

COMPARACION DE CUATRO FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE LA ROYA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) CAUSADA POR EL *UROMYCES PHASEOLI* VAR. *TYPICA* ARTH. (*)

Por Argemiro Herrera H. y Jaime Plata O.

I.— INTRODUCCION

Entre los avances logrados por el Programa de Mejoramiento del Frijol de la División de Investigaciones Agropecuarias (D.I.A.) puede destacarse la obtención de nuevas variedades, con mayor adaptación a cada zona, capacidad de rendimiento y resistencia a las enfermedades de importancia económica.

La obtención de una variedad mejorada que reúna todas las características deseables, implica un proceso complejo que conlleva un sinnúmero de dificultades. Para las condiciones del Valle del Cauca, se obtuvo en el Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas de Palmira, una variedad mejorada denominada Diacol Nima, que posee características difíciles de superar, tales como resistencia a condiciones extremas de humedad, buena capacidad de rendimiento, calidad del grano aceptada en el mercado colombiano y resistencia a las enfermedades comunes de la región. Esta variedad en un principio se consideró resistente a la roya causada por *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth., pero la posible presencia de nuevas razas fisiológicas del hongo, ha afectado la reacción de esta variedad al citado patógeno.

En los últimos años se ha presentado epifitotias de roya en frijol que han alcanzado gran importancia en el Valle del Cauca y por tal razón se planeó este estudio, con el fin de determinar un posible control de la roya del frijol, con fungicidas comerciales.

Este trabajo, además de una revisión de literatura, incluye ensayos para controlar la enfermedad en plantas sembradas en materos en el campo y pruebas de inhibición de germinación de las uredosporas en el laboratorio.

Los trabajos en materos y en el campo se realizaron en el Centro

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia del Dr. Silvio Hugo Orozco S. a quien los autores expresan su gratitud.

Nacional de Investigaciones Agrícolas de Palmira, durante los años de 1962 y 1963. El trabajo de laboratorio se efectuó en la sección de Fitopatología de la Facultad de Agronomía Palmira.

II.— REVISION DE LITERATURA

Con el propósito de hallar el control más efectivo de la roya en el frijol, se han efectuado varios estudios con diferentes sustancias. Aquí se mencionarán algunos de los trabajos más sobresalientes:

Campbell (4), obtuvo un buen control de la roya con 1-6 aplicaciones con aspersión de una solución sulfocálcica en proporciones de 1:100. Al someter las plantas de frijol a los vapores de la solución antes mencionada o de gas sulfhídrico en dilución de hidrógeno, Yarwood (23), comprobó la muerte de las pústulas de cinco días de edad sin haber causado daño alguno al hospedero. En trabajos posteriores Yarwood (25), usando vapores de la solución sulfocálcica, erradicó la roya del frijol en infecciones de 4-7 días de edad.

Trabajando con mezcla bordelesa, Yarwood (24), demostró que al aumentar la cantidad de cal en la solución, se aumentaba el valor de protección, pero el valor erradicante disminuía. Townsend (20, 21), no obtuvo ningún control con la mezcla anterior, pero aplicando azufre en espolvoreo o por aspersión consiguió buenos resultados. Cuando se aplica en polvo recomienda 15 a 20 Kgs./Hect., pero este tratamiento es solo preventivo y debe aplicarse antes de la floración, en la mañana o en el crepúsculo cuando haya poco viento.

Aplicaciones de Kolodust (producto a base de azufre) redujeron la infección según Milbrath (12), cuando se usó con intervalos de siete días. Harter, Andrews y Zawmeyer (8), trabajando en invernadero no encontraron diferencia en el uso de Kolodust y flor de azufre, obteniendo un control perfecto con aspersiones seis horas después de inoculadas las plantas. Afirman que dos aplicaciones de estos productos en el campo son suficientes. Dichos autores no obtuvieron ningún control con protectores a base de cobre y cal.

Harter y Zawmeyer (9) recomiendan como el control más efectivo el espolvoreo de 20-25 libras de azufre/acre (de 35 mesh de finura), usando como preventivo antes de que aparezcan las primeras pústulas; si el tratamiento se hace después de aparecida la enfermedad, se debe repetir la aplicación y aún así no se obtiene control completo.

Zawmeyer (32) elevó la producción en frijol "Pinto" usando las dosis anteriores en dos aplicaciones.

En los EE. UU. Zawmeyer y Thomas (36, 37), obtuvieron buen control con aplicaciones de azufre a intervalos cortos, cuando las plantas estaban pequeñas.

Zawmeyer (33), recomienda el uso de azufre en espolvoreo antes

de que aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad. Afirma que este producto destruye las pocas pústulas presentes en el momento de la aplicación; con espolvoreos secundarios se detiene la formación de pústulas. Si la roya está establecida en el campo se requieren 2 o 3 aplicaciones; si son 2, la primera con 15 libras cuando las plantas estén pequeñas y la segunda con 20 libras a los 10 días. Sostiene que en la mayoría de los estados de Norteamérica, basta con una aplicación de azufre de 20-25 libras por acre para el control de la roya y que debe hacerse cuando no haya viento y las plantas no estén húmedas con lluvia o rocío.

