

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MURCHA DE FUSARIUM EM PLANTAS DE CAFEIEIRO CONILON CLONE CV-02 DA VARIEDADE VITÓRIA – INCAPER 8142¹

Leonardo Leoni Belan²; Jean Cesar Premoli Bernabé³, Weliton Geraldo Sartorio⁴; Leônidas Leoni Belan⁵; André da Silva Xavier⁶; Willian Bucker Moraes⁷.

¹ Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo- FAPES e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

² Pesquisador, MS, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE-UFES, Alegre, ES, belanagro@gmail.com

³ Pesquisador, Sr, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE-UFES, Alegre, ES, jeanpremoli2@gmail.com

⁴ Pesquisador, Sr, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE-UFES, Alegre, ES, w.elitongs@hotmail.com.

⁵ Pesquisador, PhD, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE-UFES, Alegre, ES, leonidasbelan@gmail.com

⁶ Professor e Pesquisador, Dr, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE-UFES, Alegre, ES, ES.andre.s.xavier@ufes.br

⁷ Professor e Pesquisador, Dr, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE-UFES, Alegre, ES, willian.moraes@ufes.br

RESUMO: O *Coffea canephora* é uma espécie com importância econômica para o estado do Espírito Santo. É cultivado na maioria das propriedades rurais gerando renda para as famílias. Doenças fúngicas vem sendo associadas a danos nas lavouras entre essas doenças está a murcha causada por agentes etiológicos do gênero *Fusarium* spp. denominada murcha de *fusarium* do cafeeiro conilon (MFCC). Por se tratar de um patossistema recentemente diagnosticado no Brasil, do qual, pouco se conhece quanto dinâmica espaço-temporal, o objetivo com esse estudo foi avaliar o progresso e o padrão de distribuição da murcha de *fusarium* em cafeeiros conilon do clone CV02 (Vitória – INCAPER 8142). Para isto, foram realizadas avaliações mensais da incidência da doença em fileiras de plantas desse clone em duas lavouras (A1 e A2) em locais distintos. Com esses dados, foi plotada a curva de progresso da doença e realizou o ajuste de modelos matemáticos para representar o progresso da doença ao longo do tempo. Para a análise de distribuição espacial da doença aplicou-se o teste de Run. Foram analisadas as taxas de incidência e de crescimento para as áreas A1 e A2. Na área A1, o valor de incidência máxima encontrada foi de 51,8% aos 292 dias após início das avaliações com uma taxa de progresso de 0,199% ao dia. Na área A2, a incidência máxima foi de 14,6 aos 292 dias após início das avaliações, com taxa de progresso de 0,040% ao dia. O padrão de distribuição espacial para ambas as áreas foi aleatório, e tendência de evolução para padrão agregado ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, *Fusarium*, epidemiologia.

SPACE-TIME ANALYSIS OF FUSARIUM WILT OF CLONE CV-02 OF CONILON VITÓRIA VARIETY - INCAPER 8142 COFFEE TREE

ABSTRACT: The *Coffea canephora* is a specie with economic importance for Espírito Santo state. It is cultivated in almost all the rural properties generating income to the families. Fungal diseases came being associated to crops damage, between those diseases it is fusarium wilt caused for etiology agents of genus *Fusarium* spp. denominated fusarium wilt of conilon coffee tree (FWCCT). Because it is a new pathosystem recently discovered in Brazil, that we little know about as spacetime dynamic, the objective with this study was rated the progress e the distribution pattern of fusarium wilt in clone CV02 conilon coffee tree (Vitória - INCAPER 8142). For this, were performed monthly evaluations of disease incidence in row of plants of this clone in two crops (A1 and A2) in distinct places. With this data, was plotted the disease progress curve and realized the adjustment of math models to represent the disease progress over time. For the analysis spacial distribution of disease applied the Run test. Was analyzed the incidence rates and growth rates for areas A1 e A2. In area A1, the maximum incidence value found was 51,8% in 292 days after the beginning evaluations with a progress rate of 0,199% per day. In area A2, the maximum incidence was 14,6% in 292 days after the beginning evaluations, with progress rate of 0,040% per day. The spacial distribution pattern for both areas was random, and the evolution tendency for aggregate pattern over time.

