

## MODELO DE PREVISÃO DA FERRUGEM (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)

GARÇON, Clévio Lindolfo Pereira (DFP/UFV); ZAMBOLIM, Laércio (DFP/UFV) [zambolim@mail.ufv.br](mailto:zambolim@mail.ufv.br);  
VALE, Francisco Xavier Ribeiro do (DFP/UFV); MIZUBUTI, Eduardo Seiti Gomide (DFP/UFV); ALTMANN,  
Thomas (ZENECA BRASIL); PAIVA, Sérgio Bueno (ZENECA BRASIL).

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi desenvolver e testar um modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro o qual utiliza as variáveis climáticas molhamento foliar e temperatura média durante o período de molhamento, associadas a fisiologia da planta e a intensidade da doença como subsídios para avisar o momento mais propício para se realizar pulverizações com fungicidas sistêmicos, no caso o hexaconazole, para o controle da ferrugem. Para tal foram escolhidas duas lavouras de café do cultivar Catuaí vermelho com seis anos de idade, uma com alta carga pendente de frutos, localizado no município de Coimbra na região da Zona da Mata de Minas Gerais, com 680 m de altitude, e a outra com carga média de frutos, localizada no município de Carmo do Paranaíba, na região do Alto Paranaíba do Estado de Minas Gerais, com 850 m de altitude, em novembro de 1999. O experimento contrastou recomendações do controle da ferrugem do cafeeiro baseadas no calendário convencional de pulverizações, com recomendações determinadas pela incidência de folhas doentes, e recomendações ditadas pelo modelo de previsão da doença testado. O modelo de previsão desenvolvido e testado constou do cálculo do valor de severidade da ferrugem baseado na temperatura e molhamento foliar favoráveis ou não à ferrugem, gerando uma matrix, semelhante ao que foi feito por Wallin (1962). Os valores de severidade obtidos diariamente foram computados e testados no campo visando determinar qual deles proporcionasse controle eficiente da doença. O modelo também foi associado a incidência inicial da doença na cultura e da carga pendente dos frutos nas plantas. Na lavoura com alta carga pendente de frutos o melhor resultado do modelo foi o tratamento que recomendou pulverizações quando o valor de severidade de doença (VSD) atingia 30 VSD's, o qual determinou duas pulverizações, uma dia 05-02-00 e a segunda dia 29-03-00, proporcionando controle semelhante ao calendário de aplicações de fungicida. Já para a lavoura com média carga pendente de frutos, o modelo recomendou apenas uma única pulverização com hexaconazole para todos os tratamentos, sendo que a incidência final de folhas doentes por ocasião da colheita não atingiu o nível de dano ao cafeeiro, e também não diferiram dos tratamentos baseados no calendário, que recomendou duas pulverizações com fungicida sistêmico e quatro com fungicida de contato. Portanto, o modelo de previsão desenvolvido e testado no trabalho mostrou-se tão eficiente quanto o calendário para o controle da ferrugem do cafeeiro, porém utilizando um menor número de pulverizações em pelo menos em um dos locais avaliados (Carmo do Paranaíba).

**ABSTRACT:** The purpose of this research was to develop and test a forecast model for coffee leaf rust based on climatic variables, leaf wetness, temperature during leaf wetness period, plant physiology and disease intensity. Two coffee growing areas were chosen both in the state of Minas Gerais, Coimbra in the Zona da Mata at 680 m of altitude, and Carmo do Paranaíba in the Alto Paranaíba at 850 m of altitude. Both coffee growing areas of six years old were selected in november of 1999. The experiment contrasted the usual recommendation to control coffee leaf rust based on the calendar with recommendation based on the disease incidence and recommendation based on the forecast model of the disease. The forecast model developed and tested was based on the calculus of the disease severity value taking into consideration temperature and leaf wetness period favorable or not to the disease, from which a matrix was developed similar to the matrix of Wallin (1962). The DSV obtained daily was taken and tested in the field, in order to determine which one would give efficient control of the disease. The forecast model associated the initial disease incidence and expectation of coffee berry yield of the plants. In Coimbra, on coffee plantation with expectation of high berry yield on the plant, the treatment based on the disease severity value (DSV) of 29 to 31 was similar to the calendar treatment (two sprays of systemic fungicides). In Carmo do Paranaíba, on coffee plantation with expectation of medium berry yield on the plant, the forecast model recommended one application of systemic fungicide. The treatment based on the calendar recommended two applications for the systemic and four application of the protective fungicide. In conclusion the forecast model developed proved to be efficient on the control of coffee leaf rust fungus. In Carmo do Paranaíba, the forecast model reduced at least one fungicide application.