Trabajando en invernadero Zawmeyer y Goldsworthy (31), obtuvieron un buen control con azufre, dictiocarbamatos y naftaquinona clorinada; los compuestos cúpricos no fueron tan efectivos.

Experimentos realizados en Medellín por Skiles, Barros y Cardona (17), mostraron que las aplicaciones de Fermate sólo o con azufre cada 8 días daban los mayores resultados en el control de la roya.

Yarwood (26), encontró que aplicaciones de mezcla sulfocálcica a los 8 días de la inoculación, controlaban la roya y que a mayor concentración mayor efectividad; vapores de esta mezcla en concentraciones de 0.001% o superiores a ésta erradicaban la infección de 4-7 días; con gas cianhídrico en concentraciones de 70-2.000 ppm. o con agua a 35°C. durante 80 minutos o a 55°C. por 4 segundos, erradicaban la infección de 10 días de inoculada.

Con gases volátiles de sulfuro de sodio al 0.1% se obtuvo una erradicación del 80%, según lo comprobó Yarwood (27).

Yarwood (28, 29), demostró que el azufre era letal al hongo sin perjudicar al hospedero; y concluyó en que la acción selectiva del fungicida se debe a la absorción selectiva con o sin toxicidad selectiva.

Trabajos realizados por Sempio (16), mostraron que la temperatura de 34-36°C. por 2½ días destruían completamente el micelio de la roya cuando se aplicaban los tratamientos 4 días después de la inoculación.

Cosper y Shuster (5), obtuvieron buen control de la roya cuando se aplicó urea al 1% o "Dreff" (sulfato lauryl de sodio 200 ppm.). En el campo se necesitó una concentración de urea del 3%, siendo preventiva y no erradicante. En el laboratorio este producto inhibió la germinación de las uredosporas.

Ark y Alcorn (1), encontraron que el condicidín en concentraciones de 1:5.000 controlaban bien la enfermedad.

Ark y Thompson (2), afirman que el ajo tiene acción antibiótica contra la roya del frijol.

Ark et al. (3), demostraron que el antibiótico G.S.I. (Chas Phi-

zaer and Co.) a una concentración de 0.5 ppm. inhibe la germinación de las uredosporas en el laboratorio, mientras que para prevenir en forma completa a las plantas se necesitaban 10 ppm.

Estudios realizados por Zawmeyer (34, 35), prueban que los antibióticos amisomycina y olegomicina en aspersiones sobre el follaje ayudan a reprimir la enfermedad; observaron que las aplicaciones en el envés de la hoja protegieron mejor las plantas que cuando se aplicó en el haz.

Los investigadores Davis, Becker y Roger (6), usando el S-phenyl sydnonos pudieron inhibir el desarrollo de la infección de roya ya establecida en el tejido.

Wilson (22), demostró que las hojas de frijol tratadas con mosaico del tabaco eran resistentes a la roya, aparentemente debido a la inhibición de la germinación de las uredosporas. Esta acción fue comprobada por Yarwood (30), entre el *Puccinia helianti* y el *Uromyces phaseoli*. Al calcular la acción fungicida de este inhibidor encontró que es 10 veces más efectivo que el caldo bordelés y el Zineb.

Preston (13), encontró que un filtrado de *Streptomyces cinnamomus* tiene acción antibiótica sobre el *Uromyces phaseoli*. Se previno la esporulación cuando se aplicó 4 días después de la inoculación.

III.— MATERIALES Y METODOS

A.— Experimentos en materos

En desarrollo del presente trabajo se efectuaron dos ensayos, uno en los meses de Noviembre a Enero de 1962 y el otro de Febrero a Abril de 1963.

Se utilizaron materos cónico-truncados, de 17 cms. de altura, 16 cms. de diámetro superior y 11 cms. de diámetro inferior, los cuales se llenaron con suelo formado por una mezcla de cuatro partes de tierra, dos partes de arena y una parte de estiércol; en cada matero se sembraron cinco semillas de frijol de la variedad Diacol Nima, de las cuales una vez germinadas se seleccionaban las tres mejores plantas.

Los fungicidas empleados aparecen especificados en la Tabla I y las dosis usadas fueron las recomendadas por las casas fabricantes.

El inóculo se obtuvo de hojas infectadas, tomadas de cultivos enfermos en el campo. Las uredosporas eran succionadas por la máquina neumática empleada por Rey y Lozano (14).

La inoculación se hizo en las horas del crepúsculo para asegurar que tuvieran suficiente humedad durante la noche y obtener una buena germinación de las uredosporas. Se procuró no usar uredosporas de más de un mes de succionadas pues según Sahein (15) y Stables (19) el almacenamiento por más de cinco semanas rebaja

— T A B L A I —

Características de los fungicidas empleados en el presente estudio.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Concentración (%)	Casa Fabricante	Dosis en kgs./hect.
Cupravit verde	Cobre metálico	50	Bayer	1.2
Elosal	Azufre mojable	80	Hoechst	2.2
Manzate	Bis-dictiocarbamato de manganeso etilénico (Maneb)	80	Dupont	1.5
Lonacol Z	Etileno-bisdictiocarbamato de Zinc	72	Bayer	1.8

considerablemente el porcentaje de germinación de las mismas.

Se utilizó en este experimento el diseño de bloques al azar con 8 replicaciones.

Las aplicaciones de los productos tomando como base la fecha de inoculación fueron: un día antes, uno, tres, seis y nueve días después.

