

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

LUCIANO CANAL

**CARACTERIZAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO
PNEUMÁTICA EM CAFEIEIRO CONILON**

**São Mateus, ES
Março de 2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**CARACTERIZAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO
PNEUMÁTICA EM CAFEEIRO CONILON**

LUCIANO CANAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória

**São Mateus, ES
Março de 2016**

CARACTERIZAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO PNEUMÁTICA EM CAFEIEIRO CONILON

LUCIANO CANAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 30 de março de 2016.

Prof. Dr. Ivoney Gontijo
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Marcelo Barreto da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

Prof. Dr. Mauri Martins Teixeira
Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Existe uma coisa que uma longa existência me ensinou: toda a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e inocente; e, portanto, é o que temos de mais valioso.

Albert Einstein

Ao meu irmão Nilton César Canal (*in memoriam*) que acreditava no meu potencial me incentivando sempre a continuar estudando.

A meus pais Leonir canal e Elizabete Ronchetti Canal, que através de simplicidade, trabalho e honestidade me proporcionaram esse momento. Aos meus irmãos, Nilson Canal e Leandro Canal, pela força e companheirismo de sempre.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que me deu a vida e iluminou esta longa caminhada.

Aos meus pais Leonir e Elizabete que me deram força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades, que acreditaram e contribuíram com a conclusão deste curso, conduzindo-me a correr atrás dos meus objetivos.

Aos meus irmãos Nilson e Leandro, que sempre me incentivaram nos estudos.

Aos Srs. Nelson Tavares e Bruno Pilon Bastianello por ceder parte de suas lavouras para criação da área experimental e pelo apoio incondicional fornecido às atividades experimentais.

A meus amigos de iniciação científica e graduandos em Agronomia, Danielle Lopes Real, Letícia, Rafaela Miranda, Winy Galacho Baldan e Yago Soares Avancini, pela enorme contribuição na realização do experimento científico.

Aos meus amigos pelo companheirismo de sempre, pelo apoio incondicional e por participarem dessa parte importante da minha vida, em especial: Amanda Costa, Ana Maria Alves de Souza Ribeiro, André Monzoli Covre, Eduardo Oliveira de Jesus Santos, Fabrício Moulin Motta, Jackson Roberto Ribeiro, Lucas Caetano Gonçalves, Luciene Lauretti e Pablo Souto Oliveira. A todos os meus amigos que contribuíram para essa conquista.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Marcelo Barreto da Silva, pela colaboração valiosa com informações para o desenvolvimento da dissertação.

Ao meu orientador Edney Leandro da Vitória pelo empenho e credibilidade que me ofereceu, direcionando o caminho a ser percorrido, sou muito grato a todo o seu trabalho.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial o Centro Universitário Norte do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A todos que de qualquer forma, mesmo da forma mais simples, direta ou indiretamente, me incentivaram e fizeram parte da minha história.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT.....	
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	
2.1 Café Conilon.....	
2.2 Pragas, doenças e controle.....	
2.3 Tecnologia de aplicação.....	
2.4 Geoestatística.....	
3 CAPÍTULOS.....	
3.1 CONTOLE QUÍMICO DA FERRUGEM EM CAFÉ CONILON EM FUNÇÃO DO ALCANCE DO JATO PULVERIZADO POR EQUIPAMENTO DO TIPO CANHÃO.....	
Resumo.....	
Abstract.....	
Introdução.....	
Material e Métodos.....	
Resultados e Discussão.....	
Conclusões.....	
Referências Bibliográficas.....	
3.2 CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DA PULVERIZAÇÃO PNEUMÁTICA NO INTERIOR DO DOSSEL DO CAFEIEIRO CONILON.....	
Resumo	

Abstract.....	
Introdução.....	
Material e Métodos.....	
Resultados e Discussão.....	
Conclusões.....	
Referências Bibliográficas	
4 CONCLUSÕES GERAIS.....	
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	

RESUMO

CANAL, Luciano; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Março de 2016; **Caracterização da pulverização pneumática em cafeeiro conilon**; Orientador: Edney Leandro da Vitória; Co-orientador: Marcelo Barreto da Silva.

