

PL1883

Title: Control of bean rust using protective systemic fungicides.

CONTROLE DA FERRUGEM DO FEIJOEIRO COM FUNGICIDAS PROTETORES E SISTÊMICOS

Laércio Zambolim<sup>1</sup>  
Carlos H. Rodrigues<sup>2</sup>  
Maria Cristina del P. Martins<sup>1</sup>

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos muitos produtos químicos têm sido experimentados e utilizados no controle da ferrugem do feijoeiro, em vários países. No Brasil, tem-se dado pouca ênfase a trabalhos de controle químico dessa doença.

Os compostos à base de enxofre e à base de cobre foram os primeiros a serem testados e usados, mas devido a sua elevada fitotoxidez, principalmente dos primeiros, esses produtos foram substituídos por outros mais eficientes e menos fitotóxicos. Posteriormente, estudos mostraram que, tanto em casa-de-vegetação como em condições de campo, os ditiocarbamatos são mais eficientes que os fungicidas anteriores. Vários trabalhos relatam a eficiência de produtos à base de zineb (BISIACH, 7; CASARINI, 17; OXENHAM, 24), maneb (FRENHANI *et alii*, 12; IAMA MOTO *et alii*, 16; ISSA e ARRUDA, 17), mancozeb (HILTH e MULLINS, 14; SO, 32; WIMALAJEewa e THAVAN, 38) e de outros produtos como tiram (JACKS e BRIEN, 18) e clorotalonil (HILTH e MULLINS, 14; YOSHII e GRANADA, 37) no controle da ferrugem do feijoeiro.

A descoberta de fungicidas sistêmicos abriu amplas possibilidades práticas para o controle de doenças de plantas. Os fungicidas sistêmicos possibilitam proteção mais eficiente da folhagem e das partes florais, por causa de sua habilidade para translocar através da cutícula e das folhas. O uso efetivo de fungicidas sistêmicos teve início logo depois que VON SCHMELING e KULKA (35) testaram carboxin e oxicarboxin, comprovando a sua atividade fungicida e sistêmica contra várias espécies de fungos, inclusive *U. phaseoli* var. *typica* Arth., quando usados em aplicações foliares ou em tratamento do solo e das sementes.

Vários autores (BALDWIN, 2; FRENHANI *et alii*, 12; IAMAMOTO *et alii*, 16; ROLIM *et alii*, 28; YOSHII e GRANADA, 37; ZAMBOLIM *et alii*, 39), em estudos posteriores, demonstraram a eficiência de oxicarboxin em condições de campo, em dosagens de 0,05-1 kg/ha do i.a., no controle da ferrugem do feijoeiro, obten-

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, M.S., CEPLAC, Ouro Preto d'Oeste, RO.

do resultados superiores a outros fungicidas como mancozeb, clo rotonil e metiram e aos sistêmicos, como triarimol, benomil e mebenil. Vários autores relatam ainda a eficiência no controle da doença mediante o emprego de tridemorph, bitertanol, triadimefôn e pirocarbolide (MOHAN *et alii*, 21; OKIOGA e JAFFER, 23; PINZON, 25; RIVERO, 27; ZAMBOLIM *et alii*, 39).

Estudando os efeitos terapêutico e protetor de fungicidas sistêmicos (2.000 e 4.000 ppm de i.a.) sobre a ferrugem do feijoeiro, ALMEIDA *et alii* (1) verificaram que oxicarboxin e tiofanato metílico controlaram a doença quando aplicados até três dias após a inoculação, enquanto benomil e carbendazin só até um dia após. Observaram ainda que oxicarboxin previne a ocorrência da doença quando aplicado até sete dias antes da inoculação; tiofanato metílico e benomil, quando aplicados até três dias antes, e carbendazin, quando aplicado até um dia antes da inoculação. Já YOSHII (37), estudando o efeito terapêutico de fungicidas com a mesma finalidade também em casa-de-vegetação, observou que clorotalonil e brestan (0,1% de i.a.) controlaram completamente a infecção quando aplicados imediatamente após a inoculação e não a controlaram quando aplicados até um dia mais tarde. Pirocarbolide e oxicarboxin (0,1% de i.a.) controlaram a doença quando aplicados até oito dias após a inoculação, sendo que a aplicação aos 10 dias, em presença de pequenas pústulas, não controlou a doença mas limitou o desenvolvimento desta.

Este trabalho, portanto, teve por finalidade estudar o efeito de novas formulações de fungicidas e comparar a eficiência dos produtos protetores com os sistêmicos, bem como as perdas na produção provocadas por *U. phaseoli* var. *typica*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no período de julho 1982 a junho de 1983. Foram utilizadas plantas do cultivar Rio Tibagi, cultivadas em vasos contendo 3,5 kg da mistura de seis partes de terra para uma parte de esterco. Quando as plantas atingiram três semanas de idade foi feita uma adubação com 7,5 g da mistura 4-14-8, dissolvidos em 150 ml de água, para cada vaso.