A los doce días de germinadas las plantas se llevó a cabo la inoculación la cual consistió en la aspersión de una solución de uredosporas preparada en tal forma que su concentración fuera de 10.000 por centímetro cúbico. Dicha concentración fue determinada tomando una gota de solución y contando al microscopio las uredosporas presentes de tal manera que considerando la gota como una veinteva parte del centímetro cúbico, se obtuviera la concentración antes mencionada y así dar un mayor margen de seguridad sobre la recomendación de Mc. Callan (10), que es de seis mil cien uredosporas por centímetro cúbico. Con el fin de mantener las uredosporas bien distribuidas en la solución se usó "Tween 20" en la porporción de un centímetro cúbico por litro de solución.

Tanto la inoculación como la aplicación de productos se efectuó con una bomba aspersora de cinco litros de capacidad, procurando que las plantas quedaran uniformemente humedecidas.

Las cuentas se efectuaron a los doce, catorce y dieciseis días después de la inoculación siguiendo los recomendaciones de Mc. Callan y Zirgerman (11) y Rey y Lozano (14).

Con el fin de hacer el análisis estadístico, los datos originales se transformaron usando la fórmula $\sqrt{X + 1}$; donde X representa el dato original del experimento.

Con los datos obtenidos se hizo análisis de variancia y para en-

contrar las diferencias entre los fungicidas y las fechas de aplicación se efectuó la prueba de Hartley, descrita por Snedecor (18), que aparece en el capítulo de resultados.

B.— Experimento en el campo.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas de cinco metros de largo, dos pares de surcos y cuatro repeticiones para cada producto, en su respectiva fecha, según lo recomendado por Gartner (7), para trabajos experimentales en frijol. En total ochenta parcelas.

Tanto para la inoculación, como para los fungicidas y las fechas de aplicación se tuvieron en cuenta las mismas indicaciones del experimento en materos excepto que en el campo no se hizo aplicación de fungicidas nueve días después de la inoculación.

Se realizaron todas las prácticas culturales requeridas por el cultivo; después de seco se cosecharon los dos surcos centrales de cada parcela y se midió el rendimiento en gramos.

C.— Experimento en el Laboratorio.

En este trabajo se usaron cámaras húmedas formadas por platos de Petri dentro de los cuales se colocó una varilla doblada como base a una placa porta-objeto para evitar el contacto de la placa con el agua depositada en el fondo del plato. A esta agua se agregó un 20% de glicerina para evitar la evaporación (Figura 1).



FIGURA 1: Plato de Petri usado como cámara húmeda para germinación de las uredosporas.

Foto: M. T. Paredes.

Se realizó un ensayo asperjando los porta-objetos con solución fungicida a las concentraciones usadas en los trabajos de campo y de materos. Se dejó secar los porta-objetos al aire, después de lo cual se colocaron tres gotas de suspensión de uredosporas a las concentraciones utilizadas en los ensayos anteriores, distribuidas en el centro y en los dos extremos.

Se tomaron tres platos de Petri para cada fungicida, o sea, que fueron replicados nueve veces y un testigo con igual número de platos de Petri.

Se observó la germinación al microscopio cada cuatro horas y se hicieron cuentas con base en quinientas uredosporas por gota empleada.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

A.— Primer experimento en materos.

En la Tabla II, se presenta el análisis de variancia del total de pústulas de cada tratamiento después de cuatro cuentas. Esta tabla indica que hay diferencias significativas entre los promedios de los fungicidas y entre los promedios para fechas de aplicación pero no para la interacción de los dos factores.

— T A B L A II —

Análisis de variancia de los resultados obtenidos con la aplicación de fungicidas en diferentes fechas.

Factor	GL.	S. C.	C. M.
Total	191	2.489,13	13,03
Replicaciones	7	150,95	21,56
Fungicidas	4	427,29	106,82 **
Días de aplicación	4	221 53	55,38 **
Fungicidas x Días de aplicación	16	253,42	15,84
Error	160	1.435 94	8,97

** Significativo al nivel del 1%.

En la Tabla III se presentaron los totales de cada tratamiento junto con los promedios transformados y promedios convertidos. En esta tabla se puede observar en primer lugar la ausencia de datos en la casilla correspondiente al Elosal, un día antes de la inoculación; esto se debió a un error en la dosis del producto lo que determinó la eliminación de dichos datos.

En segundo lugar se puede apreciar que las plantas tratadas con Manzate y Elosal, en las diferentes fechas de aplicación, aparecen con el menor promedio de pústulas difiriendo ampliamente con el testigo, lo mismo que con el Lonacol Z y el Cupravit. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Milbrath (12) y Harter

— T A B L A VII —

Efecto de los fungicidas medido en términos del número total de pústulas contadas en cuatro replicaciones.