**PALAVRAS CHAVES:** Modelo de Previsão; Controle Químico; *Hemileia vastatrix*; Fungicida

## INTRODUÇÃO

A agricultura moderna vem sofrendo inúmeras transformações e o uso racional de defensivos agrícolas é um dos seus principais objetivos. A ferrugem do cafeeiro causa prejuízos de cerca de 35 a 40 % de redução na produção de café. Em anos de baixa intensidade pluviométrica e alta carga pendente de frutos nas plantas, as perdas podem chegar a 50 %. O problema vem se agravando tendo em vista as constantes mudanças no clima das diferentes regiões onde o cafeeiro é cultivado, além da ampla gama de altitude onde a cultura é explorada, variando desde 500 m até 1400 m de altitude. Entretanto o controle da doença ainda é feito pela aplicação de fungicidas, sendo quatro aplicações de fungicida cúprico e duas a três de fungicidas sistêmicos por ano agrícola. Portanto, o controle químico da ferrugem é feito adotando-se calendário de aplicação. Mas em determinados anos e em determinadas regiões, o pico da ferrugem tem se deslocado, variando de maio até setembro/outubro. Desta forma a adoção do calendário de aplicação não mais atende os requisitos de controle eficiente e racional da doença, sendo necessários portanto o estabelecimento de critérios científicos que pudessem dar suporte aos produtores visando o início e intervalo de aplicação de fungicidas, para que se possa obter controle racional e econômico da doença. A justificativa que originou este trabalho foi a inexistência de um modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro, que contemplasse as variáveis climáticas associadas a fisiologia da planta e a intensidade de doença no campo, em lavouras de café semi-adensadas, o qual fosse capaz de determinar o início da aplicação de fungicidas sistêmicos, bem como o intervalo entre as aplicações, visando o controle racional e econômico da ferrugem do cafeeiro

## MATERIAL E MÉTODO

Para a condução do experimento foram escolhidas duas lavouras do cultivar Catuaí Vermelho, uma com alta carga pendente de frutos, localizada no Sítio Boa Vista no município de Coimbra na zona da Mata Mineira, a 680 m de altitude e a outra com média carga pendente, localizada no município de Carmo do Paranaíba na região do Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais a 850 m de altitude. As variáveis climáticas usadas no modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro foram molhamento foliar diário e temperatura média durante o período de molhamento foliar, obtidas por meio de termohidro-humectógrafos, cujas folhas de respostas foram coletadas semanalmente. Com os dados diários destas variáveis climáticas calcularam-se os Valores de Severidade de Doença (VSD), construindo-se uma matrix dos VSD's, semelhante a idealizada por Wallin (1962). O delineamento experimental foi blocos ao acaso com de 10 tratamentos e 4 repetições, tendo cada parcela 10 plantas úteis e duas plantas como bordadura. O tratamento 2- correspondendo a quatro aplicações de oxicloreto de cobre 50 %, 3,0 kg/ha de dezembro a março, foi um dos tratamentos padrão do experimento de fungicida protetor, e os tratamentos 3, 4 e 5 epoxiconazole 0,6 e 0,4 L/ha, tetraconazole 0,5 L/ha e hexaconazole 0,5 L/ha aplicados em janeiro e março, respectivamente, foram os dois tratamentos padrão para fungicidas sistêmicos. Os tratamentos 6 e 7 foram incluídos com o objetivo de comparar o modelo de previsão proposto neste trabalho com a recomendação de aplicação dos fungicidas sistêmicos baseados na incidência da ferrugem. As avaliações do experimento foram feitas mensalmente, por meio de amostras destrutivas de folhas, sendo coletadas 10 folhas ao acaso, nas posições dos pontos cardeais, por planta, no terceiro ou quarto par de folhas completamente desenvolvidas, na altura do terço inferior das plantas, determinando a incidência mensal (porcentagem de folhas doentes com uredosporos) por parcela.