A ferrugem do cafeeiro é uma das principais doenças da cultura e se constitui num fator limitante por causar a queda prematura das folhas doentes, comprometendo o florescimento e a frutificação e, conseqüentemente, a produção futura. A medida mais utilizada de manejo para o controle da ferrugem é a aplicação de fungicidas, basicamente triazóis e estrobilurinas. Não basta conhecer a natureza do produto fitossanitário, também é necessária a utilização da melhor técnica disponível, de modo a garantir uma aplicação eficiente. É crescente a utilização de pulverizadores pneumáticos tratorizados nas lavouras cafeeiras do norte capixaba, devido ao adensamento dos plantios, a queda dos ramos ortotrópicos pelo peso da produção dos frutos e à necessidade de intervenções emergenciais. Há alguns questionamentos sobre a eficiência de aplicação do pulverizador do tipo canhão em lavouras cafeeiras, muitos sem qualquer embasamento científico. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a eficácia do controle químico da ferrugem em café Conilon em função do alcance do jato pulverizado por equipamento do tipo canhão. O experimento foi instalado em uma propriedade do município de Vila Valério-ES, sendo a ferrugem avaliada em uma lavoura de café Conilon a pleno sol com 9 anos de idade, com irrigação localizada e produtividade de 105 sacas ha⁻¹ em 2015 e, organizada com 3 linhas do 'clone 02' alternadas com 1 linha da variedade clonal G35, com espaçamento entre plantas de 3,60 x 1,20 m. Os dados foram coletados entre abril a julho de 2015, em plantas do genótipo 02. A aplicação do fungicida foi realizada em 11/04/2015 e, para esta operação, foi feita uma única passada do conjunto trator-pulverizador na lateral da área experimental, paralelamente às linhas de plantio, utilizando trator Valtra BF75 com vm de deslocamento de 4,8 km h⁻¹, e acoplado a este, um pulverizador pneumático J600 da empresa Jacto, equipamento tipo canhão que permite, em condições de vento favorável, alcance de até 35,0 m de faixa de aplicação. O delineamento experimental (DIC) foi composto por 6 tratamentos, 5 repetições e parcela constituída por 10 plantas úteis. Cada tratamento correspondeu a uma linha de cafeeiros do 'clone 02', iniciando-se a partir da linha mais próxima da passagem do conjunto trator-pulverizador até a distância de 21,60 m. A avaliação da incidência da ferrugem foi feita mensalmente, por meio de amostragem destrutiva, onde seis folhas por planta foram retiradas ao acaso do 3º ou 4º par de folhas completamente desenvolvidas da extremidade dos ramos plagiotrópicos da região mediana do dossel. Conclui-se que: a aplicação com pulverizador pneumático foi eficaz nas primeiras linhas de plantio, atingindo a distância de 14,40 m; torna-se necessário a sobreposição da aplicação, empregando-se uma faixa de aplicação correspondente a 50% do alcance máximo do pulverizador; é viável a utilização do pulverizador pneumático do tipo canhão para controle da ferrugem do cafeeiro, desde que sejam atendidos os critérios técnicos para uma aplicação eficiente, devendo ser recomendado para grandes áreas com plantios adensados, na fase de pré-colheita do café e em caso de necessidade de aplicações emergenciais.

Palavras-chave: *Hemileia vastatrix*, controle químico, pulverizador pneumático.

ABSTRACT

CANAL, Luciano; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; March 2016; **Characterization of pneumatic spraying on coffee conilon**; Advisor: Edney Leandro da Vitória; Co-Advisor: Marcelo Barreto da Silva.

The rust of coffee is a major disease of culture and constitutes a limiting factor for causing the premature fall of diseased leaves, affecting flowering and fruiting and hence future production. The most widely used measure of management for the control of rust and applying fungicides, triazoles and basically strobilurins. Not enough to know the nature of the plant protection product, it is also necessary to use the best available technology in order to ensure an efficient implementation. There is a growing use of tractor-implement pneumatic sprays the coffee plantations of Espírito Santo north due to densification of the plantations, the fall of orthotropic branches by weight of fruit production and the need for emergency interventions. There are some questions about the gun type spray application efficiency in coffee plantations, many without any scientific basis. The aim of this study was to evaluate the efficacy of chemical control of rust in coffee Conilon by the scope of the jet sprayed by equipment type cannon. The experiment was installed in a property of the municipality of Vila Valério-ES, and rust evaluated in a Conilon coffee plantation in full sun with 9 years of age with localized irrigation and productivity of 105 ha⁻¹ bags in 2015 and organized 3 lines 'clone 02' alternating with 1 line of clonal selection G35, with plant spacing of 3.60 x 1.20 m. Data were collected from April to July 2015 in genotype plants 02. The application of the fungicide was held on 11.04.2015 and, for this operation, was made a single pass of the tractor-sprayer set on the side of the experimental area parallel to the lines of planting, using tractor Valtra BF75 with vm displacement of 4.8 km h⁻¹, and coupled with this, a pneumatic spray J600 company jet, equipment type cannon that allows in favorable wind conditions, reach up to 35.0 m swath. The experimental design (CRD) consisted of 6 treatments, 5 repetitions and parcel consisting of 10 useful plants. Each treatment corresponded to a line of coffee 'Clone 02', starting from the nearest line passing a tractor sprayer set to a distance of 21.60 m. The evaluation of the incidence of rust was made monthly through destructive sampling, where six leaves per plant were taken at random from the 3rd or 4th pair of fully developed leaves from the end of the reproductive branches of median canopy region. In conclusion: the application with pneumatic spray was effective in the first lines of planting, reaching a distance of 14.40 m; it is necessary to overlap the application, using a corresponding application range 50% of the maximum spray range; it is feasible to use the pneumatic spray gun type for control of coffee rust, since the technical criteria for efficient application are met, it should be recommended for large areas with dense plantings in coffee preharvest stage and in case the need for emergency applications.

