del cobre y su relación con la producción.

Los tratamientos fueron:

- 1- Aspersiones con oxiclóruo de cobre 50% (4 kg/ha) en noviembre-enero-marzo- julio y septiembre.
- 2- Aspersiones con sulfato de cobre 1% en marzo-noviembre y enero.
- 3- Parcela testigo.

Se observó en el período marzo de 1976 a mayo de 1979; que los niveles máximos de infección en el testigo fueron hasta del 35% de hojas afectadas. Un nivel bajo.

En las parcelas testigo el número promedio de pústulas por hoja fue de 2; igualmente bajo.

Las producciones promedio en las cosechas 1977-79 y 79 fueron:

- Con oxiclóruo de cobre: 6,8 kg de café cereza por planta

- Con sulfato de cobre: 6.2 kg café cereza/planta
- Testigo: 6.0 kg café cereza/planta.

No hubo diferencias significativas entre ellas.

### RESISTENCIA DEL HONGO A CALDO BORDELES

En la India, Muthappa y colaboradores( ) tomaron hojas de plantas de café Kent S-795, se asperjaron con una solución de caldo bordelés 0.5% y posteriormente se inocularon con uredosporas de las razas I, VIII, XII, XXIII, XXIV y XXV. Las inoculaciones con las razas I y VII provocaron infección en porcentajes entre el 5 y el 15%.



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABREU, M.S. et al. Avaliação comparativa da eficiência de fungicidas no controle da ferrugem alaranjada do cafeeiro, Hemileia vastatrix. In. EPAMIG. Projeto café. Relatório anual 73-74. Minas Gerais, ESAL-UFV., 1974. pp.167-172.
- 2.- ABREU, M.S. et. al. Avaliação comparativa da eficiência de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro Hemileia vastatrix, Berk. et Br. In. EPAMIG. Projeto café. Relatório anual 74/75. Minas Gerais, ESAL-UFV 1976. pp.149-153.
- 3.- ALMEIDA, S.R. et al. Efeito de fungicidas cúpricos e orgânicos, em alto e baixo volume, no controle da ferrugem do cafeeiro. Resumos dos trabalhos apresentados. In. Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, 2., Pocos de Caldas, 10-14 de setembro de 1974. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1974. pp.148-150.
- 4.- ANDRADE, V.M. de M. et al. Estudos sobre nutrição mineral do cafeeiro. XXXI. Influência do cobre do substrato no crescimento e composição mineral do cafeeiro (Coffea arabica L.) var. Mundo Novo e Catuai. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" 32:647-655. 1975.
- 5.- BAEZA A., C. Epocas de aplicación de cúpricos para el control preventivo de la roya del cafeto. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café 26 h. 1979 (mimeografiado).
- 6.- CAMPACI, C.A. e OLIVEIRA, D.A. Teste de novos fungicidas para o controle da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk. et Br.) In. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9., São Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café. 1981. pp.288-290.
- 7.- CARDENAS M., R. Guía para mezclas de insecticidas y fungicidas. Chinchiná, Cenicalfé, 1974. 4p. (Avances Técnicos No. 32).
- 8.- CARDOSO, C. O. N. et al. Guía de fungicidas. 2a. ed.rev. Piracicaba, SP, Summa Phytopathologica, 1979. 235 p.

9. - CARNEIRO Filho, F., MATELLO, J.B. e MANSK, Z. Competicao de fungicidas sistêmicos puros ou associados a oxiclureto de cobre no controle e ferrugem do cafeeiro no Paraná. Resumos. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8<sup>a.</sup>, Campos de Jordao/SP, 25 a 28 nov., 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1980. pp.286-287.
10. - CARVALHO, J.G. de et al. Efeito de diferentes dosagens de fungicida cuprico no teor de cobre em graos de café. In EPAMIG. Projeto café. Relatório anual 73-74. Minas Gerais, ESAL-UFV., 1974. pp.262-264.
11. - CARVALHO, J.G. et al. Efeito de diferentes epocas de aplicacao de fungicidas cupricos no teor de cobre em graos de café. In EPAMIG. Projeto café. Relatório anual 73-74. Minas Gerais, ESL-UFV., 1974. pp.265-267.
12. - CARRILLO P., I.F. Determinación de Cu depositado en hojas de café, por espectrofotometría de absorción atómica. Cenicafé 28(4):153-157. 1977.
13. - CARRILLO P., I.F.; CARDENAS M., R. Cuatro procedimientos para determinar cobre depositado después de aspersiones en cafetos. In Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Sección de Química Agrícola, Chinchiná (Colombia). Informe anual julio 77-junio 78. Chinchiná Cenicafé 1978. pp.9-17
14. - CONTROL OF three major diseases of coffee. Kenya Coffee 45(536):316-317. 1980.
15. - CONTROL QUIMICO DE LA ROYA. Café Nicaragua N<sup>o</sup> 280: 24-25. 1974.
16. - CHAVES, G.M. et al. Efeito dos fumigantes brometo de metila e fosfina sobre a viabilidade de uredosporos de Hemileia vastatrix Berk. et Br. Seiva (Brasil) 31(72): 74-87. 1972.
17. - CHAVES, G.M. e ZAMBOLIM, L. Efeito de duas solucoes de polifosfato de amonio (ACI-886-1-E-886--2) sobre a ferrugem (Hemileia vastatrix Berk. et Br.) do cafeeiro. Resumos dos trabalhos apresentados. In Congresso Brasileiro sobre Pragas e Doencas do cafeeiro, 1<sup>a.</sup>, Vitória, 4-6 de julho de 1973. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1973. pp.122-123.