Días de aplicación respecto a la inoculación	Elosal	Cupravit	Lonacol Z	Manzate	Testigo	Promedio transformado	Promedio convertido*)
1 día antes	—	60,50	82,00	39,20	107,70	9,04	80,72
1 día después	25,70	55,80	49,10	28,70	65,00	5,60	30,36
3 días después	55,00	73,90	70,00	36,00	49,30	7,10	49,41
6 días después	49,10	55,10	54,30	37,00	69,30	6,64	43,09
9 días después	51,60	50,90	64,00	45,10	53,70	6,62	42,82
Promedio transformado	5,66	7,40	7,98	4,65	8,62		
Promedio convertido	31,04	53,76	62,68	20,62	73,30		

*) El método de conversión consiste en elevar al cuadrado el promedio transformado y restarle una unidad a la cantidad obtenida.

et al. (8), quienes obtuvieron un buen control con productos a base de azufre, pero no lograron éxito alguno con las aplicaciones a base de cobre. Zawmeyer y Goldworthy (31), trabajando en invernadero también hallaron buen control con azufre y dictiocarbamatos, pero con productos a base de cobre no tuvieron respuesta efectiva.

En cuanto a las fechas de aplicación se encontraron resultados entre los cuales hay bastante discrepancia, pues como se observa en la Tabla III, los promedios correspondientes a un día antes de la inoculación son muy superiores a los que aparecen para las otras fechas de aplicación; estos resultados están en aparente contradicción con lo encontrado en la literatura ya que otros autores de trabajos similares concuerdan en que los tratamientos previos a la inoculación son los más efectivos. La única razón que se puede presentar en este caso es la influencia de inóculo extraño que pudo haber afectado este tratamiento; esta circunstancia y la escasa viabilidad del inóculo aplicado pudo haber contribuido a la presencia de un mayor número de pústulas, pues se mantuvo almacenado por espacio de cuatro semanas antes de ser usado, y según Schein (15) y Staples (19), las uredosporas pierden un alto porcentaje de germinación a medida que avanza el tiempo de almacenamiento.

Los datos se observan más claramente en la Tabla IV donde se analizan los promedios para las fechas de aplicación por medio de la prueba de Bartley. En esta tabla, el número que aparece entre paréntesis es la diferencia que debe existir entre dos tratamientos para que éstos se consideren diferentes. Con base en esta prueba se observa que un día antes de la inoculación sería la época menos propicia para la aplicación de fungicidas, por ser la única en la cual se encuentra un promedio de pústulas significativamente mayor al de los promedios correspondientes a las demás fechas experimentadas. Estos resultados están en discrepancia con trabajos realizados por

— T A B L A IV —

Comparación de la media de las diferentes fechas de aplicación por el método de Hartley.

	X	X-5,60	X-6,62	X-6,64	X-7,10
1 día antes	9,04	3,44 (1,84)	2,42 (1,73)	4,40 (1,58)	1,94 (1,32)
3 días después	7,10	1,50 (1,73)	0,48 (1,58)	0,46 (1,32)	
6 días después	6,64	1,04 (1,58)	0,02 (1,32)		
9 días después	6,62	1,02 (1,32)			
1 día después	5,60				

— T A B L A V —

Comparación de la media de los diferentes fungicidas por el método de Hartley.

	X	X-4,65	X-5,66	X-7,40	X-7,98
Testigo	8,62	3,97 (1,84)	2,96 (1,73)	1,22 (1,58)	0,64 (1,32)
Lonacol Z	7,98	3,33 (1,73)	2,32 (1,58)	0,58 (1,32)	
Cupravit	7,40	2,75 (1,58)	1,74 (1,32)		
Elosal	5,66	1,01 (1,32)			
Manzate	4,65				

— T A B L A VI —

Análisis de variancia de los resultados obtenidos con la aplicación de fungicidas en diferentes fechas.

Factor	G. L.	S. C.	C. M.
Total	199	13.031,55	65,48
Replicaciones	7	226,51	32,35
Fungicidas	4	1.383,40	395,85**
Días de aplicación	4	7.475,57	1.851,39**
Fungicidas x Días de aplicación	16	772,39	4,59
Error	168	3.043,68	18,11

** Significativo al nivel del 1%.

Milbrath (12), Harter (8, 9), Zawmeyer y Thomas (37) y por Skiles y otros (17), quienes recomiendan aplicaciones de fungicidas como preventivos para el control de la enfermedad, o a intervalos cortos entre las aplicaciones. Sin embargo, debido a las condiciones anotadas anteriormente estos datos no pueden considerarse como exclusivos. En cuanto a las otras fechas de aplicación se puede concluir que no existen diferencias significativas entre ellas.

En la Tabla V se presenta el análisis de los promedios correspondientes a fungicidas y en ella se puede observar dos grupos bien definidos: uno formado por Manzate y Elosal y el otro por Lonacol Z, Cupravit y el testigo. Los primeros difieren significativamente de los tratamientos del segundo grupo pero entre ellos el efecto fué similar.

B.— Segundo experimento en materos.

La Tabla VI muestra el análisis de variancia del segundo expe-

rimento realizado en materos; en esta tabla se observan diferencias altamente significativas entre los productos empleados y también entre las diferentes fechas de aplicación de los mismos; la interacción fungicida por días de aplicación, al igual que en el primer experimento, no fué significativa.