Keywords: *Hemileia vastatrix*, chemical control, pneumatic spray.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Estado do Espírito Santo é destaque nacional na produção cafeeira, posicionado como segundo maior produtor de café (*Coffea* sp.) e o maior produtor de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) do país, com produção de 8,21 milhões de sacas em 2013 (CONAB, 2014). Atualmente, o café Conilon ocupa uma área de aproximadamente 300 mil hectares no Estado do Espírito Santo, com cultivo em cerca de 40 mil propriedades (INCAPER, 2012), sendo a cafeicultura presente em mais de 80 % de seus municípios, demonstrando a importância da atividade para a região (PEZZOPANE et al., 2010).

Nos últimos anos, os preços do café no mercado não tem acompanhado o aumento do custo de produção, levando os cafeicultores a buscarem alternativas para redução dos custos, entre elas, o aumento da eficiência da pulverização.

A realização de uma aplicação eficiente do produto fitossanitário ocorre quando há cobertura adequada da superfície-alvo, obtida por equipamentos de aplicação que propiciem distribuição transversal e longitudinal uniforme, espectro de gotas semelhantes e de tamanho apropriado (CUNHA, 2003; CUNHA et al., 2004). Nesse contexto, além de se conhecer a natureza do produto fitossanitário, também é necessária a utilização da melhor técnica disponível ou o melhor equipamento de aplicação, de modo a garantir o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo, alcançando o alvo de forma eficiente, reduzindo as perdas e a contaminação ambiental (CUNHA et al., 2010).

Os produtos fitossanitários desempenham um papel de fundamental importância no sistema de produção agrícola vigente, pois sua eficácia além de proporcionar maior rendimento das atividades agrícolas também permite que as

culturas agrícolas expressem seu potencial produtivo. Entretanto, as manifestações de preocupação em relação a estes, tem aumentado em diversos segmentos da sociedade, devido ao seu potencial de risco ambiental (BARCELLOS et al.,1998). Nesse caso, aumenta-se a exigência para utilização correta e criteriosa desses insumos pelo produtor rural, porém o que se observa no campo é a falta de informação a respeito da tecnologia de aplicação (CUNHA et al., 2004).

De acordo com Cunha et al. (2010), a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é um conjunto de conhecimentos que pode ser aplicado para maximizar a produtividade. Entende-se como “Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários” o emprego de todos os conhecimentos científicos que propiciem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma mais econômica possível e com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 2001).

Espectro de gotas e uniformidade de distribuição são características que permitem avaliar a qualidade do jato pulverizado. A uniformidade de distribuição volumétrica das gotas da calda fornece subsídios para analisar a distribuição do ingrediente ativo no alvo (VIANA et al., 2010). Essa uniformidade de distribuição é diretamente afetada pelo desgaste das pontas de pulverização, pelo espaçamento entre pontas, pela pressão de trabalho, pela distância das pontas em relação ao alvo, pelo ângulo de abertura dos jatos pulverizados, pela velocidade de trabalho e ajuste do caminhamento da máquina no campo. Uma das formas de se quantificar a uniformidade de distribuição é através da análise da deposição do produto na área ou mesmo ao longo da barra de pulverização, sendo expressa pelo coeficiente de variação obtido nessa análise (BAUER & RAETANO, 2004). Quanto menor esse índice (em porcentagem), menos desuniforme é a distribuição do produto na área amostrada.

Distribuição desuniforme de calda, com quantidade de produto abaixo do mínimo exigido causa um controle deficiente, como também quantidade excessiva pode causar desperdício de produto, além de fitotoxicidade, encarecendo o processo de aplicação e provocando danos à produção (VÁSQUEZ MINGUELA & CUNHA, 2010).

A uniformidade de distribuição durante as aplicações de produtos fitossanitários sempre foi pouco observada, pois se buscava molhar bem a cultura, sendo obtida através de um volume de calda bastante alto. Entretanto, existe atualmente uma busca pela redução do volume de calda, objetivando a redução de custos e o aumento da eficiência da pulverização. Neste sentido, a determinação do espectro de gotas pulverizadas tornou-se essencial, pois a partir dessa informação, realiza-se a escolha da ponta e/ou equipamento de pulverização de acordo com o potencial de deriva, as características do produto fitossanitário, os riscos de volatilização e escorrimento da calda, de modo a garantir um recobrimento mínimo do alvo (VÁSQUEZ MINGUELA & CUNHA, 2010). Vazão nominal, ângulo de abertura, pressão de trabalho, propriedades da calda e tipo de ponta são fatores que influenciam o espectro de gotas produzidas por determinada ponta de pulverização (WOMAC et al., 1999).