- 18.- CHAVES, G.M. e ZAMBOLIM, L. efeito de fungicidas cupricos, veiculados em óleo mineral puro e em óleo mineral emulsionado, a baixo volume, no controle da ferrugem do cafeeiro. Resumos dos trabalhos apresentados. In Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, 2., Pocos de Caldas, 10-14 de setembro de 1974. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1974. pp.240-241.
- 19.- CHAVES, G.M. Control químico de la roya del café en Brasil. Trad. L. Muller. Turrialba, Costa Rica. IICA- 1977. 52 p. (Public. Misc. No. 126).
- 20.- FIGUEIREDO, P. et al. Avaliação de novas formulações de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro no Estado de São Paulo. Resumos. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º, Campos Jordao /SP, 25 a 28 nov., 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1980. pp. 242-244.
- 21.- FIGUEIREDO, P. et al. Avaliação de novas formulações de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro e seus efeitos na desfolha e produção nas condições do estado de São Paulo. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9º, São Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp.285-287.
- 22.- FILANI, G.A. Laboratory evaluation of chemicals for the control of *Hemileia vastatrix* rust of coffee in Nigeria. Plant Disease Reporter 63(10):844-847. 1979.
- 23.- GALLI, F. et al Manual de fitopatología. 2a. ed. São Paulo, Editora Agronómica Ceres Ltda., 1978. 373 p (Vol. I: Principios e conceitos).
- 24.- GARCIA B.; J. et al ROYA. Simulación de la incidencia y virulencia de la roya del café a través del estudio de marco de referencia biofísico como método de reconocimiento de la enfermedad en la región andina y áreas adyacentes. MAC dirección de Investigación, Maracay (Venezuela) 1974. 64 p.
- 25.- HASHIZUME, H., MATIELLO, J.B. e MIGUEL, A.E. Diferentes processos de aplicação de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do cafeeiro. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º, São Lourenço 27-30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp.203-211.

26. - HERNANDEZ G., H. Fungicidas a base de cobre. Proyecto FNC-1-75. Informe Final. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. División de Investigaciones, 1978. 66p (apéndices).
27. - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. División de Supervisión de Insumos Agrícolas. Plaguicidas de uso agrícola, defoliantes y reguladores fisiológicos de las plantas registrados en Colombia. Bogotá, 1979. 18 p.
28. - J'AVED, Z.U.R. Established procedures for laboratory and field screening of new fungicides for control of coffee diseases in Kenya. Kenya Coffee 44(524):11-19. 1979.
29. - KUDAMATUSU, M., ALMEIDA, J.B. e OLIVEIRA, D.A. Determinação quantitativa de cobre absorvido pelas folhas de cafeeiro tratado com oxiclóreto de cobre. Arquivos do Instituto Biológico (Brasil) 45(4):303-312. 1978.
30. - LOPEZ D., S; LEGUIZAMON, J. Toxicidad de fungicidas a base de estaño en plántulas de café. Chinchiná, Cenicafé, 1974. 1 p. (Avances Técnicos No. 31).
31. - MANSK, Z. Compatibilidade entre oxiclóreto de cobre, zinc, boro e inseticidas aplicados ao cafeeiro. Minas Gerais, Universidade Federal de Vicosa, 1975. 55 p. (Tesis Mag. Sci.).
32. - MANSK, Z. e MATIELLO, J.B. Efeito de novos fungicidas sistêmicos no controle a ferrugem do cafeeiro H. vastatrix Berk. et Br. Resumos. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º, Campos de Jordao/SP, 25 a 28 nov., 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1980. pp.177-178.
33. - MANSK, Z., MATIELLO, J.B. e MIGUEL, A. E. Influencia de aplicacoes tardias de fungicidas cúpricos sobre a retencao foliar e a producao do cafeeiro. Resumos. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º, Campos de Jordao/SP, 25-28 nov. 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1980. pp.66-68.
34. - MANSK, Z. e MATIELLO, J.B. Doses de fungicidas sistêmicos para o controle da ferrugem do cafeeiro com uma unica aplicacao. Resumos. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. 8º, Campos de Jordao & SP, 25-28 nov., 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1980. pp. 30-31.

