

REVISTA GEAMA Ciências Ambientais

Risco climático para ocorrência da ferrugem no cafeeiro

Jéfferson de Oliveira Costa^{(1)*}, Bárbara Ludwig Navarro⁽²⁾, Jérssica Nogueira Soares⁽³⁾

⁽¹⁾ Mestrando no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Esalq/USP, Piracicaba-SP, Brasil.

⁽²⁾ Engenheira agrônoma, mestranda no Departamento de Fitopatologia da Esalq/USP, Piracicaba-SP, Brasil.

⁽³⁾ Engenheira agrônoma, mestranda no Departamento de Fitotecnia da Esalq/USP, Piracicaba-SP, Brasil

* Autor correspondente. E-mail: jeffersontaio@hotmail.com

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e ocupa posição de destaque também no consumo. No nosso país, o cafeeiro é cultivado nas mais diversas condições com uma intensidade de doenças variando de uma região para outra, sendo que a principal patologia do café (*Coffea spp.*) é a ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Neste trabalho objetivou-se calcular o risco climático de ocorrência dessa doença utilizando o valor de severidade como critério na tomada de decisão para aplicação de fungicida sistêmico ou de contato para carga alta e média/baixa de frutos. Conclui-se que o risco climático para ocorrência da ferrugem do cafeeiro na região de Piracicaba – SP é alto em praticamente todas as situações testadas.

Palavras-chave: cafezais, controle preventivo e doenças.

ABSTRACT

Climate risk for occurrence of rust on the coffee plant

The Brazil is the largest producer and exporter of coffee in the world and occupies a prominent position also in consumption. In our country, the coffee is grown in various conditions with an intensity of diseases varying from one region to another, and the main pathology of coffee (Coffea spp.) is the rust (Hemileia vastatrix). This work aimed to calculate the climate risk of occurrence of the disease using the severity value as a criterion in decision making for systemic fungicide application or contact for high and medium/low load of fruits. It is concluded that the climate risk for occurrence of the rust of the coffee plant in the region of Piracicaba-SP is high in practically all situations tested.

Keywords: Coffee plantations, preventive control and diseases.

INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro ocupa uma posição de destaque no mercado brasileiro e internacional, o que contribui positivamente sobre o lado social para a manutenção substancial do emprego rural e comunidades estáveis, além de melhorar o nível de vida dos produtores de café, especialmente os pequenos proprietários (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION-ICO, 2016).

No Brasil, as duas espécies cultivadas são *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre, as quais correspondem a 73% e 27% da produção, respectivamente. Os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Bahia são responsáveis por 92,1% da produção nacional (AGRIANUAL, 2016).

No Brasil, o cafeeiro é cultivado nas mais diversas condições de clima, solo, altitude e topografia. Além disso, as lavouras de café vêm, ao longo dos tempos, sofrendo transformações quanto ao espaçamento e densidade de plantas, condições de condução da lavoura, adubação e produtividade. Dessa forma, a intensidade das doenças e pragas pode variar de uma região para outra e até mesmo de uma exposição de plantio para outra (MATIELO et al., 2005).

A ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, é a doença mais importante da cultura do cafeeiro, pois é encontrada em todas as lavouras de café cultivadas no Brasil (ZAMBOLIM; VALE, 2005).

Estudos mostram que os fatores, como luminosidade, temperatura, concentração de inóculo e propriedade do solo, bem como a interação entre eles é determinante sobre o processo de instalação e evolução da doença (NUTMAN; ROBERTS e CLARKE, 1963).

O controle da ferrugem necessita de pesquisas que oferecem ao produtor e técnicos informações que dão um suporte para um melhor e eficaz controle de tal patogenicidade, o que pode ser realizado por modelos de predição ou alerta. Sendo que esses modelos podem antecipar a informação de quando a doença atingirá um nível crítico (HARDWICK, 2006); de forma a evitar assim,

aplicações desnecessárias de defensivos agrícolas, o que permite um menor gasto com a compra de defensivos e mão de obra desnecessária.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o risco climático de ocorrência da ferrugem no cultivo do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foram utilizados dados de 15 em 15 min da Estação Meteorológica automática da Escola Superior Luiz de Queiroz-ESALQ, entre os anos de 1997 a 2014 de forma a obter um total de 18 anos.