Em todos os ensaios foram utilizadas plantas com 25 dias de idade, contando com as duas primeiras folhas trifoliadas bem desenvolvidas. O delineamento estatístico usado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um vaso contendo duas plantas. Cada dado utilizado para as análises de variância constitui média de 12 folíolos. Foram analisadas todas as combinações entre os fungicidas e suas respectivas épocas de aplicação estudados em cada ensaio, mais um tratamento testemunha adicional, no qual se utilizaram plantas não tratadas com fungicidas e inoculadas. Para comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

### *Obtenção do Inóculo e Inoculação de U. phaseoli* var. *typica*

Coletaram-se uredosporos de folhas infectadas com *U. phaseoli* var. *typica*, colhidas no campo, empregando-se um aparelho de sucção tipo ciclone, semelhante ao idealizado por TERVET *et*

*alli* (33). Os uredosporos obtidos foram dispersos em uma solução de água e triton X-114 a 0,005%, sendo a concentração da suspensão ajustada para  $2,0 \times 10^4$  uredosporos/ml. A suspensão assim obtida foi inoculada em plantas de feijão utilizando-se um atomizador De Vilbiss número 51, acionado por um compressor elétrico regulado para fornecer uma pressão de 0,8 kgf/cm<sup>2</sup>. A atomização foi feita na face abaxial das folhas, sem que houvesse escorrimento.

Após a inoculação, as plantas foram imediatamente colocadas em câmaras de nevoeiro, onde permaneceram por 36 horas à temperatura de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  e U.R. de 100%. Em seguida, foram transferidas para a casa-de-vegetação. A coleta dos uredosporos foi realizada 12 a 13 dias após a inoculação, como descrito anteriormente. A homogeneização dos uredosporos foi feita seguindo-se a metodologia descrita por ROMEIRO e CHAVES (29), posteriormente foram armazenados em cápsulas de gelatinas, e mantidas em geladeira a  $5^\circ\text{C}$  e 50% de U.R., conforme a técnica descrita por ZAMBOLIM e CHAVES (40), sendo mensalmente multiplicados em feijoeiro cv. Rio Tibagi, com a finalidade de manter alta porcentagem de germinação. O poder germinativo dos uredosporos esteve acima de 90% em todos os testes realizados.

#### *Técnica de Aplicação e Métodos de Avaliação do Efeito dos Fungicidas*

Todos os fungicidas sistêmicos e protetores foram veiculados em água e aplicados utilizando-se um atomizador De Vilbiss número 15, acionado por um compressor elétrico, regulado para fornecer uma pressão de 1,0 kgf/cm<sup>2</sup>. A atomização foi efetuada sem que houvesse escorrimento nas faces abaxial e/ou adaxial das folhas conforme o ensaio.

A avaliação constou de determinação de porcentagem de área foliar infectada por meio da escala proposta por CARRIJO e CHAVES (9), com algumas modificações. Entretanto, no ensaio em que se estudou o efeito protetor de fungicidas sobre esta doença, avaliou-se o número de pústulas por 16 cm<sup>2</sup> de área foliar, na parte central de cada folíolo, nas folhas inoculadas. Os ensaios foram avaliados aos 15 dias após a inoculação.

#### *Efeito Protetor e Curativo de Fungicidas sobre U. phaseoli var. typica em Feijoeiro*

Utilizando-se dosagens do princípio ativo, os fungicidas oxicarboxin (375 ppm), tiofanato metílico mais tiram (400 ppm), triadimefon (125 ppm), triforine (100 ppm) tiveram seu efeito protetor testado quando foram aplicados aos 0, 5, 10 e 15 dias antes da inoculação. Os fungicidas foram atomizados em ambas as faces das duas primeiras folhas trifolioladas. Dez dias antes da inoculação, as folhas, exceto as duas primeiras trifolioladas assim como as brotações laterais, foram eliminadas; este procedimento teve por finalidade evitar que as folhas caíssem antes da avaliação.

Avaliou-se o efeito curativo dos fungicidas acima citados, nas mesmas dosagens do princípio ativo, sobre a infecção por *U. phaseoli* var. *typica* inoculado na face abaxial das duas primeiras folhas trifolioladas. A aplicação dos fungicidas foi feita aos 0, 3, 6 e 9 dias após a inoculação, na face adaxial das folhas.

*Experimentos de Campo*

Para instalação e tratos dispensados à cultura do feijoeiro foram seguidas as recomendações habituais para esta cultura. Foi usado como delineamento estatístico blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por seis fileiras de plantas espaçadas de 0,5 metros, com três metros de comprimento; foram consideradas úteis as duas fileiras centrais, perfazendo, assim, uma área útil de 3 m<sup>2</sup>. Quinze dias após o plantio, foi feito o desbaste das fileiras, deixando-se aproximadamente 10 plantas por metro linear de sulco, ou seja, 200.000 plantas por hectare. Foram conduzidos ensaios, utilizando-se o cultivar Rio Tibagi, de julho a setembro de 1982 (inverno-primavera), sendo necessária a irrigação da cultura, inicialmente por aspersão, e, com o início das pulverizações, por infiltração.

Os tratamentos e as dosagens dos fungicidas utilizados encontram-se listados no Quadro 1. A aplicação dos fungicidas teve início aos primeiros sinais da doença. Foram feitas quatro aplicações dos fungicidas veiculados em água, utilizando-se um pulverizador hidráulico, costal manual, modelo PJH, da jacto S/A, sendo gasto um volume de aproximadamente 2000 l por hectare. Como testemunha, foram mantidas parcelas sem tratamento com fungicida.

QUADRO 1. Tratamentos utilizados no controle de *U.phaseoli* var. *typica* em feijoeiro, em condições de campo (ensaio de inverno-primavera), U.F.V., Viçosa, MG, 1983

Tratamentos	Produto Comercial (kg/ha)
Oxicloreto de Cobre (Coprantol PM, 75%)	3,0
Clorotalonil (Daconil PM, 75%)	3,0
Dithianon (Delam PM, 75%)	3,0
Mancozeb (Dithane M45 PM, 80%)	3,0
Bitertanol (Baycor PM, 25%)	0,5
Benomil (Benlate PM, 50%)	0,5
Oxicarboxin (Plantvax PM, 75%)	0,5
Tiofanato metílico + Tiram (Cercoram PM, 80%)	0,5
Tiofanato metílico (Cycosin PM, 70%)	0,5
Triadimefon (Bayleton PM, 25%)	0,5
Triforine (Saprol CE, 20%)	0,5*

\* 1/ha.

