



ESTUDO ESPACIAL DA INCIDÊNCIA DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO EM DIFERENTES FACES DE EXPOSIÇÃO AO SOL.

Jorge Tadeu Fim Rosas¹, Afonso Vizula de Castro Júnior¹, Thiago Figueiredo Paulucio¹, Gabriel Do Carmo Azevedo¹, Antonio Da Mata Rezende Junior¹, Samuel de Assis Silva¹,

¹ Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/ Departamento de engenharia rural, Auto universitário, s/n-Guararema, Alegre-ES, 29500-000, Brasil, jorgetadeufimrosas@hotmail.com, afonsovizula@gmail.com, Thiago.Paulucio@hotmail.com, azegab@gmail.com, antoniodamatarezende@gmail.com, samuel.assilva@gmail.com.

Resumo O cafeeiro é uma das culturas mais importantes do mundo, com representativa produção na América, África e Ásia. Doenças e pragas constituem um dos fatores mais restritivos para o sucesso dos sistemas de produção agrícola. Dentre as doenças que atacam o café, a ferrugem é a mais prejudicial ao cafeeiro. A ferrugem é muito afetada por condições ambientais, os diferentes microclimas existentes nos sistemas de cultivo podem influenciar a doença, sendo assim objetivou-se com o trabalho avaliar a incidência da ferrugem em diferentes faces de exposição ao sol, cultivadas comercialmente a aproximadamente nove anos. Para estudar espacialmente a doença foi utilizado a geoestatística, a incidência se comportou de maneira contínua no espaço sendo possível realizar a krigagem indicativa e construir mapas temáticos a partir dos valores estimados. A face de exposição ao sol voltada a noroeste apresentou maior incidência da doença no período avaliado devido ao menor período de radiação incidindo diretamente, o que proporciona microclima com condições favoráveis ao patógeno.

Palavras-chave: Microclima, Epidemia, Krigagem indicativa.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica

Introdução

O cafeeiro é uma das culturas mais importantes do mundo, com representativa produção na América, África e Ásia (FAO, 2003). O Brasil destaca-se nesse cenário como o maior produtor e exportador mundial de café. Os Estados do Espírito Santo, Rondônia, Bahia, Pará, Acre e pequenas áreas de Minas Gerais e Rio de Janeiro totalizam 600 mil hectares de terras brasileiras destinadas à cultura do café Conilon/Robusta, em que se predomina o cultivo em pequenas propriedades com mão de obra familiar (MAPA, 2012). O Estado do Espírito Santo é o maior produtor de Conilon, com 9,071 milhões de sacas e uma produção média de 31,81 sacas por hectare (CONAB, 2014).

Doenças e pragas constituem um dos fatores mais restritivos para o sucesso dos sistemas de produção agrícola. No caso da cafeicultura, as doenças de parte aérea são as principais responsáveis por decréscimos significativos no rendimento da cultura, podendo causar quedas de produtividade superiores a 60% (GUZZO et al., 2001).

Dentre as doenças que atacam o café, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) é a mais prejudicial ao cafeeiro, disseminada por todas as regiões de cultivo, causando danos às lavouras tanto da espécie arábica, quando da espécie canephora (LICHSTON; GODOY, 2006). Segundo Zambolim e Vale (2000), a ferrugem causa a desfolha das plantas, resultando em menor vingamento da florada, menor vingamento dos chumbinhos e seca dos ramos plagiotrópicos comprometendo a produção. Em ataques severos promovem perdas de até 50% de produtividade.

O patógeno causador da ferrugem é muito afetado por condições ambientais, sendo que tanto a germinação do esporo quanto a infecção dependem de temperaturas e duração do período de molhamento condizentes à aquela requeridas pelo fungo (CAPUCHO et al., 2012). Dessa forma os diferentes microclimas encontrados nos sistemas de cultivos podem favorecer ou desfavorecer as epidemias de ferrugem do cafeeiro. Segundo Pezzopane et al. (2007) a caracterização de um microclima pode ser feita de acordo com a radiação solar que incide na copa das plantas cultivadas sendo assim diferentes faces de exposição ao sol, podem proporcionar diferentes microclimas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a incidência da ferrugem do cafeeiro em diferentes microclimas decorrentes de duas distintas faces de exposição ao sol.

Metodologia

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2016/2017 em duas lavouras cultivadas comercialmente a nove anos com plantas de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Frohner), variedade “EMCAPER 8151” - Robusta Capixaba, no espaçamento de 2,5 x 1,5, localizadas no município de Alegre, ES uma com face de exposição ao sol voltada a noroeste com Latitude 20°46'45.28"S e longitude 41°33'25.13"O e a outra com face de exposição ao sol voltada a norte com Latitude 20°46'45.86"S e longitude 41°33'21.02"O.