### Descrição dos tratamentos:

- Testemunha: sem pulverização.
- Oxicloreto de cobre (Garant) 3,0 kg/ha em Dez/99, Jan/00, Fev/00 e Mar/00 : 4 pulverizações;
- Epoxiconazole (Opus): 0,6 L/ha em Jan/00 e 0,4 L/ha em Mar: 2 pulverizações;
- Tetraconazole (Domark): 0,5 L/ha em Jan/00 e Mar/00: 2 pulverizações;
- Hexaconazole (Anvil): 0,5 L/ha em Jan/00 e Mar/00: 2 pulverizações;
- Epoxiconazole (Opus): pulverizar quando atingir o índice de 10% de incidência;
- Hexaconazole (Anvil): pulverizar quando atingir o índice de 10% de incidência;
- Hexaconazole (Anvil): pulverizar quando atingir VSD 29, 30 ou 31;
- Hexaconazole (Anvil): pulverizar quando atingir VSD 34, 35 ou 36;
- Hexaconazole (Anvil): pulverizar quando atingir VSD 39, 40 ou 41;
- Hexaconazole (Anvil): pulverizar quando atingir VSD 44, 45 ou 46.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente é relevante salientar as datas em que as pulverizações foram feitas, para que se possa melhor entender os resultados. Na lavoura localizada em Coimbra – MG, as datas foram: - Tratamento 2: 15/12/99, 15/01/00, 15/02/00 e 15/03/00; Tratamentos 3, 4 e 5: 15/01/00 e 15/03/00; Tratamentos 6 e 7: 15/02/00 e 15/04/00; Tratamento 8: 05/02/00 e 29/03/00; Tratamento 9: 29/02/00 e 05/05/00; Tratamento 10: 07/03/00 e Tratamento 11: 16/03/00. Já, para a lavoura localizada em Carmo do Paranaíba – MG, as datas foram as seguintes: - Tratamento 2: 20/12/99, 20/01/00, 20/02/00 e 20/03/00; Tratamentos 3, 4 e 5: 20/01/00 e 20/03/00; Tratamento 6

e 7: 20/04/00; Tratamento 8: 23/01/00; Tratamento 9: 31/01/00; Tratamentos 10 e 11: 12/02/00. Os tratamentos com hexaconazole baseados no modelo de previsão com VSD variando de 29 a 31, preconizou duas aplicações e o pico da ferrugem chegou a menos de 10 % na colheita; com valores de VSD superior a 30 (34, 39 ou 44) a incidência da ferrugem no pico na época da colheita, chegou a valores próximos a 20 %, sendo considerado aceitável. No caso da lavoura de Carmo do Paranaíba – MG, a qual apresentou uma média carga pendente de frutos, o modelo de previsão recomendou apenas uma única pulverização, enquanto o calendário preconizou duas aplicações. Com a incidência (porcentagem de folhas doentes) foi traçada a curva de progresso da ferrugem do cafeeiro para as duas localidades, representadas nas Figuras 1 e 2.

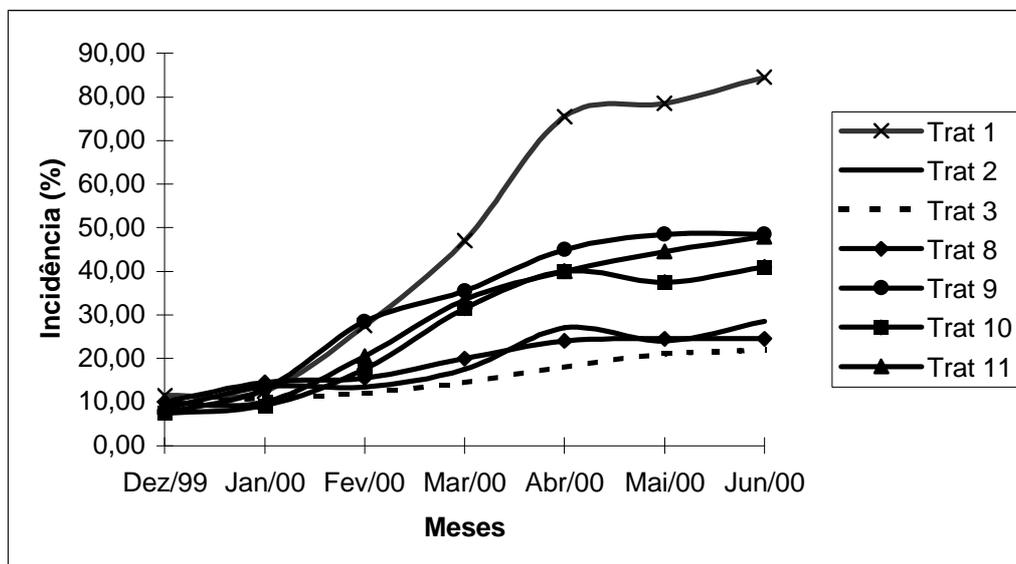


FIGURA 1: Curva de Progresso da Ferrugem do Cafeeiro em Coimbra – MG.