A cobertura é um parâmetro que corresponde à parte da superfície-alvo coberta pela calda pulverizada, sendo expressa em porcentagem. A necessidade de uma boa cobertura depende das características da praga ou doença a ser controlada. Nesse contexto, a necessidade de uma boa penetração é condicionada pela localização da praga ou doença na planta e pelo tipo de produto utilizado. Produtos de contato exigem maior cobertura do alvo e, por conseguinte, maior penetração, caso contrário, possíveis áreas não atingidas podem comprometer o controle (VÁSQUEZ MINGUELA & CUNHA, 2010).

Comparando-se a eficiência da aplicação entre o pulverizador costal de acionamento por alavanca manual e o pulverizador costal motorizado com assistência de ar em relação à porcentagem de cobertura proporcionada junto às folhas de cafeeiro, cultivar Catuaí, observou-se pelos resultados, que tanto para as folhas situadas na posição externa, como para as folhas na posição interna da altura mediana das plantas, a utilização do pulverizador motorizado (assistência de ar) promoveu maior nível de cobertura das folhas do que o pulverizador convencional (RUAS; BALAN; SAAB, 2011). Na pulverização motorizada, a parte mediana do dossel das plantas apresentou maior porcentagem de cobertura que a inferior, sendo semelhante aos resultados obtidos por Miranda et al. (2009). Este fato é explicado pela distância do pulverizador em relação à altura mediana da planta durante a

aplicação, o que provoca uma tendência de aumento da porcentagem de cobertura nesta altura em relação às demais (RUAS; BALAN; SAAB, 2011).

Baseado em estudos científicos, sabe-se que gotas menores que 100 μm sofrem o fenômeno da deriva, pois são arrastadas com facilidade pelo vento e, que gotas maiores que 800 μm tendem a escorrer da superfície-alvo nos casos em que o tratamento fitossanitário não seja dirigido diretamente ao solo, porém é difícil estabelecer limites adequados visto que esses valores não são fixos e podem variar bastante em função de diversos fatores (VÁSQUEZ MINGUELA & CUNHA, 2010). Em condições climáticas favoráveis à aplicação de produtos fitossanitários, a utilização de um espectro de gotas de pequeno diâmetro proporciona maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo. Assim, aumenta-se o risco de deriva e por consequência a contaminação ambiental em condições climáticas desfavoráveis à aplicação, como temperatura superior a 30 °C, umidade relativa do ar inferior a 55 % e velocidade do vento acima de 10 km/h (CROSS et al., 2001), podendo também, ocorrer perdas por evaporação. A utilização de um espectro de gotas com maior diâmetro minimiza o risco de perda do produto por deriva, porém, devido a maior massa destas, podem não aderir às superfícies-alvos e atingirem o solo por escorrimento (TEIXEIRA et al., 1997).

A cultura do café Conilon apresenta enorme carência de informações técnicas no que tange à tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, além de conferir alguns desafios de ordem técnica, como desenvolvimento vegetativo com densa folhagem e variações no aspecto da copa da planta. A deposição e distribuição do ingrediente ativo na parte aérea da planta, de forma correta, estão condicionadas por vários fatores, tais como, altura e arquitetura da planta, densidade de plantio, diâmetro da gota produzida pela ponta de pulverização, volume de calda, velocidade de deslocamento do pulverizador, velocidade do vento, tipo de equipamento utilizado e suas características (RAETANO, 1996).

2 CAPÍTULOS

3.1 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM EM CAFÉ CONILON EM FUNÇÃO DO ALCANCE DO JATO PULVERIZADO POR EQUIPAMENTO DO TIPO CANHÃO