Para avaliação dos ensaios foram feitas oito observações, a intervalo de sete dias, iniciando-se aos 33 dias após o plantio. Nestas avaliações foi empregada a seguinte metodologia: foram marcadas 10 plantas ao centro de cada fileira útil por parcela, nas quais foi determinada semanalmente a severidade da doença, por intermédio da porcentagem de área foliar infectada, baseando-se em uma escala diagramática (CARRIJO e CHAVES, 9). Os dados de porcentagem de área foliar infectada foram transformados em proporção de doença, variando de zero a um. O modelo Gompertz, citado por BERGER (5) foi usado para transformação dos dados originais, obtendo-se assim uma cur

va de progresso da doença, para cada tratamento. Os tratamentos foram comparados entre si pela taxa de progresso de doença (K). Outro parâmetro utilizado para avaliar os tratamentos foi a área sob a curva de progresso da doença (ACPD), calculada pela equação proposta por SHANER e FINNEY (31). Avaliou-se ainda a produção de grãos nos diversos tratamentos.

### 3. RESULTADOS

#### *Efeito Protetor e Curativo de Fungicidas sobre U.phaseoli var. typica em Feijoeiro*

Os resultados do Quadro 2 mostram que todos os fungicidas proporcionaram números de pústulas por 16 cm<sup>2</sup> de área foliar diferente da testemunha, em todas as épocas de aplicação. Isto mostra que todos os fungicidas foram eficientes em prevenir a infecção quando aplicados até 15 dias antes da inoculação.

Quando se analisa o efeito das épocas de aplicação, verifica-se que só houve efeito destas nos tratamentos com oxicarboxin e triforine que apresentaram um número de pústulas maior quando aplicados aos 10 e 15 dias antes da inoculação. Observa-se que a mistura de tiofanato metílico + tiram teve um comportamento idêntico ao dos fungicidas protetores, não diferindo destes em nenhuma das épocas estudadas.

Os resultados referentes a triadimefon mostram que este fungicida proporcionou um número de pústulas por 16 cm<sup>2</sup> de área foliar maior que os outros tratamentos, porém, menor que a testemunha em todas as épocas estudadas. Todavia, não se observou efeito das épocas de aplicação, apresentando assim um comportamento constante.

O Quadro 3 mostra que o efeito dos fungicidas variou em função das épocas de aplicação. Quando os fungicidas foram aplicados imediatamente após a inoculação, observa-se que todos os fungicidas proporcionaram uma porcentagem de área foliar infectada diferente da testemunha. Entretanto, quando se compararam os fungicidas, verifica-se que oxicarboxin e bitertanol proporcionaram uma redução acentuada da infecção, sendo diferente dos outros fungicidas, que não diferiram entre si.

A aplicação dos fungicidas aos três dias após a inoculação mostra que, exceto tiofanato metílico + tiram, todos os fungicidas foram capazes de reduzir a infecção, proporcionando uma porcentagem de área foliar infectada diferente da testemunha. Observa-se que oxicarboxin e triforine não diferiram entre si, apresentando um mesmo comportamento. Contudo, foram diferentes de bitertanol que, por sua vez, mostrou maior eficiência em reduzir a infecção, quando comparado com triadimefon.

Aos seis dias após inoculação, somente oxicarboxin e triforine apresentaram ainda capacidade de reduzir a infecção, pois proporcionaram uma porcentagem de área foliar infectada diferente da testemunha. Entretanto, oxicarboxin mostrou uma redução mais acentuada da infecção. Os outros tratamentos não apresentaram diferenças da testemunha.

Quando os fungicidas foram aplicados aos nove dias após a inoculação, observa-se que somente triadimefon foi diferente da testemunha; todavia, isto é consequência da redução da infecção pelo fungicida, uma vez que aos seis dias o fungicida não reduziu a infecção. Este fato se deve, provavelmente, à variação na própria inoculação.

QUADRO 2. Efeito de fungicidas sobre *Uromyces phaseoli* var. *typica*, expresso pelo número de Pústulas por 16 cm<sup>2</sup> de área foliar, quando os fungicidas são aplicados aos 0, 5, 10 e 15 dias antes da inoculação do patógeno em feijoeiro, U.F.V., Viçosa, MG, 1983

Tratamentos	Número de Pústulas/16 cm <sup>2</sup> de Área Foliar											
	Dias Antes da Inoculação											
	0			5			10			15		
	Transf*	Real**	Transf	Real	Transf	Real	Transf	Real	Transf	Real	Transf	Real
Bitertanol	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0
Clorotalonil	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0
Mancozeb	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0
Tiofanato metílico + tiram	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	1,0 aA	0,0	2,8 aA	7,5	2,7 aA	7,8	2,7 aA	7,8
Oxicarboxin	1,0 aA	0,0	1,4 aA	1,0	3,7 bB	15,0	3,7 bB	15,0	3,7 bB	14,0	3,7 bB	14,0
Triforine	1,9 aA	3,3	3,0 aAB	8,3	5,2 bC	28,8	5,2 bC	28,8	4,7 bcBC	25,5	4,7 bcBC	25,5
Triadimefon	6,4 bA	43,5	7,6 bA	59,3	7,8 cA	60,5	7,8 cA	60,5	6,4 cA	40,8	6,4 cA	40,8
Testemunha	11,1 c	124,0	11,1 c	124,0	11,1 d	124,0	11,1 d	124,0	11,0 d	124,0	11,0 d	124,0

\* Dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ .