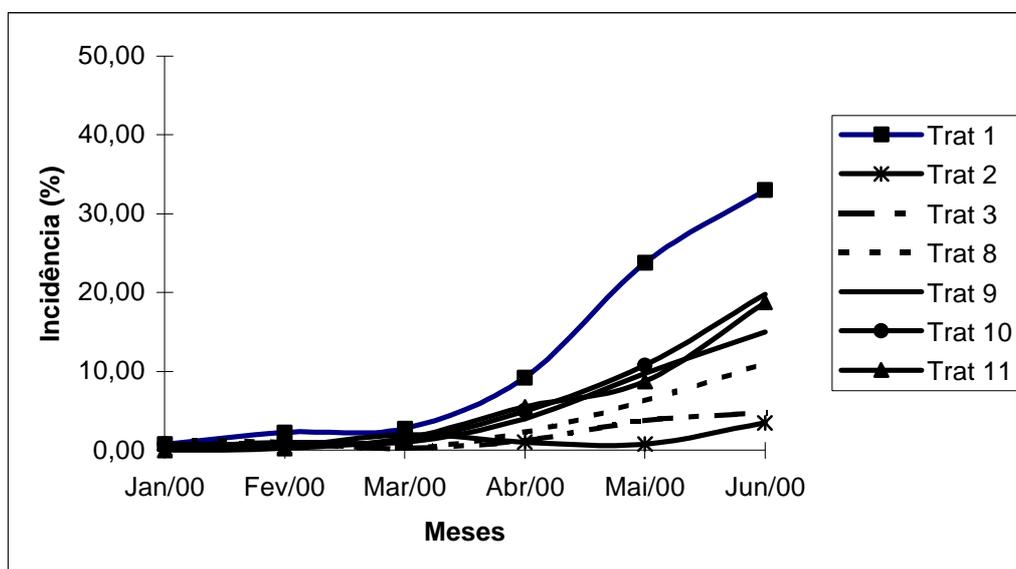


FIGURA 2: Curva de Progresso da Ferrugem do Cafeeiro em Carmo do Paranaíba – MG.

Com base nas curvas de progresso da doença para cada uma das parcelas dos 11 tratamentos, calculou-se a Área Abaixo da curva de Progresso da Doença (AACPD), para as duas localidades, as quais estão nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), com base na Incidência da *Hemileia vastatrix* para o município de Coimbra – MG.

TRAT/BLOCO	I	II	III	IV	Média
1	7337,00	10099,00	9231,00	8563,00	8807,50
2	2363,50	2579,50	4667,00	4300,00	3477,50
3	2087,50	4028,00	2607,50	2532,00	2813,75
4	4296,00	4418,00	4571,00	3385,00	4167,50
5	2668,50	3025,00	3506,00	2896,00	3023,88
6	2680,00	3319,00	3473,00	2864,00	3084,00
7	3927,00	4331,00	3203,00	5544,00	4251,25
8	4125,50	4847,00	3981,50	1160,00	3528,50
9	5435,50	6084,00	5952,50	6699,00	6042,75
10	5699,00	3803,00	4898,00	5089,00	4872,25
11	6240,00	5308,00	5677,50	4384,00	5402,38

TABELA 2: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), com base na Incidência da *Hemileia vastatrix* para o município de Carmo do Paranaíba – MG.

TRAT/BLOCO	I	II	III	IV	Média
1	1348,00	1717,50	2415,50	1237,50	1679,63
2	199,00	242,50	212,50	92,00	186,50
3	122,50	183,50	368,00	397,00	267,75
4	335,00	730,00	471,50	504,50	510,25
5	459,00	413,00	458,00	275,00	401,25
6	2776,00	914,00	2595,50	1361,00	1911,63
7	1713,50	2094,00	1921,00	1955,00	1920,88
8	245,50	552,00	614,00	535,00	486,63
9	735,50	1054,50	353,50	719,50	715,75
10	842,50	812,50	1027,00	750,50	858,13
11	369,00	1010,50	780,50	951,00	777,75

Com os dados da Tabela 1, realizou-se o teste de F, que se encontra na Tabela 3.

TABELA 3: ANOVA da AACPD baseada na incidência da ferrugem em Coimbra – MG.