KEY WORDS: *Coffea canephora*, *Fusarium*, epidemiology.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café (*Coffea* spp.), do mundo. Para 2019 estima-se uma produção de 50,92 milhões de sacas de café beneficiado, somando-se as espécies arábica e conilon. O Espírito Santo é o maior produtor de

café conilon do Brasil, onde a safra estimada para o ano de 2019 é de aproximadamente 11 milhões de sacas (CONAB, 2019). Seu cultivo é a principal fonte de renda de 80% das propriedades agrícolas situadas nas terras quentes do estado, sendo responsável por 37% do PIB agrícola, gerando assim uma gama de empregos diretos e indiretos (INCAPER, 2015).

No entanto, as doenças fúngicas reduzem a produtividade e a longevidade dos cafezais. Essas representam o maior desafio para os produtores a uma produção estável e sustentável, proporcionando danos à cultura e perdas ao produtor (FERRÃO *et al.*, 2017).

Entre as doenças fúngicas, a Murcha de *Fusarium* do cafeeiro conilon (MFCC) foi relatada recentemente por Belan *et al.* (2018) e três espécies de *Fusarium*, sendo *Fusarium decemcellulare*; *F. lateritium* e *F. solani*, foram identificadas como agentes etiológicos desta doença em plantas de *C. canephora* no Brasil. Os sintomas dessa doença nas plantas são: redução do vigor, murcha e amarelecimento das folhas, desfolha, escurecimento dos tecidos vasculares, seca e morte de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos, culminando na morte das plantas (BELAN *et al.*, 2018). Em variedades suscetíveis essa doença pode causar danos de até 100%.

Outras espécies de *Fusarium* foram relatadas com este hospedeiro (*Coffea* spp.) em Porto Rico, Ilhas Virgens e Costa do Marfim, mas este foi o primeiro relato dessas três espécies como agentes etiológicos da doença em *C. canephora*. Portanto devido ao atual relato dessa doença no Brasil, não existe ainda trabalhos investigando parâmetros epidemiológicos. Tem-se a necessidade de estudos epidemiológicos sobre esse patossistema para propor estratégias de manejo. É preciso conhecer a doença assim como a sua distribuição espacial-temporal nas lavouras determinando parâmetros epidemiológicos da doença (taxa de progresso, padrão de distribuição espacial, etc.). Com base nesses resultados será possível prever níveis futuros da doença propondo estratégias de manejo e controle visando evitar danos e perdas em plantações. Portanto, o objetivo com esse estudo foi avaliar a incidência da doença em fileiras de plantas do clone CV-02 da cultivar Conilon Vitória – INCAPER 8142, enquadrar a epidemia no modelo matemático que a melhor representar e caracterizar o padrão de distribuição espacial e temporal de progresso da doença.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas lavouras de *Coffea canephora* de propagação assexuada área 1 (A1) está localizada no município de Jerônimo Monteiro, com idade de 13 anos, e a área (A2) localizada no município de Alegre com 6 anos, ambas no sul do estado do Espírito Santo. Nas duas áreas foi avaliado o clone CV02 da cultivar Conilon Vitória – INCAPER 8142 plantado em linha, com população de plantas apresentando sintomas da murcha de *Fusarium*. A incidência da doença ao longo do tempo e do espaço foi quantificada. Para isso, foi avaliada mensalmente no período de setembro de 2018 a julho de 2019 todas as plantas do clone quanto a presença ou ausência dos sintomas da doença.

Análise do progresso temporal da doença no campo:

Foram plotadas curvas de progresso da doença utilizando-se os valores de incidência no tempo (Dias após a primeira avaliação – DAPA).

Os dados de incidência da doença originais e as formas linearizadas dos modelos exponencial [$y = \ln(y)$], monomolecular [$y = \ln[1/(1-y)]$], logístico [$y = \ln[y/(1-y)]$] e de Gompertz [$y = -\ln[-\ln(y)]$] foram ajustados a modelos empíricos: linear, exponencial, monomolecular, logístico e de Gompertz (CAMPBELL & MADDEN, 1990), tendo o tempo como variável independente.

O melhor ajuste foi selecionado com base no maior coeficiente de determinação da regressão (R^2), menor quadrado médio do resíduo (QMR) e ausência de tendências indesejáveis no gráfico de dispersão de resíduos. Utilizando o melhor ajuste, estimou-se a taxa de progresso da doença (r).

Análise de Run:

A localização das plantas sadias e doentes, em cada avaliação, gerou mapas, os quais foram utilizados para a análise do padrão de distribuição espacial da epidemia, onde foi utilizado o teste de “Run” (NELSON, 1996; LARANJEIRA *et al.*, 1998).