\*\* Os dados são médias de quatro repetições.

\*\*\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra maiúscula e, nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra minúscula não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

CV = 35.2

QUADRO 3. Efeito curativo de fungicidas sobre *Uromyces phaseoli* var. *typica*, expresso pela porcentagem de área foliar infectada\*\*, quando os fungicidas são aplicados aos 0, 3, 6 e 9 dias após a inoculação do patógeno, U.F.V., Viçosa, MG, 1983

Tratamentos	% de Área Foliar Infectada															
	0				3				6				9			
	Transf*	Real**	Transf	Real	Transf	Real	Transf	Real	Transf	Real	Transf	Real				
Oxicarboxin	0,02 aA	0,2	0,13 aAB	1,8	0,23 aB	5,3	0,67 aBC	38,3								
Triforine	0,30 bA	8,9	0,18 aA	3,3	0,56 bB	28,3	0,69 aBB	40,1								
Bitertanol	0,01 aA	0,1	0,36 bB	12,5	0,67 cC	39,2	0,65 aBC	36,7								
Triadimefon	0,31 bA	9,1	0,57 cB	29,3	0,62 cB	34,1	0,61 aB	33,1								
Tiofanato metílico + tiram	0,26 bA	6,7	0,74 dB	45,6	0,67 cB	38,4	0,69 aBB	40,1								
Testemunha	0,76 c	47,0	0,76 d	47,0	0,76 c	47,0	0,76 b	47,0								

CV = 15.0%

\* Dados transformados em Arc Sen  $\sqrt{\%/100}$ .

\*\* Os dados são médias de quatro repetições.

\*\*\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra maiúscula e, nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra minúscula não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

*Efeito de Fungicidas no Controle da Ferrugem do Feijoeiro em Condições de Campo*

Analisando os dados apresentados no Quadro 4 observa-se que os fungicidas oxicarboxin, bitertanol e triforine apresentaram valores de ACPD menores, quando comparados com os demais tratamentos, sendo considerados, portanto, mais eficientes no controle da ferrugem do feijoeiro. Verificando ainda os dados de ACPD, observa-se que os tratamentos clorotalonil, tiofanato metílico e sua mistura comercial com tiram, triadimefon e mancozeb apresentaram uma eficiência intermediária no controle da doença, pois apresentaram valores de ACPD não diferentes entre si, porém maiores que os três fungicidas supracitados. Entretanto, tiofanato metílico e sua mistura com tiram e mancozeb não diferiram do tratamento com oxiclureto de cobre que, juntamente com benomil e dithianon, foi considerado de pouca eficiência, visto que não diferiu da testemunha.

QUADRO 4. Efeito dos fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro em condições de campo, expresso pela área sob a curva de progresso da doença e produção média por hectare (ensaio de inverno-primavera), U.F.V., Viçosa, MG, 1983

Tratamentos	ACPD*	Produção kg/ha
Oxicarboxin	1,17 a	1.169 a
Bitertanol	1,02 a	1.152 a
Triforine	2,32 a	1.085 a
Clorotalonil	3,68 b	1.062 a
Tiofanato metílico + tiram	3,82 bc	1.018 ab
Dithianon	5,80 d	980 ab
Tiofanato metílico	3,88 bc	939 ab
Triadimefon	3,76 b	915 ab
Mancozeb	3,73 b	905 ab
Oxiclureto de cobre	5,31 cd	803 b
Benomil	5,82 d	792 b
Testemunha	6,70 d	704 b
CV	16,2	14,8

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\* Área sob a curva de progresso da doença.

Quando se analisam os dados de produção, observa-se que os tratamentos oxicarboxin, bitertanol, triforine e clorotalonil proporcionaram maiores produções. Todavia, estas são diferentes dos tratamentos oxiclureto de cobre e benomil que, como os demais tratamentos, não diferiram da testemunha. Observa-se, assim, que os tratamentos com menores valores de ACPD, ou seja, que proporcionaram maior controle da doença, proporcionaram também maiores produções.

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de progresso da doença, as taxas de progresso da doença (K) e suas transforma-