- 35.- MANSK, Z. e MATIELLO, J.B. Estudo sobre dosagem de novos fungicidas sistemicos no controle á ferrugem do cafeeiro. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9º, São Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp.151-152.
- 36.- MARIOTTO, P.R. et al. Estudos sobre o controle químico da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk. et Br.) e seus efeitos na producao, nas condicoes do estado de Sao Paulo. O Biológico (Brasil) 45(9-10):165-174. 1979.
- 37.- MUTHAPPA, B.N.; NIRMALA KUMARI K.; MUNIYA PPA. N.C.; Resistence of coffee leaf rust to bordeaux mixture: a preliminary note. Journal of Coffee Research 8(2-3):80-81. 1979.
- 38.- MUTHAPPA, B.N. and AHMED, A. A new Techniques in coffee rust control. Treat soil with granular fungicides. Indian Coffee 45(1):1-3. 1981.
- 40.- MATIELLO, J.B. e MANSK, Z. Um fungicida erradicanta da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk et Br.). Resumos. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 6º-, Ribeirao Preto, 24-27 de out. de 1978. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1978. pp. 309-310.
- 41.- MATIELLO, J.B. et al. Estudo de formulacoes de lenta liberacao de fungicidas cupricos e ditiocarbamato no controle á ferrugem do cafeeiro (H. vastatrix Berk et Br.) Resumos. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 6º, Ribeirao Preto, 24-27 de out. 1978. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1978. pp.215-217.
- 42.- MATIELLO, J.B. e MANSK, Z. Efeito de fungicidas cupricos de baixa concentracao no controle á ferrugem do cafeeiro. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9º, Sao Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp.141-142.
- 43.- MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. e ALMEIDA, S.R. Estudo do efeito de doses e época de aplicacoes isoladas e associadas com fungicida cuprico, no controle á ferrugem do café. Resumos. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras 8º, Campos de Jordao/SP., 25-28 nov., 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1980. pp. 47-49.

44. - MIGUEL, A.E. e MATIELLO, J.B. Efeitos do fungicidas sistemicos bayleton (triadimefon - 25%) no crescimento de mudas de café. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9ª, São Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp.136-137.
45. - MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B. e REIS, G.N. dos. Efeitos da aplicacao de bayleton em cafeeiros com diferentes niveis de infeccao de ferrugem e em aplicacao alternada ou em mistura com oxicloreto de cobre. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9ª, São Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp. 54-55.
46. - MIGUEL, A. E. e MATIELLO, J.B. Estudo do comportamento do fungicida sistémico bayleton aplicado no solo em diversas doses e em diferentes epocas. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9ª, São Lourenço/M. Gerais, 27 a 30 out., 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. pp.52-53.
47. - NATARAJ, T. and MUTHAPPA, B. N. Field efficacy os systematic fungicides for control of coffee leaf rust. Pesticides (India) 14(2):15-17. 1980.
48. - OKIOGA, D.M. Laboratory and field evaluation of fungicides for control of Coffee Leaf Rust. In Methods for evaluation plant fungicides, nematocides and bactericides. The American Phytopathological Society. St. Paul Minesotta.
49. - PAIVA, F.P. et al. Efeito de diferentes doses de fungicida cuprico no controle da ferrugem do cafeeiro (*H. vastatrix*) In Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais. Projeto café. Relatório anual 74/75. Belo Horizonte, Sistema Operacional de Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. 1976. pp.169-171.
50. - REIS, P.R., SILVA, C.M. da e CARVALHO, J.G. de Fungicida cuprico atuando como fator de aumento de populacao do acaro *Oligonychus (O) ilicis*, acari tetranychidae em cafeeiro. In EPAMIG. Projeto Café. Relatório anual 73-74. Minas Gerais, ESAL-UFV., 1974. pp.120-124.
51. - RODRIGUEZ, R.A. La lucha contra la roya del cafeto en Nicaragua. Agronomía Costarricense 2(1):91-101. 1978.

- 52.- SILVA, C.M. da. et al. Estudo da eficiencia de fungicida cuprico, aplicado a baixo volume em óleo mineral e implicacoes da adicao de inseticidas e micronutrientes, no controle da ferrugem do cafeeiro, Hemileia vastatrix. In. EPAMIG. Projeto café. Relatório anual, 73-74. Minas Gerais, ESAL-UFV., 1974. pp. 154-155.
- 53.- SILVA, C.M. da. et al. Estudo de diferentes doses de fungicida cuprico, em polvilhamento no controle da ferrugem do cafeeiro, Hemileia vastatrix. In EPAMIG. Projeto café. Relatório anual 73-74. Minas Gerais, ESAL-UFV., 1974. pp.150-151.
- 54.- WALKER, J.C.; Patología vegetal 2a. edición. Ediciones Omega Barcelona, 1965. 818 p.