Para estabelecer o risco climático da cultura do café foi utilizado o modelo de predição de doença confeccionado por Garçon et al. (2004), onde os autores relacionam a ocorrência da ferrugem do cafeeiro com o molhamento foliar e a temperatura do ar.

O risco de ocorrência de ferrugem relaciona-se com a temperatura do ar e com o molhamento foliar por que estas variáveis contribuem para o desenvolvimento e para a germinação do patógeno, respectivamente.

O número de pulverizações foi calculado por meio do estabelecimento de notas de risco. Depois disso, o risco climático foi calculado tanto para lavouras com alta como baixas produções e com produtos de diferentes modos de ação (sistêmico e contato).

A definição das notas levou em consideração o molhamento foliar e a temperatura do ar por essas variáveis serem fatores determinantes na germinação dos esporos. A germinação dos uredósporos só ocorre na presença de água livre e temperaturas favoráveis. O número de horas do molhamento foliar foi estabelecido em um período de 24 h, sendo que é contabilizado de 12 h de um dia até as 12 h do dia seguinte, o que confere o dia epidemiológico da ferrugem do cafeeiro.

Estabelecida à relação molhamento foliar e temperatura do ar, foram atribuídas de severidade da ferrugem variando de 0 a 4, conforme a Tabela 1, proveniente do trabalho de Garçon et al. (2004). A nota 0 corresponde a severidade nula e a nota 4 corresponde aos níveis máximos de severidade.

Tabela 1 – Matriz para cálculo dos valores de severidade da ferrugem (VSF) do cafeeiro (*Coffea arabica*), com base no período de molhamento foliar e na temperatura média do ar no período do molhamento.

Molhamento foliar (h/dia)	Temperatura (°C)						
	<16	16-18	19-20	21-24	25-26	27-29	30
0	0*	0	0	0	0	0	0
0<h<=8	0	0	1	2	1	0	0
8<h<=17	0	1	2	3	2	1	0
17<h<=24	0	2	3	4	3	2	0
h=24	0	0	1	2	1	0	0

*Valor de severidade da ferrugem (VSF) diário Obs.: Se dentro de 30 dias não houver acumulado mais de 5 VSF desconsiderar os VSF's acumulados até o momento.

Fonte: GARÇON, C.L.P. et al. (2004).

Com a atribuição das notas e os dados dos 18 anos calculou-se o número de pulverizações e o risco climático para a região de Piracicaba. Para o cálculo do número de pulverizações do produto de contato com alta produção de café realizou-se o somatório das notas até que fosse atingida uma soma de 29 e para baixa produção uma soma de 49, conferindo assim uma pulverização. O período de carência para os produtos de contato foi considerado como 30 dias, assim o risco foi calculado após 30 dias da última pulverização para o período entre dezembro e março, meses de maior ocorrência da doença. Para o produto sistêmico realizou-se o mesmo somatório, mas o período de carência foi considerado de 60 dias de uma pulverização para início do cálculo do risco da próxima pulverização.

O risco climático foi estabelecido por meio das variáveis meteorológicas e o número de pulverizações. Dessa forma, o risco climático foi calculado de acordo a Equação 1:

$$RC = \left(\frac{NPvsf}{NPcalendário} \right) * 100 \quad (1)$$

Em que:

RC – Risco climático, %;

NPvsf – Número de pulverizações com base no valor de severidade da ferrugem, un; e

NPcalendário – Número de pulverizações baseadas no calendário de fungicidas.

Por meio dos percentis foi definida a probabilidade de se atingir risco máximo de ocorrência da ferrugem do cafeeiro para a região de Piracicaba – SP utilizando os diferentes tipos de manejo da doença.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de pulverizações com base no valor de severidade de ferrugem (NPvsf), o número de pulverizações com base no calendário (NPcalendário), a porcentagem do risco climático para cada um dos anos (RC%), o risco climático médio (RCmédio) e o desvio padrão para o uso de fungicidas de contato tanto para carga alta como para carga média/baixa dos frutos está representado na Tabela 2. Os mesmos índices, mas para o uso de fungicidas sistêmicos está representado na Tabela 3.