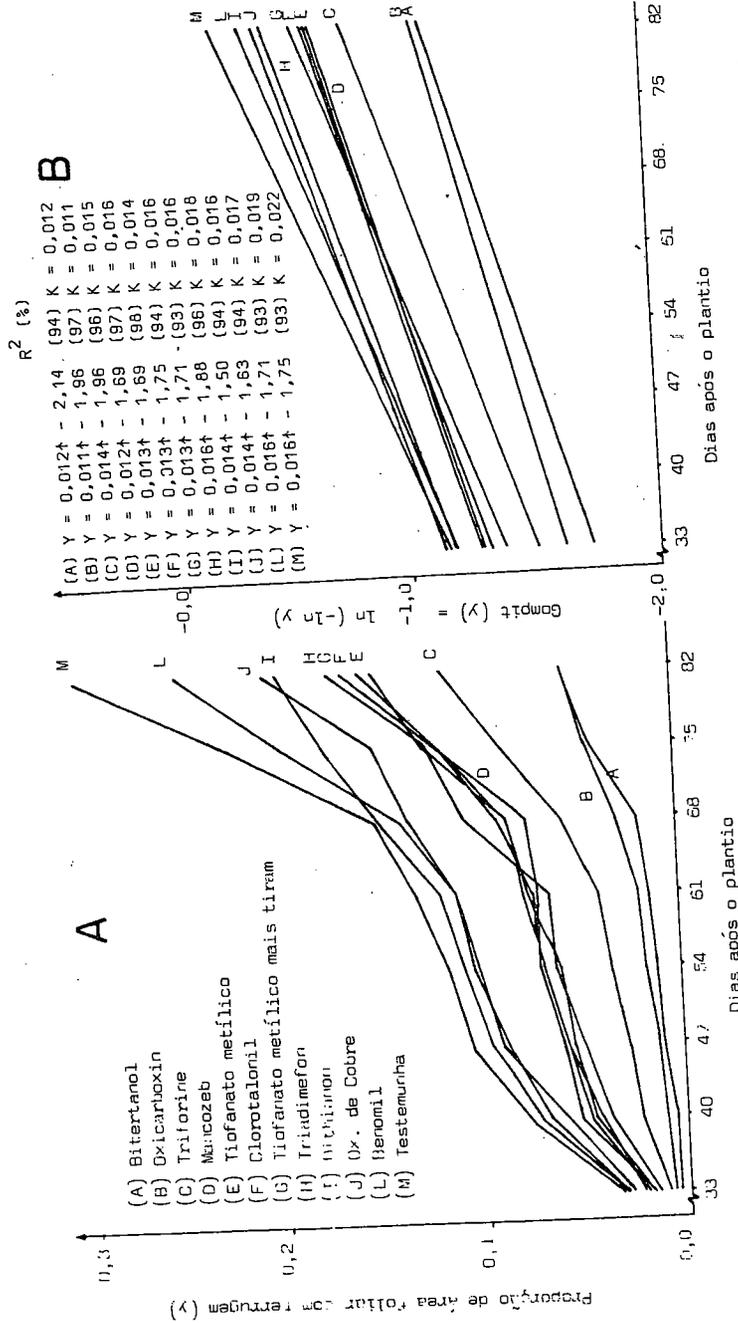


FIGURA 1. Curvas de progresso da ferrugem para os diferentes tratamentos estudados sem (A) e com (B) transformações e taxas de progresso de doença (K) (ensaio de inverno-primavera). U.F.V., Viçosa, MG, 1985.

ções Gompertz e seus respectivos coeficientes de determinação ajustados ( $R^2$ ) para cada fungicida. Observa-se que houve uma evolução da doença em todos os tratamentos, porém, as taxas de progresso da doença (K), apresentadas pelos tratamentos oxicarboxin (K = 0,011) e bitertanol (K = 0,012), são aproximadamente duas vezes menores que a taxa apresentada pela testemunha (K = 0,022).

#### 4. DISCUSSÃO

Quando se avaliou a capacidade protetora dos fungicidas mancozeb, clorotalonil, bitertanol, triadimefon, tiofanato metílico + tiram, triforine e oxicarboxin sobre a infecção por *U. phaseoli* var. *typica* foi observado que todos os fungicidas foram eficientes em prevenir a infecção pelo patógeno, quando aplicados até 15 dias antes da inoculação. Entretanto, oxicarboxin e triforine apresentaram menor eficiência aos 10 dias após a sua aplicação. Estes resultados diferiram dos obtidos por ALMEIDA *et alii* (1) em estudos semelhantes, os quais verificaram que oxicarboxin foi eficiente em prevenir a infecção por *U. phaseoli* var. *typica* quando aplicado até sete dias antes da inoculação, e tiofanato metílico, somente quando aplicado aos três dias antes. Entretanto, as dosagens utilizadas por estes autores foram muito maiores que a utilizada neste trabalho. Esta diferença de resultados pode ser consequência de se ter utilizado em nossos estudos folhas trifolioladas e não folhas primárias como no estudo citado. Segundo GROTH e URS (13) existe uma diferença de receptividade quanto à inoculação por *U. phaseoli* var. *typica* entre as folhas primárias e folhas trifolioladas, bem como influência da idade das folhas. Isto pode ter influenciado também os resultados, visto que foram utilizadas folhas bem mais velhas, devido aos intervalos de aplicação mais amplos. Quanto ao tiofanato metílico, talvez seja explicado pelo fato de ter sido usado em mistura com tiram, pois alguns autores (JACKS e BRIEN, 18) tem relatado que este fungicida possui ação sobre *U. phaseoli* var. *typica*.

Alguns estudos têm avaliado a capacidade dos fungicidas permanecerem ativos sobre a superfície das folhas das plantas. JUNQUEIRA (19) verificou que triadimefon, triforine e benomil foram eficientes em prevenir a infecção, quando aplicados até 15 dias antes da inoculação de *Phakopsora pachyrhizi* em soja; clorotalonil e maneb, quando aplicados até 20 e 40 dias, respectivamente. ROUCHAUD *et alii* (30) verificaram que 57,5 e 43,2% de triforine foram recuperados aos 15 e 30 dias após a sua aplicação em folhas de cevada; já BHAKIAVATSALAM e TRIPATHI (6) observaram que 80% do oxicarboxin aplicado em folhas de milho foram perdidos 30 dias após a aplicação. BARRUETO-CID (3) verificou que triadimefon não foi mais detectado sete dias após sua aplicação em folhas de seringueira por bioautografia em camada fina; entretanto, tiofanato metílico e benomil foram detectados aos 14 e 21 dias após a aplicação, respectivamente. NEELY (22) observou que clorotalonil apresentou uma persistência média de quase três semanas, em 12 espécies de plantas estudadas sob condições de campo, enquanto maneb persistiu menos que uma semana. BAZHNOVA *et alii* (4) verificaram que triadimefon persistiu em folhas de pepino por 30 dias, controlando vários organismos. Estes relatos evidenciaram uma grande variabilidade de resultados, mostrando que a persistência

determinada é função do fungicida, da planta e das condições estudadas, bem como do método de avaliação empregado. Estes resultados são muito escassos para o feijoeiro.