Para o levantamento das informações de incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.), foram montados dois grids irregulares um em cada área de avaliação, ambos com 60 pontos amostrais. Cada ponto amostral foi composto por uma planta de café, totalizando uma área útil por ponto equivalente a 3,75 m². Para a distribuição dos pontos ao longo da área foi considerado a inclinação do terreno, o comprimento e o número de linhas de cultivo. Os pontos amostrais foram georreferenciados com auxílio de uma estação total, sendo levantadas as coordenadas de Latitude e Longitude e as informações de altimetria dos pontos. No ato do georreferenciamento, os pontos foram demarcados utilizando fitas coloridas, permitindo que todas as amostragens fossem realizadas nos mesmos locais.

Para a determinação da incidência as avaliações ocorreram mensalmente em cada ponto amostral, as plantas que apresentavam sintomas da doença tiveram valor numérico atribuído sendo este igual a um e as plantas com ausência dos sintomas o valor numérico atribuído foi igual a zero, e para as análises estatísticas foi utilizado as médias entre os meses avaliados.

Os dados de incidência da ferrugem foram submetidos à análise geoestatística, a fim de verificar a existência e quantificar o grau de dependência espacial, a partir do ajuste de funções teóricas aos modelos de variogramas experimentais, com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca. Para o mapeamento da incidência da ferrugem, utilizou-se a krigagem indicativa, para gerar mapas de probabilidade de ocorrência da doença. Ambos os interpoladores geoestatísticos utilizam um estimador linear não-viciado com mínima variância e que leva em consideração a estrutura de variabilidade espacial encontrada para a variável.

A comparação entre faces de exposição ao sol foi realizada utilizando o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, buscando-se avaliar, por meios de testes de separação, o efeito das faces sobre a incidência e severidade da doença e sobre a qualidade e produtividade do café conilon. Para tal foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 60 repetições.

Resultados

Na tabela 1 é apresentado a comparação da incidência da ferrugem nas diferentes faces de exposição ao sol pelo teste t de Student ao nível de 5 % de probabilidade, observando-se que na face noroeste a doença teve maior incidência no decorrer do período avaliado.

Tabela 1- Comparação das médias de incidência da ferrugem em diferentes faces de exposição ao sol pelo teste t Student a 5 % de probabilidade.

| Variável | Noroeste | Norte |
|-----------|-----------|-----------|
| Inc. fer. | 0.43056 a | 0.34306 b |

Valores seguidos de diferentes letras na mesma linha se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade.

A análise geoestatística está descrita na tabela 2, a incidência da ferrugem apresentou dependência espacial nas duas faces avaliadas com seus variogramas apresentando patamares bem definidos.

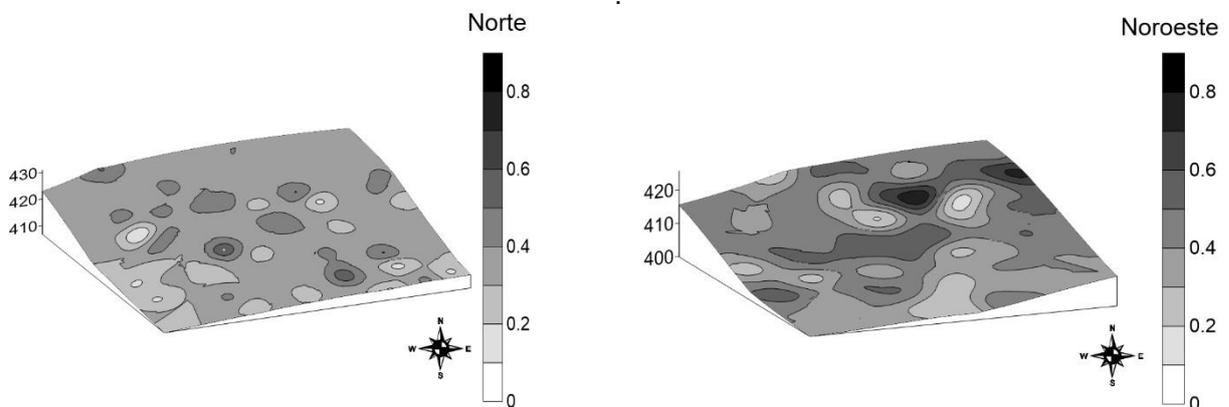
Tabela 2- Análise geoestatística da média da incidência da ferrugem do cafeeiro, em diferentes faces de exposição ao sol.

| Variáveis | Modelo | C0 | C0+C | A (m) | R ² (%) | IDE (%) |
|-----------|--------|-------|-------|-------|--------------------|---------|
| Noroeste | GAU | 0.1 | 0.994 | 7.4 | 77 | 90 |
| Norte | GAU | 0.805 | 0.991 | 9 | 84 | 92 |

GAU – gaussiano; EXP – exponencial; C0 - efeito pepita; C0 +C - patamar; A - alcance; IDE - índice de dependência espacial; R² - coeficiente de determinação do variograma.

Após o ajuste dos variogramas e a confirmação da dependência espacial para a variável em estudo, foi realizado a krigagem indicativa e a partir dos valores estimados foram construídos mapas temáticos (Figura 1), os vares apresentados nos mapas indicam a probabilidade do patógeno ocorrer na área em estudo sendo que classes representando valores próximo de 1 são regiões onde a probabilidade de ocorrência da doença é maior.