Resumo

A ferrugem do cafeeiro é uma das principais doenças da cultura e se constitui num fator limitante por causar a queda prematura das folhas doentes, comprometendo o florescimento e a frutificação e, conseqüentemente, a produção futura. A medida mais utilizada de manejo para o controle da ferrugem é a aplicação de fungicidas, basicamente triazóis e estrobilurinas. Não basta conhecer a natureza do produto fitossanitário, também é necessária a utilização da melhor técnica disponível, de modo a garantir uma aplicação eficiente. É crescente a utilização de pulverizadores pneumáticos tratorizados nas lavouras cafeeiras do norte capixaba, devido ao adensamento dos plantios, a queda dos ramos ortotrópicos pelo peso da produção dos frutos e à necessidade de intervenções emergenciais. Há alguns questionamentos sobre a eficiência de aplicação do pulverizador do tipo canhão em lavouras cafeeiras, muitos sem qualquer embasamento científico. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a eficácia do controle químico da ferrugem em café Conilon em função do alcance do jato pulverizado por equipamento do tipo canhão. O experimento foi instalado em uma propriedade do município de Vila Valério-ES, sendo a ferrugem avaliada em uma lavoura de café Conilon a pleno sol com 9 anos de idade, com irrigação localizada e produtividade de 105 sacas ha⁻¹ em 2015 e, organizada com 3 linhas do 'clone 02' alternadas com 1 linha da variedade clonal G35, com espaçamento entre plantas de 3,60 x 1,20 m. Os dados foram coletados entre abril a julho de 2015, em plantas do genótipo 02. A aplicação do fungicida foi realizada em 11/04/2015 e, para esta operação, foi feita uma única passada do conjunto trator-pulverizador na lateral da área experimental, paralelamente às linhas de plantio, utilizando trator Valtra BF75 com vm de deslocamento de 4,8 km h⁻¹, e acoplado a este, um pulverizador pneumático J600 da empresa Jacto, equipamento tipo canhão que permite, em condições de vento favorável, alcance de até 35,0 m de faixa de aplicação. O delineamento experimental (DIC) foi composto por 6 tratamentos, 5 repetições e parcela constituída por 10 plantas úteis. Cada tratamento correspondeu a uma linha de cafeeiros do 'clone 02', iniciando-se a partir da linha mais próxima da passagem do conjunto trator-pulverizador até a distância de 21,60 m. A avaliação da incidência da ferrugem foi feita mensalmente, por meio de amostragem destrutiva, onde seis folhas por planta foram retiradas ao acaso do 3º ou 4º par de folhas completamente desenvolvidas da extremidade dos ramos plagiotrópicos da região mediana do dossel. Conclui-se que: a aplicação com pulverizador pneumático foi eficaz nas primeiras linhas de plantio, atingindo a distância de 14,40 m; torna-se necessário a sobreposição da aplicação, empregando-se uma faixa de aplicação correspondente a 50% do alcance máximo do pulverizador; é viável a utilização do pulverizador pneumático do tipo canhão para controle da ferrugem do cafeeiro, desde que sejam atendidos os critérios técnicos para uma aplicação eficiente, devendo ser recomendado para grandes áreas com plantios adensados, na fase de pré-colheita do café e em caso de necessidade de aplicações emergenciais.

Palavras-chave: *Hemileia vastatrix*, controle químico, pulverizador pneumático.

Introdução

A ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., é uma das principais doenças da cultura (GODOY et al., 1997) e se constitui num fator limitante por causar a queda prematura das folhas doentes, comprometendo o florescimento e a frutificação e, conseqüentemente, a produção futura (GODOY et al., 1997; CUNHA et al., 2004).

O controle da ferrugem normalmente é feito por meio de fungicidas e do uso de cultivares resistentes. A medida mais utilizada de manejo, dentre as disponíveis para o controle da ferrugem é a aplicação de fungicidas. No café arábica (*Coffea arabica* L.) e no café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) o controle químico tem sido por meio de fungicida dos grupos dos triazóis e estrobilurinas, aplicados via foliar ou solo, em formulação líquidas (Zambolim, 2009).

A realização de uma aplicação eficiente do produto fitossanitário ocorre quando há cobertura adequada da superfície-alvo, obtida por equipamentos de aplicação que propiciem distribuição transversal e longitudinal uniforme, espectro de gotas semelhantes e de tamanho apropriado (CUNHA, 2003; CUNHA et al., 2004). Nesse contexto, além de se conhecer a natureza do produto fitossanitário, também é necessária a utilização da melhor técnica disponível ou o melhor equipamento de aplicação, de modo a garantir o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo, alcançando o alvo de forma eficiente, reduzindo as perdas e a contaminação ambiental (CUNHA et al., 2010).

A cultura do café Conilon confere alguns desafios de ordem técnica à aplicação de produtos fitossanitários, como desenvolvimento vegetativo com densa folhagem e variações no aspecto da copa da planta. A deposição e distribuição do ingrediente ativo na parte aérea da planta, de forma correta, estão condicionadas por vários fatores, tais como, altura e arquitetura da planta, densidade de plantio, diâmetro da gota produzida pela ponta de pulverização, volume de calda, velocidade de deslocamento do pulverizador, velocidade do vento, tipo de equipamento utilizado e suas características (RAETANO, 1996).

Atualmente, vem sendo crescente a utilização de pulverizadores pneumáticos tratorizados nas lavouras cafeeiras do norte capixaba, principalmente na fase de pré-colheita, por diversos motivos que impossibilitam a utilização dos pulverizadores hidropneumáticos, como o adensamento dos plantios com espaçamento entrelinhas desfavorável à passagem do trator, a queda dos ramos ortotrópicos pelo peso da produção dos frutos e a necessidade de intervenções emergenciais.