En la Tabla VII se presentan los totales y los promedios de los diferentes tratamientos con base en las cuentas de pústulas realizadas en este segundo ensayo. En esta tabla se puede observar que las plantas tratadas con Elosal mostraron un grado de infección menor que el producido en presencia de otros fungicidas. En cuanto a la fecha de aplicación el promedio más bajo se encuentra en el tratamiento preventivo, o sea, un día antes de la inoculación, observándose que a medida que estas aplicaciones se retardan a partir del día de la inoculación los promedios de infección son más elevados. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por los autores citados en la discusión del primer experimento y demuestran el aspecto benéfico de los tratamientos a base de azufre, cuando éstos son aplicados en forma preventiva. Se puede observar además, que el Manzate y el Lonacol Z tienen un comportamiento similar; el testigo presenta el mayor promedio de infección siguiéndole en gravedad de ataque las plantas tratadas con Cupravit.

En la Tabla VIII se analizan, las diferencias entre los promedios de las fechas de aplicación, observándose que las aplicaciones de fungicidas un día antes de la inoculación difieren significativamente de las demás; entre los tratamientos efectuados uno o tres días después no existe diferencias, pero entre las fechas 6 y 9 días la diferencia es significativa.

Los datos de la Tabla IX indican una mayor efectividad para el Elosal. Este resultado confirma lo observado en el primer experimento y permite concluir que entre los fungicidas ensayados el Elosal es el más efectivo en el control de la roya. El Cupravit es inferior al Manzate y al Lonacol Z, pero entre estos últimos no hay diferencia real. El testigo fué significativamente inferior a todos los químicos con excepción del Cupravit.

C.— Experimento en el campo.

De los cuatro ensayos que se realizaron en el campo, solamente se pudo analizar los datos obtenidos en uno solo de ellos. A pesar que en los otros trabajos se siguieron todas las normas establecidas como inoculación y aplicación de productos a su debido tiempo, no se presentó la enfermedad a causa de los grandes problemas que representa la inducción de epifitotias, por la complejidad de factores difíciles de prever e imposibles de controlar como son todas las variantes del clima.

El análisis de variancia de los rendimientos que aparece en la Tabla X, da una diferencia altamente significativa entre las diferentes fechas de aplicación; muestra además que no hay diferencias entre productos o en la interacción de éstos con los días de aplicación.

— T A B L A VII

Efecto de los fungicidas medido en términos del número total de pústulas contadas en cuatro replicaciones.

Días de aplicación respecto a la inoculación	Elosal	Manzate	Cupravit	Lonacol Z	Testigo	Promedio transformado	Promedio convertido*
1 día antes	25,60	37,80	75,30	72,50	90,10	7,54	55,85
1 día después	57,20	66,80	96,60	88,70	103,50	10,35	106,12
3 días después	65,50	60,80	109,30	75,10	111,50	10,55	110,30
6 días después	116,10	144,00	146,30	142,40	156,90	17,64	310,17
9 días después	116,90	219,00	210,00	169,70	253,70	24,24	586,58
Promedio transformado	9,53	13,21	15,94	13,71	17,89		
Promedio convertido	89,82	173,50	252,58	186,96	319,05		

*) El método de conversión consiste en elevar al cuadrado el promedio transformado y restarle una unidad a la cantidad obtenida.

— T A B L A VIII —

Comparación de la media de las diferentes fechas de aplicación por el método de Hartley.

	X	X-7.54	X-10.35	X-10.55	X-17.64
9 días después	24,24	16,70 (2,63)	13,89 (2,48)	13,69 (2,25)	6,60 (1,88)
6 días después	17,64	10,10 (2,48)	7,29 (2,25)	7,09 (1,88)	
3 días después	10,55	3,01 (2,25)	0,20 (1,88)		
1 día después	10,35	2,81 (1,88)			
1 día antes	7,54				

— T A B L A IX —

Comparación de la media de los diferentes fungicidas por el método de Hartley.

	X	X-9.53	X-13.21	X-13.71	X-15.94
Testigo	17,89	8,36 (2,63)	4,68 (2,48)	4,18 (2,25)	1,95 (1,88)
Cupravit	15,94	6,41 (2,48)	2,73 (2,25)	2,23 (1,88)	
Lonacol Z	13,71	4,18 (2,25)	0,50 (1,88)		
Manzate	13,21	3,68 (1,88)			
Elosal	9,53				

Estos resultados muestran un comportamiento diferente de los fungicidas con relación al observado en materos e indican que en experimento de campo la aplicación oportuna es el factor de mayor importancia.

En la Tabla XI se presentan los datos de rendimiento para las diferentes parcelas, no encontrándose mucha diferencia en producción en los distintos fungicidas empleados y entre éstos y el testigo, o sea, que los promedios de producción son más o menos uniformes en todos los tratamientos. En cuanto a la fecha de aplicación la mejor es la preventiva, con el máximo promedio de rendimiento, disminuyendo éste a medida que los tratamientos se apartan de la época de inoculación. Estos resultados, en cuanto a fecha de aplica-

— T A B L A X —

Análisis de variancia de los resultados obtenidos con la aplicación de fungicidas en diferentes fechas.

Factor	G.L.	S.C.	C.M.
Total	79	251.000	3.177,21
Replicaciones	3	50.046,50	16.682,16
Fungicidas	4	6.783,30	1.695,82
Días de aplicación	3	104.774	34.924,66**
Fungicidas x Días de aplicación	12	12.179,20	1.014,93
Error	57	77.217	1.354,68

** Significativo al nivel del 1%.

— T A B L A XI —

Producción en gramos por parcela con los productos usados y en los diferentes días de aplicación con respecto a la fecha de la inoculación.