Para o uso de fungicidas de contato observou-se que o número de pulverizações recomendadas pelo calendário foi de quatro, tanto para carga alta como média/baixa de frutos. Entretanto para uma carga alta de frutos o número de pulverizações, baseado na soma do VSF \geq 29 com início da soma após o período de carência de um mês da aplicação do fungicida, ficou entre duas a três pulverizações. O risco climático médio observado foi de 73,61% e o desvio padrão de 5,89.

Com relação ao uso de fungicidas de contato em carga média ou baixa de frutos o número de pulverizações baseado no VSF \geq 49 com início da soma após o período de carência de um mês o número de pulverizações também ficou entre duas e três. No entanto o risco climático médio foi um pouco mais baixo, 63,89% e o desvio padrão foi de 12,78.

Com relação ao uso de fungicidas sistêmico (Tabela 3) tanto para carga alta e média/baixa foi recomendado um número de duas pulverizações pelo calendário. Entretanto o número de pulverizações baseado na soma do VSF \geq 29 com início desta soma após o período de carência de dois meses da última aplicação do fungicida foi de duas pulverizações, o risco climático médio observado foi de 100%. Com relação ao uso de fungicidas sistêmicos em carga média ou baixa de frutos o número de pulverizações baseado no VSF \geq 49 com início da soma após o período de carência de dois meses o número de pulverizações também ficou entre uma ou duas. Já o risco climático foi alto, 94,44% e o desvio padrão foi de 16,17.

Tabela 2 – Valores de número de pulverizações devido à ocorrência de VSF acima de 29 ou 49 (NPvsf), número de pulverizações baseadas no calendário de fungicidas do tipo de contato (NPcalendário), risco climático (RC) para série de 18 anos, desvio padrão e risco climático médio (RCmédio) de ocorrência da ferrugem do cafeeiro em diferentes condições de carga de frutos na localidade de Piracicaba-SP.

Anos	Carga de frutos	Tipo de fungicida	NPvsf	NPcalendário	RC (%)	RCmédio (%)	Desvio padrão
1997			3	4	75	73,61	5,89
1998			3	4	75		
1999			3	4	75		
2000			3	4	75		
2001			3	4	75		
2002			3	4	75		
2003			3	4	75		
2004			2	4	50		
2005	Alta	Contato	3	4	75		
2006			3	4	75		
2007			3	4	75		
2008			3	4	75		
2009			3	4	75		
2010			3	4	75		
2011			3	4	75		
2012			3	4	75		
2013			3	4	75		
2014			3	4	75		
1997			2	4	50	63,89	12,78
1998			2	4	50		
1999			2	4	50		
2000			2	4	50		
2001			3	4	75		
2002			3	4	75		
2003			3	4	75		
2004			2	4	50		
2005	Média ou baixa	Contato	2	4	50		
2006			3	4	75		
2007			3	4	75		
2008			3	4	75		
2009			3	4	75		
2010			2	4	50		
2011			3	4	75		
2012			2	4	50		
2013			3	4	75		
2014			3	4	75		

Tabela 3 – Valores de número de pulverizações devido à ocorrência de VSF acima de 29 ou 49 (NPvsf), número de pulverizações baseadas no calendário de fungicidas do tipo sistêmico (NPcalendário), risco climático (RC) para série de 18 anos, desvio padrão e risco climático médio (RCmédio) de ocorrência da ferrugem do cafeeiro em diferentes condições de carga de frutos na localidade de Piracicaba-SP.