Quando se estudou o efeito curativo de fungicidas sobre a infecção por *U. phaseoli* var. *typica*, os resultados mostraram que oxicarboxin e triforine, na dosagem estudada apresentaram efeito curativo quando aplicados até seis dias após a inoculação. Estes resultados diferem dos obtidos por ALMEIDA *et alii* (1), que observaram que oxicarboxin, em dosagens superiores à estudada neste trabalho, apresentou um efeito curativo quando aplicado até 3 dias após a inoculação de *U. phaseoli* var. *typica*. Entretanto, YOSHII (37) observou que oxicarboxin (0,1% p.a.) apresentou efeito curativo quando aplicado até oito dias após a inoculação. O mesmo observaram VAUGHAM e SIEMER (34), usando uma dosagem de 400 ppm do princípio ativo. Estas diferenças de resultado possivelmente sejam consequência de se ter sido feito estudos com variedades diferentes de feijoeiro, visto que isto pode influenciar no período de incubação do patógeno, ou seja, é possível que ocorra uma variação de tempo do estágio de infecção que possa ter ainda efeito terapêutico do fungicida. Em nosso trabalho, além de se ter usado uma variedade diferente das demais utilizadas nos ensaios citados, utilizou-se folhas trifolioladas.

PRING e RICHMOND (26) observaram que, em plantas infectadas com *U. phaseoli* var. *typica* no estágio de manchas necróticas, a aplicação de oxicarboxin inibiu o desenvolvimento de novas tomas posteriores. A original mancha necrótica tornou-se gradualmente menos visível e quase desapareceu seis a oito dias após. Segundo ainda os mesmos autores, as primeiras mudanças induzidas por oxicarboxin foram detectadas 20 horas após a sua aplicação; o mitocôndrio no haustório do patógeno torna-se aumentado e sua crista desorganizada, enquanto a plasmalema da planta, envolvendo o haustório, torna-se fragmentada. Dois dias após o tratamento, muitos haustórios são destruídos, tornando-se contínuo com a parede celular da planta. Isto explica a eficiência demonstrada, neste estudo, pelo oxicarboxin em reduzir a infecção, mesmo se aplicado quando as plantas exibiam a reação de "flecks".

Observou-se, outrossim, que triadimefon apresenta uma capacidade curativa quando aplicado até três dias após a inoculação. O mesmo foi observado com bitertanol, que se mostrou mais eficiente que o primeiro, confirmando, assim, a ação curativa demonstrada por este fungicida, quando aplicado durante o período de incubação de determinadas doenças fúngicas (BRANDES *et alii*, 8).

Os resultados obtidos em condições de casa-de-vegetação foram, em parte, confirmados pelos estudos de campo, principalmente quanto à capacidade protetora determinada em casa-de-vegetação. Em condições de campo, os fungicidas sofrem maior influência dos fatores ambientais, como incidência de luz, hidrólise e, principalmente, remoção pelas chuvas. Nestas condições, os fungicidas sistêmicos provavelmente seriam mais eficientes, em razão da sua capacidade de penetrar a cutícula e de se redistribuir dentro das folhas das plantas tratadas.

Foi notado que os fungicidas sistêmicos não apresentaram o mesmo comportamento conseguido em casa-de-vegetação, haja visto que oxicarboxin e bitertanol mostraram-se mais eficientes, proporcionando uma redução na taxa de progresso da doença (K).

bcn como menores valores de ACPD. Triforine, apesar de não ter diferido destes foi ligeiramente menos eficiente. Tiofanato metílico e a sua mistura com tiram e triadimefon apresentaram menor eficiência, tendo o mesmo comportamento dos fungicidas protetores clorotalonil e mancozeb, sendo considerados de média eficiência no controle desta doença.

Foi observado que os fungicidas mais eficientes no controle da doença proporcionaram maiores produções. Foi obtida uma correlação negativa ( $r = 0,60$  significativa pelo teste de  $t$ , ao nível de 5%), entre a doença (ACPD) e a produção, mostrando que a doença foi uma das principais causas de variação da produção. A eficiência demonstrada por oxicarboxin sob condições de campo é confirmada por estudos em vários países (DONGO, 11; HUDSON e JAFFER, 15; KANTSES, 20; OKIOGA e JAFFER, 23) e também no Brasil (FRENHANI *et alii*, 12; IAMAMOTO *et alii*, 16; ZAMBOLIM *et alii*, 39). Mais recentemente, ROLIM *et alii* (28) verificaram que oxicarboxin proporcionou produção diferente da testemunha.

## 5. CONCLUSÕES

Em casa-de-vegetação todos os fungicidas nas dosagens estudadas: oxicarboxin, triforine, tiofanato metílico + tiram, triadimefon, bitertanol, clorotalonil e mancozeb apresentaram capacidade protetora quando aplicados até 15 dias antes da inoculação de *U.phaseoli* var. *typica*. Entretanto, oxicarboxin e triforine apresentaram uma redução em sua capacidade protetora após 10 dias da aplicação. Oxicarboxin e triforine mostraram efeito curativo quando aplicados até seis dias após a inoculação de *U.phaseoli* var. *typica*; bitertanol e triadimefon, três dias após.