Días de aplicación respecto a	Manzate	Lonacol	Cupravit	Elosal	Testigo	Promedios Z
1 día antes	980	680	710	835	780	199,25
1 día después	685	680	690	650	690	169,75
3 días después	665	685	640	640	585	160,75
6 días después	460	330	360	395	450	99,75
Promedios	174,37	148,30	150,00	157,50	156,56	

ción se refiere, concuerdan con los datos del segundo ensayo realizado en materos y con los autores a que se hizo referencia en el mismo.

Con el fin de hallar cuáles eran las mejores fechas de aplicación, se efectuó la prueba de Hartley que aparece en la Tabla XII; en ella se puede observar diferencias significativas entre un día antes de la inoculación y las demás fechas de aplicación; entre uno y tres días después no se encontró diferencia pero entre éstos y el sexto día sí. Estos resultados concuerdan ampliamente con los obtenidos en el segundo ensayo realizado en materos y confirma la eficacia de los tratamientos preventivos.

D.— Experimento en el Laboratorio

El trabajo realizado en el laboratorio mostró una completa inhibición en la germinación de las uredosporas, por parte de los productos empleados (Figura 2). en el testigo la germinación fué de un

— T A B L A XII —

Comparación de la media de las diferentes fechas de aplicación por el método de Hartley.

	X	X-99,75	X-160,75	X-169,75
1 día antes	199,25	99,50 (34,84)	38,50 (31,30)	29,50 (26,06)
1 día después	169,75	70,00 (31,30)	9,0 (26,06)	
3 días después	160,75	61,00 (26,06)		
6 días después	99,75			

87% que puede considerarse alta (Figura 3).

En los porta-objetos asperjados con cada uno de los productos, se observó que el citoplasma de las uredosporas mostraban un desarrreglo característico de la plasmólisis, como consecuencia de lo cual no hubo germinación, probando la acción tóxica de los productos empleados.

Los resultados obtenidos en este trabajo se pueden comparar con los encontrados por Cosper y Shuster (5), que al trabajar con úrea hallaron inhibición en la germinación de las uredosporas, en tanto

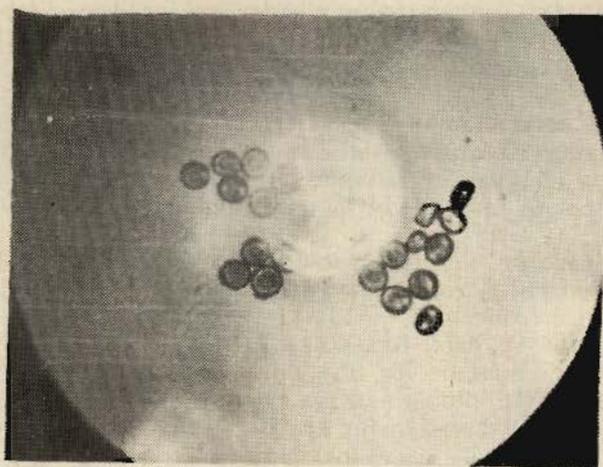


FIGURA 2: Uredosporas de *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. suspendidas en agua destilada y tratadas con fungicida.

Foto: M. T. Paredes.

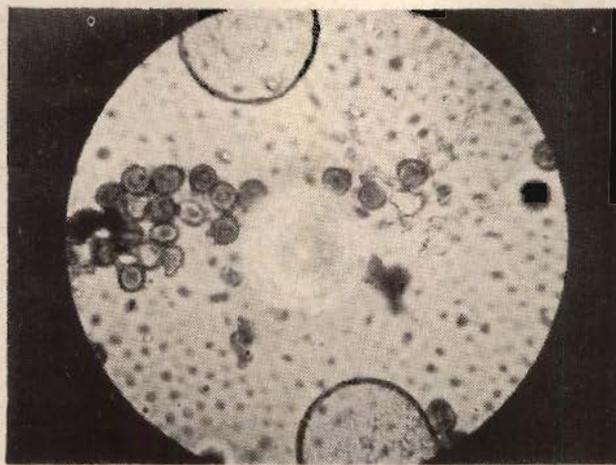


FIGURA 3: Germinación de uredosporas de *Uromyces phaseoli* var. *typica* Art. en agua destilada, correspondiente a tratamiento testigo.
Foto: M. T. Paredes.

que para controlar la enfermedad en el campo, requerían concentraciones más altas del producto.

V.— CONCLUSIONES

A.— Experimento en materos.

De los cuatro fungicidas empleados en las diferentes fechas de aplicación con respecto a la inoculación para el control de la roya del frijol, se puede concluir:

1.— Una aplicación de Elosal ofrece un buen control, especialmente si es aplicado antes de que aparezca la enfermedad. Teniendo en cuenta que el único ingrediente activo del Elosal es el azufre mo-
jable, ofrece buen control de la enfermedad.

2.— En caso de no encontrarse azufre fácilmente, se puede usar Manzate o Lonacol Z como preventivos de la enfermedad.

3.— Cuando se hace una sola aplicación, como en el presente estudio, la efectividad de los fungicidas en el control de la roya en el frijol, disminuye notablemente a medida que dicho tratamiento se retarda a partir de la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad.