Foi calculado o número esperado de runs $E(R)=1+2m(N-m)/N$ e a sua variância $s^2(R)=2m(Nm)[2m(N-m)-N]/[N^2(N-1)]$. Também se calculou o valor estandarizado de $Z_R=[R+0,5-E(R)]/s(R)$, e com base na distribuição normal, foi considerado $Z_R > 1,64$ ($P=0,05$) com padrão ao acaso e, quando $Z_R < -1,64$ ($P=0,05$) padrão agregado. Em que: R : número de runs; m : número de plantas doentes; N : número de plantas na linha; $s(R)$ desvio-padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve epidemia da Murcha de *Fusarium* nas fileiras de cafeeiros do clone CV02 nas duas áreas avaliadas (Figura 1). No município de Jerônimo Monteiro (A1) os sintomas da doença foram identificados aos 62 dias após o início das avaliações, atingindo valor máximo de incidência (51,8%) aos 292 dias. No município de Alegre (A2) a doença já se iniciou no primeiro dia de avaliação atingindo incidência máxima de 14,6% aos 292 dias de avaliação.

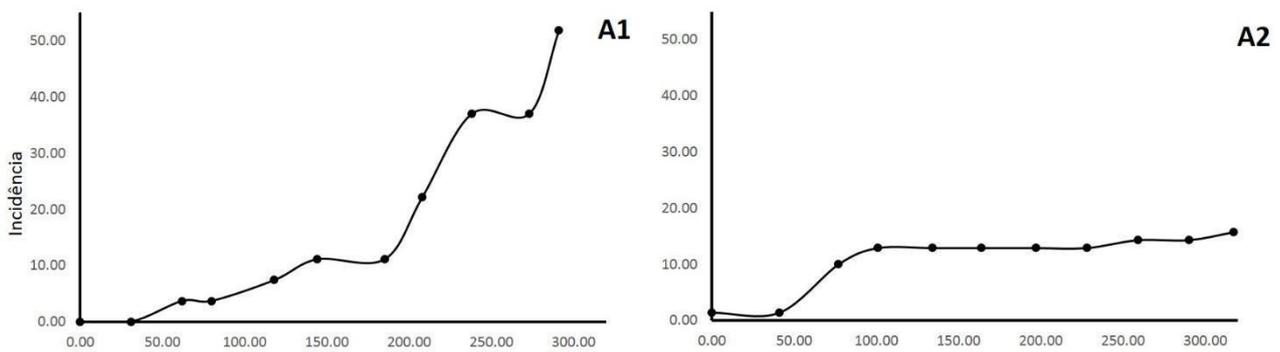


FIGURA 1: Curvas de progresso da incidência de Murcha de *Fusarium* (*Fusarium spp.*) em cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) do clone CV02 da variedade Conilon Vitória, sendo A1 lavoura localizada no município de Jerônimo Monteiro - ES e A2 a lavoura localizado no município de Alegre - ES.

O modelo linear foi selecionado para estimar a taxa de progresso MFCC para a área A1(Figura 1), com uma taxa de 0,199% ao dia no aumento da incidência da doença, e uma maior velocidade de crescimento entre os dias 270 e 290 (Figura 2). Essa taxa associou-se justamente ao período de estresse das plantas que corresponde ao início do período seco, de maturação dos grãos e de colheita, os quais exigem grande gasto energético da cultura causando posteriormente esgotamento das plantas doentes. De acordo com Matiello et al. (2002) o período crítico para o cafeeiro, se situa na fase de máximo desenvolvimento vegetativo e produtivo, que vai de outubro/novembro a março/abril, concordando com os dados encontrados de maior incidência da doença das lavouras avaliadas. .