Na fase de pré-colheita do café aumenta-se a preocupação com o controle eficaz da ferrugem do cafeeiro, visto que as características da pulverização pneumática juntamente com as condições climáticas favoráveis à doença podem comprometer o controle. Ainda assim, existem alguns questionamentos sobre a eficiência de aplicação do pulverizador do tipo canhão em lavouras cafeeiras, muitos sem qualquer embasamento científico (BÓCOLI et al., 2012).

Objetivou-se neste trabalho, avaliar a eficácia do controle químico da ferrugem em café Conilon em função do alcance do jato de pulverização por equipamento do tipo canhão, no norte do Estado do Espírito Santo.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em uma propriedade particular no município de Vila Valério, norte do Estado do Espírito Santo, visando o controle e desenvolvimento da doença. Situada na latitude 19° 02' 44,45" S e longitude de 40° 21' 28,14" W, a 141 metros de altitude, a referida propriedade rural localiza-se numa região de clima local caracterizado como seco sub-úmido, com temperatura média anual de 24°C e precipitação pluvial média anual entre 1122 e 1237 mm ano⁻¹.

A avaliação da ferrugem-do-cafeeiro ocorreu em uma lavoura de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) a pleno sol com nove anos de idade, com irrigação localizada e produtividade de 105 sacas ha⁻¹ em 2015. Organizada com três linhas do 'clone 02' alternadas com uma linha da variedade clonal G35, a lavoura apresenta espaçamento entre plantas de 3,60 x 1,20 m, totalizando um estande de 2314 plantas ha⁻¹. Os dados foram coletados no período de abril a julho de 2015, em plantas do genótipo 02 da variedade clonal EMCAPA 8111, considerado suscetível à ferrugem nas condições locais (SANTANA et al., 2011).

Os tratos culturais foram feitos de acordo com o recomendado para a cultura, com a colheita dos grãos na área experimental na segunda semana do mês de junho de 2015 e, a poda dos ramos plagiotrópicos sendo realizada no dia 15 do mesmo mês.

A aplicação foliar da calda contendo fungicida Sphere Max, na dose de 0,4 L ha⁻¹, e adjuvante óleo vegetal a 0,7%, foi realizada às 8 horas e 30 minutos do dia 11 de abril de 2015. Para esta operação, foi feita uma única passada do conjunto trator-pulverizador na lateral da área experimental, paralelamente às linhas de plantio (Figura 1).

A aplicação do volume de calda de aproximadamente 200 L ha⁻¹ foi realizada utilizando um trator Valtra BF75 com velocidade média de deslocamento de 4,8 km h⁻¹, sendo acoplado a este, pelo sistema de engate de 3 pontos, um pulverizador pneumático J600 da empresa Jacto, equipamento tipo canhão que permite, em condições de vento favorável, alcance de até 35,0 m de faixa de aplicação.

No momento da aplicação, as condições ambientais de temperatura e velocidade do vento foram monitoradas por meio de um termo-anemômetro portátil digital Instrutherm TAD500 e, a umidade relativa do ar obtida da estação meteorológica convencional do INCAPER (latitude: 19° 01' 44,4" S; longitude: 40° 31' 40,8" W e; altitude: 108 m) localizada no município de São Gabriel da Palha-ES e, distante aproximadamente 18 km do local do experimento. Conforme as observações realizadas, a temperatura estava em 27,9 °C, a velocidade máxima do vento foi de 0,69 m s⁻¹ e a umidade relativa do ar estava próximo a 80%, condições estas consideradas ideais para a aplicação de fitossanitários, conforme a Figura 2.

O delineamento experimental foi composto por 6 tratamentos, 5 repetições e parcela constituída por 10 plantas úteis. Cada tratamento correspondeu a uma linha de cafeeiros do 'clone 02', iniciando-se a partir da linha mais próxima da passagem do conjunto trator-pulverizador até a distância de 21,60 m (Tabela 1). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado apenas para fins estatísticos, devido às condições experimentais não permitirem a casualização dos tratamentos.

A avaliação da incidência da ferrugem foi feita mensalmente, nos dias 16/04, 20/05, 19/06 e 21/07, por meio de amostragem destrutiva, onde seis folhas por planta foram retiradas ao acaso do terceiro ou quarto par de folhas completamente

desenvolvidas da extremidade dos ramos plagiotrópicos da região mediana do dossel, sendo três de cada lado da planta, perfazendo um total de 60 folhas por parcela. Contou-se o número de folhas com sinais do fungo e determinou-se a porcentagem de folhas doentes. Com os dados de incidência foram traçadas as curvas de progresso da doença e calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

A AACPD é uma variável recomendada por alguns autores por representar a epidemia como um todo, pois leva em consideração o estresse que a cultura sofreu durante vários estádios de desenvolvimento (Bergamin Filho & Amorim, 1996).