4.— El Cupravit no demostró ninguna efectividad en el control de la roya del frijol.

5.— Las aplicaciones preventivas son las más aconsejables.

B.— Experimento en el campo.

De los resultados obtenidos en este experimento se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1.— Las aplicaciones preventivas dieron los mejores rendimientos.

2.— Los fungicidas disminuyen su efectividad, a medida que los tratamientos de éstos se retardan a partir de los primeros síntomas de la enfermedad.

C.— Experimento en el Laboratorio

De las pruebas de germinación llevadas a cabo en porta-objetos asperjados y colocados en cámaras húmedas se puede concluir que todos los fungicidas empleados en este trabajo inhiben la germinación de las uredosporas bajo las condiciones en que se realizó este estudio.

VI.— RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de una serie de experimentos realizados en materos, en el campo y en el laboratorio para estudiar el control de la roya (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Art.), mediante la utilización de varios fungicidas aplicados en diferentes épocas respecto a la fecha de inoculación. La efectividad de los tratamientos se midió por el número de pústulas en las plantas sembradas en materos y por el rendimiento en el campo. Los datos de las cuentas de pústulas fueron transformados mediante el uso de la fórmula $\sqrt{X + 1}$ y luego analizados por el método del análisis de variancia y de comparaciones múltiples. El mismo análisis se usó con los datos de campo pero en este caso no se hizo transformación.

El Elosal aplicado en forma preventiva fué el fungicida más efectivo en el control de la enfermedad. Otros fungicidas a base de azufre mojable podrían ser igualmente efectivos y su uso recomendado. Al hacer estas recomendaciones deben tenerse en cuenta que la efectividad disminuye a medida que la infección progresa.

Los carbamatos (Lonacol Z y Manzate) ofrecen un mediano control, pero desde el punto de vista económico su uso no parece aconsejable. Aunque el Cupravit no ejerce ningún control sobre la roya es conveniente aclarar que en las pruebas de germinación de uredosporas este fungicida se comporta en forma igual a los demás productos ensayados.

SUMMARY

The present study includes results of experiments conducted to investigate the control of bean rust, (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth, using several fungicides applied in different dates. The effect

of treatments was measured by counting the pustules in plants kept in pots and by taking the yield of plots treated in the field. Data on pustule number were transformed using the formula $\sqrt{X + 1}$ and then analyzed by the method of Analysis of Variance and Multiple Comparison tests. Field data were analyzed in the same manner but transformation was not required.

Applications of Elosal before inoculation gave the most effective control of the disease. Other fungicides having sulfur as the active element could be equally effective. In making recommendations it is important to consider that the effectivity of any fungicide decreases with the progress of disease infection.

Carbamatos (Lonacol Z and Manzate) give a fair control but their use does not seem practical for economic reasons. Although Cupravit does not control rust when applied directly on plants, the laboratory tests indicate that this fungicide inhibits spore germination.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ARK. P. A. and S. M. ALCORN.— 1956. Antibiotics as bactericides and fungicides against diseases of plants. *Plant. Dis. Report.* **40**: 85-92.
2. ————— and J. P. THOMPSON. 1959.— Control of certain diseases of plant with antibiotics from garlic (*Allium sativum* L.). *Plant. Dis. Report.* **43**: 276-282.
3. —————, J. DEKKER and J. P. THOMPSON.— 1959. Effectiveness of G. S. I. a new antibiotic. *Phytopathology.* **49**: 112.
4. CAMPBELL, L.— 1938. Bean rust. *Wash. Agr. Expt. Sta. Bull.* 368: 84.
5. COSPER, H. and M. L. SHUSTER.— 1953 Effect of urea on the incidence of bean rust. *Agronomy Jour.* **45**: 74-75.
6. DAVIS, D., J. BECKER and E. F. ROGER.— 1959. The chemotherapy of wheat on bean rust diseases with sydones. *Phytopathology.* **49**: 820-823.
7. GARTNER N., A.— 1958. Tamaño de parcela y número de repeticiones para experimentación en frijol. *Facultad de Agronomía, Medellín, Colombia.* 42 p. (Tesis no publicada).
8. HARTER, L. L., C. F. ANDREWS and W. J. ZAWMEYER.— 1935. Studies on bean rust caused by *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. *J. Agr. Research.* **50**: 737-759.
9. ————— and W. J. ZAWMEYER.— 1944. Bean diseases and their control. *U. S. Dpt. Agr. Farm's Bull.* **1.692**: 1-29.
10. Mc. CALLAN, S. E.— 1957. Determination of individual fungus spore volumen and their size distribution. *Phytopathology.* **47**: 528.