Figura 1- Mapas de distribuição espacial da incidência da ferrugem em diferentes faces de exposição ao sol.



Discussão

Ao analisar a ferrugem nas diferentes faces de exposição ao sol é possível observar que a face que possui menor período de incidência solar direta no decorrer do dia, a noroeste, tem maior probabilidade de ocorrência, visto que o fato da área com face de exposição a norte os raios solares incidem nos primeiros momentos do dia, e dessa forma a duração do período de molhamento foliar é menor desfavorecendo o patógeno, que por consequência culmina em menor ocorrência da doença. Estudos realizados por Capucho et al. (2012) demonstram que para o café conilon a ocorrência da ferrugem é diretamente afetada por climas irregulares sendo as temperaturas ideais para que haja infecções por esse fungo estão entre 21,6 e 23,6 ° C, associada à alta umidade relativa e ainda período de molhamento foliar de aproximadamente 24 h, quando se refere a ferrugem das folhas do café conilon.

A análise geoestatística permite inferir elevada dependência espacial para a variável em estudo, com índice de dependência espacial (IDE) acima de 90% nas duas faces de exposição ao sol, sendo assim a dependência espacial existente é considerada forte, de acordo com os intervalos propostos por Zimback (2001) que considera: dependência espacial fraca (IDE < 25%); moderada (25% ≤ IDE < 75%) e forte (IDE ≥ 75%). Além de apresentar maior probabilidade da ocorrência da doença no decorrer do período avaliado, na face de exposição voltada a noroeste a incidência apresenta maior variabilidade espacial com alcance de 7,4 m. De maneira geral a incidência da ferrugem se comporta com elevada variabilidade espacial nas duas áreas em estudo, podendo ser explicado devido a principal forma de dispersão do patógeno que é pelo vento (ROSAS et al., 2016).

O modelo que melhor se ajustou para as duas áreas foi o gaussiano, diferindo dos resultados encontrados por Lima et al. (2014) que afirma que os modelos que mais se ajusta a dados

experimentais agrícolas. O elevado coeficiente de determinação para os modelos ajustados indica que estes são capazes de explicar de forma confiável os dados coletados a campo.

Os mapas apresentados na Figura 1 confirmam os valores apresentados na Tabela 1 é possível observar que no mapa da direita que representa a face de exposição a noroeste apresenta maiores extensões com maior probabilidade de ocorrência da doença onde em sua maioria esse valor ultrapassa 40 %, já na face de exposição a norte o cenário foi outro a grande maioria da área apresentou menos de 30 % de probabilidade da doença ocorrer, tal fato ocorre devido ao microclima formado em decorrência da radiação incidente, esses microclimas podem favorecer ou desfavorecer as epidemias (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

Conclusão

O microclima afeta significativamente a ocorrência da ferrugem do cafeeiro, microclimas que favorecem maior duração do período de molhamento foliar tende a favorecer a incidência da ferrugem.

A incidência tem seus valores alterados em função da distância, uma vez que a variável apresenta forte dependência espacial nas duas faces de exposição ao sol.

Referências

- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. Manual de fitopatologia. v.1: Princípios e conceitos. 3ed., São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 919p.
- CAPUCHO, A.S.; ZAMBOLIM, L.; CABRAL, P.G.C.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; CAIXETA, E.T., Climate favourability to leaf rust in Conilon coffee. **Australas Plant Pathol.** V.42, p. 511-514, 2012.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Café Safra 2014, primeira estimativa, janeiro/2014. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2014.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Medium-term prospects for agricultural commodities. Projections to the year 2010. 89p, 2003.
- Guzzo, S.D., Castro, R.M., Kyda, K.; Martins, E.M.F. Ação protetora do acibenzolar-S-methyl em plantas de cafeeiro contra ferrugem. **Arquivo Instituto Biológico** 68:89-94. 2001.
- LICHSTON, J.E.; GODOY, S.A.P. Morfologia e teor de cera de folhas de café após aplicação de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 919-926, jun. 2006.
- LIMA, J.S.S.; COSTA, F.P.; XAVIER, A.C.; OLIVEIRA, R.B.; SILVA, S.A., Spatial and temporal variability of the productivity of coffee canephora. **Coffee Science**, v. 9, n. 3, p. 400- 407, 2014.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano estratégico para o desenvolvimento do setor cafeeiro - Período: 2012/2015. 27p. 2012.
- PEZZOPANE J.R.M.; PEDRO JR. M.J.; GALLO P.B. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.256–264, 2007.
- ROSAS, J.T.F.; CAPELINI, V. A.; ALMEIDA, S.L.H.; OLIVEIRA, G.D.; MORAES, W.B.; LIMA, J. S.S.; SILVA, S.A. Agricultura de precisão no estudo da ferrugem do cafeeiro conilon. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e Pós-Graduação, São José dos Campos. Universidade do Vale do Paraíba, 2016. v. 26. p. 1-4.



ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Perdas na produtividade e qualidade do cafeeiro causados por doenças bióticas e abióticas. In: Zambolim, L. (Ed.). Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 239-261.

ZIMBACK, C.R.L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. Tese (Livre-Docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.