No campo, os fungicidas mais eficientes no controle de ferrugem do feijoeiro foram: oxicarboxin, bitertanol e triforine, os quais reduziram significativamente a quantidade de doença, proporcionando aumento na produção de 66,1; 63,6 e 54,1%, respectivamente, em relação à testemunha. O controle intermediário foi proporcionado pelos fungicidas clorotalonil, tiofanato metílico com ou sem mistura de tiram, triadimefon e mancozeb, os quais também reduziram a quantidade de doença, sendo que somente clorotalonil apresentou um aumento apreciável na produção (50,3%). Já os fungicidas dithianon, oxicloreto de cobre e benomil apresentaram baixa eficiência no controle da doença.

## 6. RESUMO

Os estudos de casa-de-vegetação mostraram que os fungicidas, dosagem do produto ativo em ppm clorotalonil (1125), mancozeb (1200), bitertanol (125), tiofanato metílico mais tiram (400), triadimefon (125), triforine (100) e oxicarboxin (375), apresentaram capacidade protetora quando aplicados até 15 dias antes da inoculação de *U.phaseoli* var. *typica*. Oxicarboxin e triforine apresentam ação curativa quando são aplicados até seis dias após a inoculação, enquanto bitertanol e triadimefon quando aplicados até 3 dias após. Os resultados dos ensaios de campo mostraram que os fungicidas mais eficientes no controle da ferrugem do feijoeiro foram: oxicarboxin (0,5 kg/ha do p.c.), bitertanol (0,5 kg/ha do p.c.) e triforine (0,5 l/ha do p.c.).

## 7. SUMMARY

Under greenhouse conditions the fungicides in ppm of the a.i., clorotalonil (1125), mancozeb (1200), bitertanol (125), tiofanato metilico plus tiram (400), triadimefon (125), triforine (100) and oxicarboxin (375) proved to be good protective fungicides sprayed till fifteen days before inoculation of uredospores of *Uromyces phaseoli* var. *typica*. Oxicarboxin and triforine showed curative effect sprayed till six days, and bitertanol and triadimefon till three days after inoculation, respectively. Under field conditions the best results was obtained with oxicarboxin (0,5 kg/ha), bitertanol (0,5 kg/ha) and triforine (0,5 l/ha).

## 8. LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, A.M.R.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L.; OLIVEIRA, L. M. Efeito terapêutico e preventivo de produtos sistêmicos sobre a ferrugem do feijoeiro *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. em casa-de-vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, 2(1):43-53, 1977.
2. BALDWIN, R.E. Control of snapbean rust with systemic and non-systemic fungicides. Twenty-seventh Annual Meeting of the Potomac Division of the American Phytopathological Society-Abstract. In: *Phytopathology*, 60(6):1013-1019, 1960.
3. BARRUETO-CID, L.P. Detecção dos fungicidas tiofanato metilico, benomil e triadimefon em extratos de folhas de seringueira. *Pesq. Agrop. Brasileira*, 15(4):441-446, 1980.
4. BAZHANOVA, N.V.; AVETISYAN, K.V. & PAPOYAN, F.A. The dynamics of detoxication of bayleton in the soil and in different organs of tomato and cucumber. *Biologicheskiy zhurnal Armenii*, 31(10):1047-1051, 1978. In: *Rev. Plant. Path.*, 58(4231); 1979.
5. BERGER, R.D. Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology*, 71(7):716-719, 1981.
6. BHAKIYAVATSALAM, G. & TRIPATHI, R.K. Persistense and degradation of carboxin and oxicarboxin in pearl millet. *Indian Phytopathology*, 34(4):449-451, 1981.
7. BISIACH, M. Evaluation of the translocatory action of DMSD on Zineb Pinto bean plants. *Rev. Patol. neg., Pavía Ser IV*, 6(4):231-246, 1970. In: *Rev. Pl. Path.*, 50:2580, 1971 (Abstract).
8. BRANDES, W.; KASPERS, H.; KRAMER, W. Baycor, a new foliar-applied fungicide of the biphenyloxy triazol methane group. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 52:1-16, 1979.
9. CARRIJO, I.V.; CHAVES, G.M. & SEDIYAMA, C.S. Análise da resistência de vinte e cinco cultivares de feijão comum a *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. *Fitopatologia Brasileira*, 4(2):265-278, 1979.

10. CASARINI, B. Experiments on the control of Bean rust (*Uromyces appendiculatus*) Pers. LK. *Ann. Sper. Ag.*, 8(4): 1173-1180, 1955. In: *Rev. Apl. Mycol.*, 35(146), 1956 (Abstract).
11. DONGO, D.S. Control químico de la roya (*Uromyces phaseoli typica*) del frijol. *Investigaciones Agropecuarias*, 2(1):23-27, 1971. In: *Rev. Pl. Path.*, 52(2418), 1973 (Abstract).
12. FRENHANI, A.A.; BULISANI, E.A.; ISSA, E. & SILVEIRA, S.G. P. da. Controle da ferrugem (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com fungicida. *O Biológico*, 37(2):25-30, 1971.
13. GROTH, J.V. & URS, R.R. Differences among bean cultivars in Receptivity *Uromyces phaseoli* var. *typica*. *Phytopathology*, 72(4):374-378, 1982.
14. HILTH, J.W. & MULLINS, C.A. Chemical control of snap bean rust. *Tennessee Farm and Home Science*, 93:4-5, 1975. In: *Resumos Analíticos sobre Frijol - CIAT*, 2:0563-7943, 1978 (Abstract).
15. HUDSON, J.G. & JAFFÈR, A.A. Effect of systemic fungicides on bean rust (*Uromyces appendiculatus* (Pers.)). *Misc. Rep. Trp. Pesto. Res. Inst.*, 726, 7 p., 1970. In: *Pl. Path.*, 50(2581), 1971 (Abstract).
16. IAMAMOTO, T.; CAPACCI, C.A.; SUZUKI, U. & OI, A. Controle da "ferrugem do feijão vagem" (*P. vulgaris*) ocasionada pelo fungo *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. *O Biológico*, 37(10):266-271, 1971.
17. ISSA, E. e ARRUDA, M.V. Contribuição para controle da ferrugem e da antracnose do feijoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*, 31(4):119-126, 1964.
18. JACKS, M. & BRIEN, R.M. Screening test with fungicides for control of bean rust (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger). *N. Z. J. Sci. Tech.*, Sect. A, 37(1):62-67, 1955. In: *Rev. Appl. Mycol.*, 35(263), 1956 (Abstract).
19. JUNQUEIRA, N.T.V. Controle químico da ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi* Sid.) da soja. U.F.V., Viçosa, 1982, 67 n. (Tese M.S.).
20. KANTSES, J.G. Snap bean rust. *Uromyces phaseoli typica*. *Fungicides and nematocides test*, Vol. 26, p.64, 1970.
21. MOHAN, R.; SUBRAMANIAN, G.L.; MARIMUTHY, J. Control of rust disease of greengram MACCO - Agricultural Digest. *Research Bulletin*, 5(6):14, 1980. In: *Rev. Path.*, 60:2900, 1981 (Abstract).
22. NEELY, D. Persistence of foliar protective fungicides. *Phytopathology*, 60(11):1583-1586, 1970.