11. ————— and R. C. Zingerman. 1962. The bean rust method of evaluating fungicides in greenhouse test. *Contribs. Boyce Thompson. Inst.* 21: 473-480.
12. MILBRATH, J. A.— 1944. Studies on the control of bean rust. *Phytopathology.* 34: 936.
13. PRESTON, W. H. et al.— 1956 Effects of absorbed and translocated F-17 culture filtrate antibiotics factors on the bean rust organism. *Phytopathology.* 46: 469.
14. REY, J. V. y J. C. LOZANO — 1961. Estudios fisiológicos de la roya del frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.) causada por el *Uromyces phaseoli* var. *typica* Art. *Acta Agronómica.* 9: 147-186.
15. SCHEIN, R. D.— 1962. Storage viability of bean rust uredospores. *Phytopathology.* 52: 653-657.
16. SEMPIO, C.— 1938.— First contribution to the knowledge of the action exerted by various environmental factors on some parasitic diseases of cultivated plants. *Rev. Pat. Veg.* 28: 241-351.
17. SKILES, R. L., O. BARROS y C. CARDONA.— 1955. Control de enfermedades de frijol mediante el uso de varias combinaciones de fungicidas. III Reunión Interamericana of Fitogenetistas, Fitopatólogos, Entomólogos y Edafólogos. *Minagric. Col. D.I.A. Inv. Especiales.* Bogotá 222-223.
18. SNEDECOR, G.— 1956. *Statistical method.* 5th. ed. The Iowa State College Press. Ames, Iowa. 535 p.
19. STAPLES, R. C. et al.— 1962. Comparative biochemistry of obligately parasitic and saprophytic fungi. II Assimilation of C14 labeled substrates by germinating spores. *Contrib. Boyce Thompson. Inst.* 21: 345-362.
20. TOWNSEND, G. R.— 1939. Diseases of beans in Southern Florida. *Fla. Ag. Expt. Sta. Bull.* 336-60.
21. —————. 1947. Diseases of beans in Southern Florida. *Fla. Ag. Expt. Sta. Bull.* 439.
22. WILSON, M. E.— 1959. Rust T. M. V. cross-protection and necrotic reaction in bean. *Phytopathology.* 48: 228-231.
23. YARWOOD, C. E.— 1940. Therapeutic action of vapors from sulfur compounds. *Phytopathology.* 30: 791.
24. —————.— 1943. The function of lime and host leaves in the action of Bordeaux mixture. *Phytopathology.* 33: 791.
25. YARWOOD, C. E.— 1947. The fungicidal value of mixtures of lime sulfur and zinc sulfate. *Phytopathology.* 37: 852-853.

26. —————. — 1948. Therapeutic treatments for rust. *Phytopathology*. **38**: 542-551.
27. —————. — 1950. Effects of temperature on the fungicidal action of sulfur. *Phytopathology*. **40**: 173-180.
28. —————. — 1950. Selective absorption of sulfur-35 by fungus infected leaves. *Nature*. **165**: 973-974.
29. —————, and L. JACOBSON. — 1952. — Fungicidal action due to selective toxicity and selective absorption. *Phytopathology*. **42**: 478.
30. —————. — 1956. Cross protection with two rust fungi. *Phytopathology*. **46**: 540-544.
31. ZAWMEYER, W. J. and M. C. GOLDSWORTHY. — 1945. Control of bean rust by fungicide dusting and spraying. *Phytopathology*. **35**: 489.
32. —————. — 1946. Field control of bean rust with sulfur. *Phytopathology*. **36**: 689.
33. —————. — 1946. Control of bean diseases. U. S. Dept. Agr. Science in farming. Yearbook. **1943-1947**: 333-337.
34. ————— and R. E. WESTER. 1956. Control of several fungus diseases of bean and lima with antibiotics. *Phytopathology*. **46**: 470.
35. —————. — 1957. Comparative protection of bean leaves from fungus infection by antibiotic treatments of lower and upper surfaces. *Phytopathology*. **47**: 539.
35. ZAWMEYER, W. J. and H. R. THOMAS. — 1953. Field diseases of beans and lima beans. U. S. Dept. Agr. Plant diseases. Yearbook. **1953**: 396.
37. ————— and H. R. Thomas. 1957. A monographic study of bean diseases and thods for their control. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. **868**: 44-45.

BIBLIOGRAFIA NO CITADA

1. ALEXOPOULUS, C. J. and E. S. BENEKE. — 1952. Laboratory manual for introductory mycology. Burgess Publishing Company. Minneapolis. 177 p.
2. ARANGO B., H. — 1958. Algunas enfermedades del frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Valle del Cauca. *Acta Agronómica*. **8**: 1-75.
3. BESSEY, E. A. — 1950. Morphology and taxonomy of fungi. The Blakiston company. Philadelphia. Toronto. 382-409.

4. CARDENAS C., H. 1958. Persistencia de la acción protectora de varios fungicidas en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Agronómica. 8: 77-100.
 5. COOK, M. T.— 1913. The diseases of tropical plants. McMillan and Co Limited. St. Martin's Street. London. 229.
 6. HEALD, F. D.— 1933. Manual of plant diseases. Mc Graw-Hill Company Inc. New York and London. 682.
 7. LOPEZ M., A.— 1957. Efectividad de varios fungicidas en la represión del "damping off" y de la pudrición de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Agronómica 7: 139-163.
 8. LLANOS M. C.— 1957. Patogenicidad del *Isariopsis griseola* Sacc. en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Agronómica. 7: 165-190.
 9. MELHUS, I. E. and G. C. KENT. 1939. Elements of plant pathology. The Mc Millan Company. London. 44.
 10. OROZCO, S. H. —1958. Mancha del cercóspera en frijol. Facultad de Agronomía. Palmira. Colombia. 47 p. (Tesis no publicada).
 11. OWENS, CH. E.— 1928. Principles of plant pathology. John Wiley & Sons. Inc. New York. London. 383-419.
-