Anos	Carga de frutos	Tipo de fungicida	NPvsf	Npcalendário	RC (%)	RCmédio (%)	Desvio padrão
1997			2	2	100	100	0
1998			2	2	100		
1999			2	2	100		
2000			2	2	100		
2001			2	2	100		
2002			2	2	100		
2003			2	2	100		
2004			2	2	100		
2005	Alta	Sistêmico	2	2	100		
2006			2	2	100		
2007			2	2	100		
2008			2	2	100		
2009			2	2	100		
2010			2	2	100		
2011			2	2	100		
2012			2	2	100		
2013			2	2	100		
2014			2	2	100		
1997			1	2	50	94,44	16,17
1998			2	2	100		
1999			2	2	100		
2000			2	2	100		
2001			2	2	100		
2002			2	2	100		
2003			2	2	100		
2004			1	2	50		
2005	Média ou baixa	Sistêmico	2	2	100		
2006			2	2	100		
2007			2	2	100		
2008			2	2	100		
2009			2	2	100		
2010			2	2	100		
2011			2	2	100		
2012			2	2	100		
2013			2	2	100		
2014			2	2	100		

Além disso, observa-se que o regime médio de chuvas na região de Piracicaba é maior entre os meses de dezembro a março, período de maior ocorrência da doença (Figura 1). Outro fator importante é que a precipitação anual durante os 18 anos avaliados está entre 1000 e 1500 mm, com exceção ao ano de 2014 onde houve um acumulado de 900 mm de chuva (Figura 2).

Figura 1 – Precipitação mensal média para o período de 18 anos de séries históricas de Piracicaba-SP.

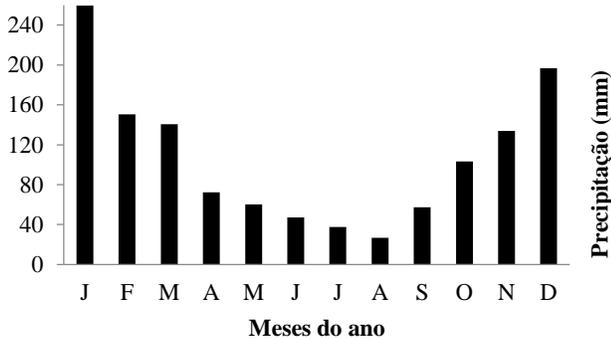
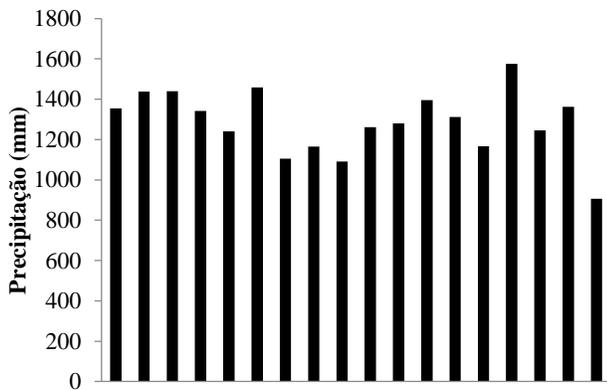


Figura 2 – Variação interanual (18 anos) do total anual de chuva em Piracicaba-SP.



Quanto a duração de período de molhamento (DPM), observa-se nas Figuras 3 e 4 que esta variável tem seu maior valor no mês de janeiro, considerando a média histórica de 18 anos (1997-2014).

No acumulado da DPM ao longo dessa mesma série histórica, os anos que apresentaram os maiores valores foram 2009 e 2013.

O estabelecimento de uma forte relação entre precipitação anual se torna mais complexa devido à baixa variação entre o número de pulverizações recomendados pelo critério do VSF e o número de pulverizações do

calendário. Entretanto, assim como recomendado pelo calendário (GARÇON et al, 2004), os meses entre dezembro e março são os meses de maior precipitação.

Figura 3 – Duração de período de molhamento mensal médio para o período de 18 anos de séries históricas de Piracicaba-SP.