Segundo Shaner; Finney (1977), a área abaixo da curva de progresso da doença pode ser calculada da seguinte forma: $AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] [X_{i+1} - X_i]$. Em que:

Y_i : severidade da doença (nota por parcela em %) na i ésima observação;

Y_{i+1} : severidade da doença na época da avaliação $i+1$; X_i : tempo (dias) na i ésima observação;

X_{i+1} : época da avaliação $i+1$;

n : número total de observações.

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e quando observadas diferenças estatísticas, foram submetidos às análises de regressão, utilizando-se o programa estatístico GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

No momento da realização do controle químico, a intensidade da ferrugem na área experimental estava abaixo de 18% e, manteve-se estável do segundo ao terceiro mês de avaliação entre 0,0 e 14,4 m de distância, não superando 28% de incidência (Figura 3). A partir do mês de maio alguns tratamentos se destacaram podendo-se observar dois grupos distintos de controle, um correspondendo às linhas de cafeeiro compreendidas entre 0,0 e 14,4 m de distância, cuja incidência final foi inferior a 55%, e outro, representado pelas linhas de cafeeiro correspondentes as distâncias de 18,0 e

21,6 m, cujos índices de incidência em maio, foram de 40,33 e 41,67% e, em julho, de 78,33 e 82,33%, respectivamente. A baixa eficácia do controle nas linhas de cafeeiro acima de 15 m pode estar associada à redução da deposição da calda com o aumento da distância em relação ao alcance do jato pulverizado. As gotas lançadas pelo pulverizador tipo canhão se depositam na planta de cima para baixo. O jato do pulverizador pneumático trabalham mais próximos dessa região da planta em relação à parte inferior, justificando os resultados observados.

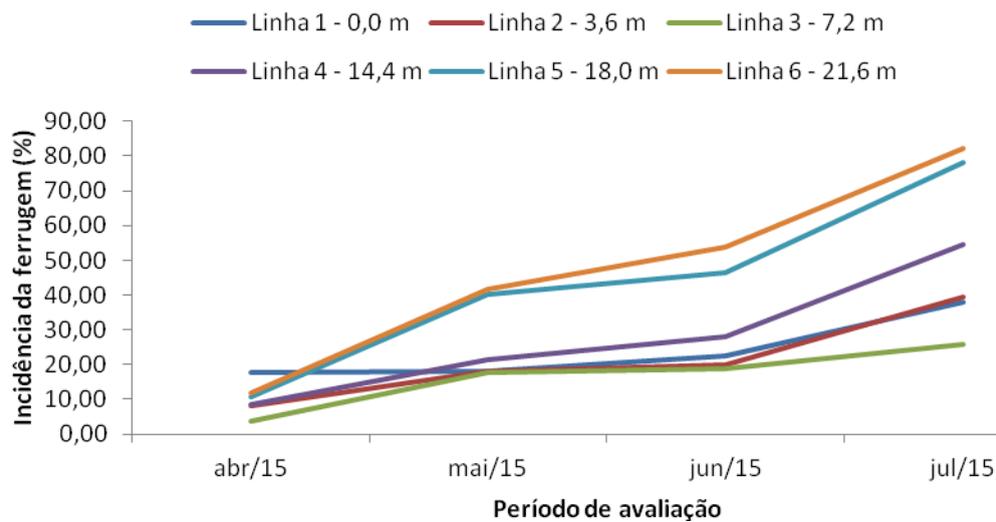
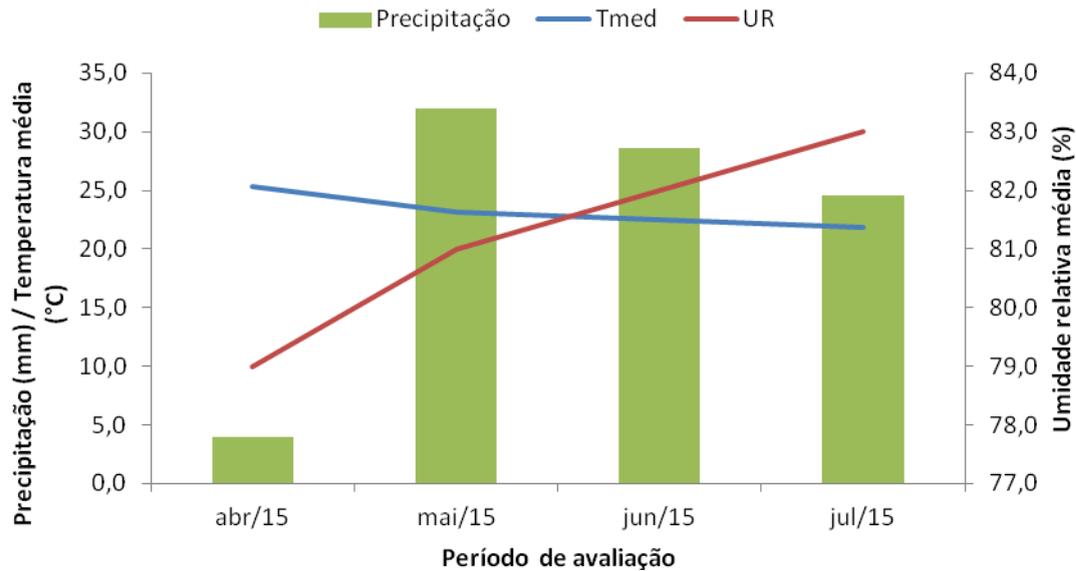