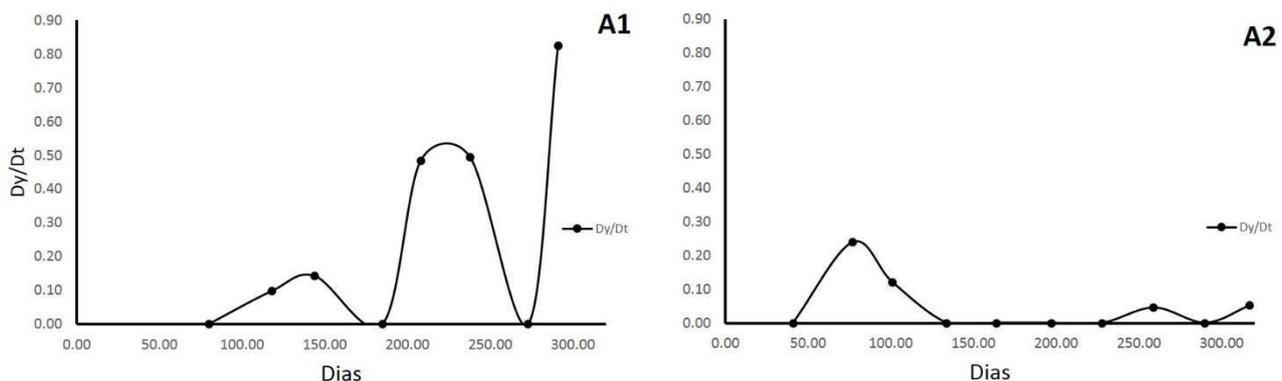


FIGURA 2: Curvas da velocidade de progresso da incidência de Murcha de *Fusarium* em cafeeiro conilon do clone CV02 da variedade Conilon Vitória, sendo em duas diferentes localidades, sendo A1 lavoura localizada no município de Jerônimo Monteiro - ES e A2 localizado no município de Alegre - ES.

O modelo linear também foi selecionado para estimar a taxa de progresso da MFCC na área A2 uma taxa de 0,04% com uma maior velocidade no crescimento da incidência entre 50 e 80 dias após a primeira avaliação. A diferença entre as duas A1 e A2 pode ser justificada por se tratar de doenças pertencentes a este grupo que é dependente do inóculo inicial e sua forma de disseminação. Além disso a idade das lavouras e ao sistema de poda programada de ciclo (VERDIN FILHO *et al.*, 2009) que é utilizado nas lavouras de cafeeiro conilon no Espírito Santo pode influenciar na taxa de progresso da doença. A lavoura A1 já passou por mais de ciclos de poda em relação a lavoura A2, o que supõem a disseminação do patógeno via operação de poda dos ramos, sendo a ferramenta de poda um possível vetor do patógeno. Conforme descrito por Jesus Junior (2004), uma doença monocíclica que possui um vetor de disseminação há um aumento da sua taxa de infecção agravando a situação das lavouras e dificultando ainda mais o manejo da doença.

Em relação à distribuição espacial, constatou-se o padrão de distribuição aleatório das plantas com sintoma de MFCC. Pelo teste de Run, valores de Zr que indicam padrão de distribuição agregado devem ser menores que -1,64. Neste estudo todos os valores de Zr são maiores que -1,64, confirmando para as duas áreas o padrão aleatório de distribuição da doença durante o período analisado (BERGAMIN FILHO *et al.*, 2004).

Geralmente fitopatógenos associados ao solo geram padrão de distribuição agregado da doença (AZEVEDO *et al.*, 2002). Arranjos aleatórios geralmente resultam do inóculo chegando a uma população de plantas de uma fonte distante ou de material de plantio infestado (SILVA *et al.*, 2001). Portanto, o inóculo nas áreas avaliadas pode ser proveniente de material propagativo contaminado, como por exemplo mudas adquiridas para o plantio. Além disso, os próprios tratamentos culturais (poda, colheita e desbrota) realizados na lavoura pelos agricultores pode ser responsável pela introdução

(inóculo externo) e disseminação do patógeno. Entretanto, uma análise dos valores de Zr ao longo do tempo nas duas lavouras mostra uma tendência de evolução do padrão de distribuição das plantas doentes para arranjo agregado. Contudo esse padrão só poderá ser confirmado com o maior aprofundamento dos estudos e desenvolvimento das pesquisas ao longo do tempo, por se tratar de um patossistema com uma baixa taxa de progresso temporal, em relação aos demais patossistemas e parte aérea do cafeeiro.

TABELA 1: Análise de runs para a variável incidência da Murcha de *Fusarium* (*Fusarium spp.*) em cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) do clone CV02 da variedade Conilon Vitória pelo Teste de Run referentes a área A1, localizada no município de Jerônimo Monteiro - ES.