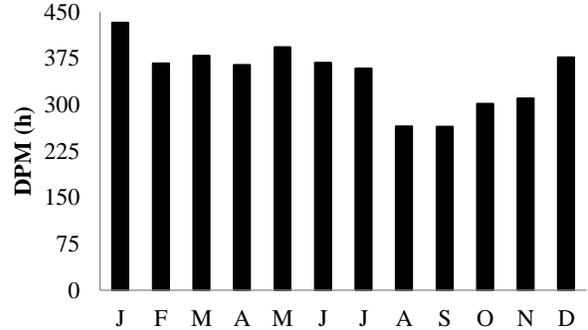
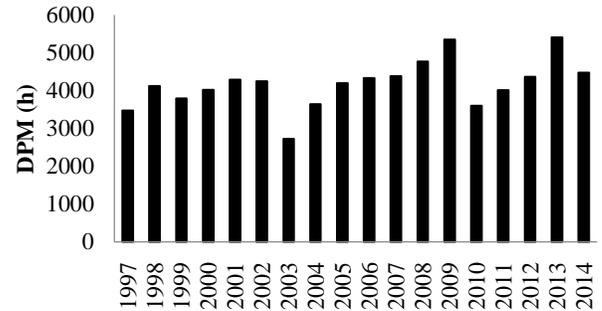


Figura 4 – Somatória da duração do período de molhamento anual para o período de 18 anos de séries históricas de Piracicaba-SP.



Uma probabilidade de 10% de risco climático de 85% de ocorrência da ferrugem do cafeeiro foi encontrada para carga média ou baixa de frutos utilizando-se fungicida sistêmico. Ao utilizar fungicida de contato para a mesma carga de frutos obteve-se uma probabilidade de 20% de ocorrência de risco climático de 50%. Com relação a uma carga alta de frutos, observa-se probabilidade máxima de ocorrência de risco climático de 100% para fungicidas sistêmicos e 75% de risco climático para fungicidas de contato (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores de risco climático para a ocorrência da ferrugem do cafeeiro (RC, %), em diferentes percentis, na localidade de Piracicaba-SP, para diferentes cargas de frutos e tipos de fungicidas.

Carga de frutos	Tipo de fungicida	Percentis			
		10%	20%	50%	100%
Alta	contato	75	75	75	75
Média ou baixa	contato	50	50	75	75
Alta	Sistêmico	100	100	100	100
Média ou baixa	Sistêmico	85	100	100	100

O cultivo de café na região de Piracicaba-SP apresentou um grande risco climático de ocorrência de ferrugem. Em 10% dos anos foi obtido um risco climático de 50% para o uso de fungicida contato em uma carga de frutos média ou baixa. Para carga alta para o mesmo fungicida contato o risco climático foi de 75%. Já para o fungicida sistêmico no percentil de 10% dos anos foi obtido um risco de 100% para carga alta e para carga média ou baixa um percentil de 85%. Para 20% dos anos, o risco climático para fungicidas sistêmicos em ambas as cargas de frutos foi de 100%. Para o fungicida contato uma carga alta de frutos observou-se um risco climático de 75% e para carga baixa um risco de 50%. Considerando um percentil de 50% observou-se um risco climático de 75% no uso do fungicida contato para ambas as cargas e de 100% para fungicidas sistêmicos para ambas as cargas de frutos.

CONCLUSÕES

A partir do estudo de risco climático para os últimos 18 anos na região de Piracicaba, observou-se que na maioria dos anos não houve diferença no número de pulverizações com base no VSFe no calendário para o uso de fungicida sistêmico tanto com carga alta com carga média ou baixa de frutos. Para o uso de fungicida contato, houve uma redução de uma a duas pulverizações. Assim, o risco climático calculado foi alto para praticamente todas as situações testadas.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2016.
- GARÇON, C. L. P.; ZAMBOLIM, L.; MIZUBUTI, E. S. G.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. Controle da ferrugem do caféiro com base no valor de severidade. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 486-549, 2004.
- HARDWICK, N. V. Disease forecasting. In: COOKE, B. M.; JONES, D. G.; KAYE, B. **The epidemiology of plant diseases**. 2. ed. Wageningen: Springer, 2006. p. 239-267.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Developing a sustainable coffee economy**. Disponível em: http://www.ico.org/sustaindev_e.asp. Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. A.; FERNANDES, D. R. **Cultura de Café no Brasil – Novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005. 434p.
- NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M.; CLARKE, R. T. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 1, p. 27-44, 1963.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Doenças do caféiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia – Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.