Fonte de Var.	G. L.	S Q	QM	F	Signif.
Tratamento	10	0,1243064E+09	0,1243064E+08	14,749	0,00000
Repetição	3	1994403	664801,1	0,789	*****
Resíduo	30	0,2528369E+08	842789,6		

Coefficiente de Variação = 20,413

Como o teste de F foi altamente significativo ao nível de 5% de probabilidade, realizou-se o teste Scott-Knott para discriminar os tratamentos no município de Coimbra, o qual se encontra na Tabela 4.

TABELA 4: Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de Probabilidade com a AACPD para Coimbra – MG.

Trat.	1	9	11	10	7	4	8	2	6	5	3
Médias	8807,5	6042,8	5402,4	4872,3	4251,3	4167,5	3528,5	3477,5	3048,0	3023,9	2813,8
Comp.	A	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D

Os melhores tratamentos foram 3, 5, 6, 2 e 8, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, o que mostra a necessidade de 2 pulverizações para o controle satisfatório da doença em lavouras com alta carga pendente de frutos. O modelo de previsão adotando-se VSD's igual a 30 também preconizou 2 aplicações de fungicida sistêmico, o hexaconazole. Com os dados da Tabela 2, realizou-se o teste de F, que se encontra na Tabela 5.

TABELA 5: ANOVA da AACPD baseada na incidência da ferrugem em Carmo do Paranaíba – MG.

Fonte de Var.	G. L.	S Q	QM	F	Signif.
Tratamento	10	0,1680527E+08	1680527	12,883	0,00000
Repetição	3	314398,1	104799,4	0,803	*****
Resíduo	30	3913492	130449,7		

Coeficiente de Variação = 20,413

Como o teste de F foi altamente significativo ao nível de 5% de probabilidade, realizou-se o teste Scott-Knott para discriminar os tratamentos no município de Carmo do Paranaíba, o qual se encontra na Tabela 6.

TABELA 6: Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de Probabilidade com a AACPD para Carmo do Paranaíba – MG.

Trat.	7	6	1	10	11	9	4	8	5	3	2
Médias	1920,9	1911,6	1679,6	858,1	777,8	715,8	510,3	486,6	401,3	267,8	186,5
Comp.	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B

Com exceção dos tratamentos 1, 6 e 7, os demais não diferiram significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; o que mostra um controle satisfatório com apenas uma pulverização no município de Carmo do Paranaíba, Minas Gerais, no ano de média carga pendente.

### CONCLUSÃO

O modelo de previsão da ferrugem do cafeeiro, proposto neste trabalho (conjugação de VSD de 20 a 31) e início da aplicação com incidência de 5%), mostrou que para anos de alta carga, na lavoura de Coimbra, foram necessárias duas pulverizações com um bom fungicida sistêmico, igualando-se a recomendação do calendário. Porém, para o ano de baixa carga pendente de frutos na lavoura em Carmo do Paranaíba, uma única aplicação na época correta, preconizada pelo modelo de previsão (VSD de 29 a 44), proporcionou controle tão satisfatório da doença como o calendário, o qual recomendou duas pulverizações.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, R.S. **Epidemiologia e controle Químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 140p. Dissertação. (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- BECKER, S. **La propagacion de la roya del cafeto**. Eschborn, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Ltda.. (GTZ), 1979. 70p.
- KUSHLAPPA, A. C. & CHAVES, G. M. **An analysis of the development of coffee rust in the field**. Fitopatologia Brasileira, 5 (1): 95-103, 1980.
- RAYNER, R. W. **Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)**. Ann. Appl. Biol. 49: 493-505, 1961.
- VAN DER PLANK, J. E. **Plant Disease: Epidemics and control**. New York, Academic Press, 1963. 349p.
- ZADOKS, J. C. & SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York, Osford University Press, 1979. 427p.
- ZAMBOLIM, L., VALE, F. X. R., PEREIRA, A. A., GERALDO, M. C. **CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**, Controle de Doenças Causadas por Fungos, Bactérias e Vírus. In: **CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS**. VALE, F. X. R. & ZAMBOLIM, L. (Eds.), V<sub>1</sub>, pág. 83-180, 1997.

## **AVISO**

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS  
SEGUINTE ENDEREÇOS:

### **FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES**

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV  
Viçosa - MG  
Cep: 36571-000  
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485  
Fax : (31) 3891-3911

### **EMBRAPA CAFÉ**

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)  
Edifício Sede da Embrapa - sala 321  
Brasília - DF  
Cep: 70770-901  
Tel: (61) 448-4378  
Fax: (61) 448-4425