Avaliação	P. sadias*	P. doentes**	Total	Número de runs	Runs esperados	Var. esperada	Zr
1	69	1	70	3	2.97	0.03	3.06
2	69	1	70	3	2.97	0.03	3.06
3	63	7	70	15	13.60	2.12	1.30
4	61	9	70	17	16.69	3.34	0.44
5	61	9	70	17	16.69	3.34	0.44
6	61	9	70	17	16.69	3.34	0.44
7	61	9	70	17	16.69	3.34	0.44
8	61	9	70	17	16.69	3.34	0.44
9	60	10	70	17	18.14	4.01	-0.32
10	60	10	70	17	18.14	4.01	-0.32

* Plantas sadias

** Plantas doentes

TABELA 2: Avaliação da incidência da Murcha de *Fusarium* (*Fusarium spp.*) em cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) do clone CV02 da variedade Conilon Vitória pelo Teste de Run referentes a área A2, localizada no município de Alegre - ES.

Avaliação	P. sadias*	P. doentes**	Total	Número de runs	Runs esperados	Var. esperada	Zr
1	33	0	33	0	0	0	0
2	33	0	33	0	0	0	0
3	33	0	33	0	0	0	0
4	32	1	33	3	2.94	0.06	2.29
5	32	1	33	3	2.94	0.06	2.29
6	32	1	33	3	2.94	0.06	2.29
7	31	2	33	5	4.76	0.32	1.31
8	28	5	33	11	9.48	1.98	1.44
9	28	5	33	11	9.48	1.98	1.44
10	26	7	33	15	12.03	3.46	1.87

* Plantas sadias

** Plantas doentes

CONCLUSÕES

- 1 - Houve epidemia da doença nas duas lavouras analisadas.
- 2 - Na área A1, houve maior incidência da doença com taxa de 0,199 e na área A2 a taxa foi 0,040.
- 3 - O padrão de distribuição espacial para ambas as áreas foi inicialmente aleatório com tendência de evolução para padrão agregado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo pelo suporte; ao Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas e Florestais - LEMP e Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças – NUDEMAFI, por toda

estrutura disponibilizada. Aos produtores rurais que disponibilizaram a área para avaliação dos experimentos. Aos órgãos financiadores, agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo- FAPES e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, S.S.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Epidemiologia comparativa da podridão negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco. *Fitopatologia Brasileira*. Brasília, v.27, n.1, p.17-26. 2002.
- BELAN, L. L., BELAN, L. L., RAFAEL, A. M., LORENZONI, R. M., SOUZA-SOBREIRA, F. B., SOARES, T. C. B., OLIVEIRA, F. L., MORAES, W. B. First Report of Fusarium Species Associated with Fusarium Wilt in Coffea canephora Plants in Brazil. *Plant Disease*, v. 102, n. 9, p. 1859, 2018.
- BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; AMORIM, L.; JESUS JUNIOR, W. D., Análise espacial de epidemias. VALE, FXR; JESUS JUNIOR, WC; ZAMBOLIM, L.(Ed.). *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Perffil, 195-240; 2004.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York: John Wiley, 1990. 532p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Avaliação da Safra Agrícola Cafeeira 2018. Brasília, DF: 2019.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A., FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. *Café Conilon*. Vitória - ES: Incaper, 2017. 784 p.
- INCAPER. Cafeicultura. <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>, 2015 7.522e-03
- JESUS JUNIOR, W. D., POZZA, E. A., VALE, F. D., & MORA-AGUILERA, G.. Análise temporal de epidemias. VALE, FXR; JESUS JUNIOR, WC; ZAMBOLIM, L.(Ed.). *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Perffil, 127-191; 2004.
- LARANJEIRA, F.F., BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Dinâmica e estrutura de focos da clorose variegada dos citros (CVC). *Fitopatologia Brasileira*, v. 23, p.36-41, 1998.
- MATIELLO, Jose Braz et al. *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento, Brasília, DF (Brasil), 2005.
- NELSON, S.C. A simple analysis of disease foci. *Phytopathology*, V. 86, p.332-339. 1996.
- SILVA, J.N.; MICHEREFF, S.J.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P. Arranjo espacial do vira-cabeça do fumo em Arapiraca, estado de Alagoas. *Fitopatologia brasileira*. v.26, n.4, p. 721-725. 2001.
- VERDIN FILHO, A. C., FERRÃO, R. G., FERRÃO, M. A. G., SILVEIRA, J. S. M., VOLPI, P. S., DA FONSECA, A. F. A., ... & SILVEIRA, T. B. Poda programada de ciclo para o café conilon. In Embrapa Café-Artigo em anais de congresso (*ALICE*). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas: anais... Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2009.