23. OKIOGA, D.M.; JAFFER, A.A. Studies on the efficacy of various systemic fungicides against bean rust (*Uromyces appendiculatus* (Pers.)). *Miscellaneous Report Tropical Pesticides Research Institute Arusha*, Janzanie N.º 805, 1972. In: *Rev.Pl.Path.*, 52(2783), 1973 (Abstract).
24. OXENHAM, B.L. Bean rust control. *Qd.Agric.J.*, 82(6):319-320, 1956. In: *Rev.App.Mycol.*, 36(159), 1957 (Abstract).
25. PINZON, R.C. Evaluacion del fungicida Baycor en el control de *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. em frijol. *Fitopatologia Colombiana*, 7(2):114-117, 1978. In: *Rev.Pl.Path.*, 59 (6006), 1980 (Abstract).
26. PRING, R.J. & RICHMOND, D.V. An ultrastructural study of the effect of oxycarboxin on *Uromyces phaseoli* infecting leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Physiological Plant Pathology*, 8:155-162, 1976.
27. RIVERO, J.M. del. Ensayos contra la roya de la judia. (*Uromyces phaseoli*) mediante el empleo de fungicidas. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 9(2):258-261, 1969. In: *Resumos Analíticos sobre Frijol - CIAT*, 3:424-1104, 1979 (Abstract).
28. ROLIM, P.R.P.; NETO, F.B.; ROSTON, A.J.; OLIVEIRA, D. A. Controle químico das doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Ferrugem (*Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint. var. *typica* Arth.). *O Biológico*, 47(7):201-205, 1981.
29. ROMEIRO, R.S. & CHAVES, G.M. Germinação e poder infectivo dos uredosporos de *Hemileia vastatrix* Berk. er Br. mantidos sobre diferentes produções vegetais e o suscetível. *Experientiae*, 17(10):241-264, 1974.
30. ROUCHAUD, J.P.; DECALLONE, J.R. & MEYER, J.A. Metabolism of the fungicide triforine in barley plants. *Pesticides Science*, 8(1):65-70. In: *Rev.Plant Path.*, 56(4344), 1977 (Abstract).
31. SHANER, G. & FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology*, 67(8):1051-1056, 1977.
32. SO, V. Control of bean rust (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger). *Agricultural Science Hong Kong*, 1(516):265-271. In: *Rev.Pl.Path.*, 53(3678), 1974 (Abstract).
33. TERVET, I.W.; RAWSON, A.J.; CHARRY, E. & SAXON, R.B. Method for the collection of microscopic particles. *Phytopathology*, 41(3):282-285, 1951.
34. VAUGHAN, E.K.; SIMER, S.R. Systemic chemical therapeutans control the bean rust. *Phytopathology*, 57(2):103, 1967 (Abstract).
35. VON SCHMELING, B. & KUKA, M. Systemic fungicidal activity of 1-4 oxathiin derivatives. *Science*, 152(3722):659-660, 1966.

36. YOSHII, K.; GRANADA, G.A. Control químico de la roya del frijol en el Val del Cauca. *Fitopatologia*, 11(2):66-71, 1976. In: *Rev.Pl.Path.*, 56(1813), 1977.
37. YOSHII, K. Efecto terapéutico de fungicidas, para el control de la roya del frijol. *Fitopatologia*, 12(2):99-100, 1977. In: *Rev.P.Path.*, 57(2703), 1978. (Abstract).
38. WIMALAJEewa, D.L.S.; THAVAN, P. Fungicidal control of bean rust disease. *Tropical Agriculturist*, 129(1/2):61-66, 1973. In: *Rev.Pl.Path.*, 53(4184), 1974. (Abstract).
39. ZAMBOLIM, L.; PAIVA, F.A.; CHAVES, G.M. & OLIVEIRA, L.M. Efeito de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do feijoeiro na variedade "Rouxão". *Ciência Cultura*, 27 (Supl.):626-627, 1975 (Abstract).
40. ZAMBOLIM, L. & CHAVES, G.M. Efeito das baixas temperaturas e do binômio temperatura-umidade relativa sobre a viabilidade dos uredosporos de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. e *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. *Experientiae*, 17(7):151-184, 1974.