Figura 3. Curva de progresso da ferrugem (%) do cafeeiro no período de 16 de abril a 21 de julho de 2015, no município de Vila Valério ES.

Apesar da realização do controle químico na fase de pré-colheita, ocorreu crescimento dos níveis de incidência da ferrugem do cafeeiro em todas as distâncias avaliadas entre abril e julho de 2015, devido às condições ambientais serem altamente favoráveis à doença neste período (Figura 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Cunha et al. (2004), Garçon et al. (2004), Silva et al. (2011), Chalfoun & Carvalho (1999) em estudos de controle químico da ferrugem que apresentaram tratamentos pouco eficazes devido a forte influência das variáveis meteorológicas. Além disso, a alta carga pendente de frutos (105 sc/ha) promove um estresse no cafeeiro, tornando-o menos resistente à ferrugem, o que pode ser observado pela correlação positiva entre incidência da ferrugem e produção (CARVALHO et al., 1996). Logo, a combinação das variáveis meteorológicas com a alta carga pendente influenciou de forma decisiva, sendo importante na obtenção dos resultados dessa pesquisa.



De acordo com Zambolim et. al (2005), os uredósporos da ferrugem germinam na presença de água sob a superfície foliar, cuja temperatura ideal é de 22° C e alta umidade relativa do ar (LOPES et. al, 2011) inibindo o processo quando a temperatura atinge valores abaixo de 15° C e acima de 28,5° C. Segundo Chalfoun & Lima (1986), os esporos do fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. não só exigem um elevado teor de umidade para germinar, como também só o fazem sob condições de presença da água em estado líquido.

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador é outro fator que pode influenciar o controle da doença. Isto se deve ao fato de que o aumento da velocidade pode interferir negativamente nos resultados de deposição em folhas de plantas (MIRANDA et al., 2012).

De acordo com análise estatística dos dados experimentais observados durante o período, o percentual de incidência da ferrugem nos tratamentos diferiu estatisticamente pelo teste F ($p < 0,05$), exceto para o mês de abril, o que mostra que no início das avaliações a área experimental apresentava homogeneidade no nível de incidência na ferrugem do cafeeiro.

Em todos os meses avaliados após a aplicação do fungicida e na AACPD houve elevação do nível de incidência da ferrugem nas linhas de café acima de 15 m de distância da passagem do conjunto trator-pulverizador (Figura x). O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, com valores de incidência mínimos

nas distâncias de 4,26, 5,00, 4,00 m, respectivamente, nos meses de maio, junho e julho e, com valor mínimo de AACPD na distância de 5,35 m. Isso significa que entre 3,60 m e 7,20m (2ª e 3ª linha de cafeeiros) pode ter ocorrido maior deposição do fungicida, em função das características do pulverizador que possui dois difusores inferior, proporcionando assim melhor controle nesta faixa, devido ao fato do produto ser sistêmico.

A AACPD é uma variável recomendada por alguns autores por representar a epidemia como um todo, pois leva em consideração o estresse que a cultura sofreu durante todo o período de avaliação (Bergamin Filho & Amorim, 1996).

O gráfico do modelo ajustado para a AACPD permite observar que o controle químico da ferrugem não foi eficaz a partir da distância de 15 m, ponto em que se pode observar o valor de AACPD de 2869,55.

Bócoli et al. (2012) ao trabalhar com pulverizador pneumático do tipo canhão AJ-401 LH Plus da Jacto, não verificaram diferenças significativas de deposição entre as faixas de 7,60 m e 15,20 m. Porém, não utilizaram distância maior que 15,20 m.

Corroborando com o resultado obtido neste estudo, Matuo (1983) afirma que para conseguir uma deposição uniforme, é necessário sobrepor as faixas de aplicação, empregando faixas de aplicação que abranjam de 30 a 50% do alcance máximo da máquina.

De acordo com Matiello et al. (2005), na aplicação com canhão, deve-se ter cuidados especiais, aplicando em horas com temperaturas mais amenas e com pouco vento, principalmente à noite. Como a deposição é maior na parte superior da planta, na aplicação com canhão é mais recomendável utilizar produtos sistêmicos com translocação.

Conclusão

A aplicação com pulverizador pneumático foi eficaz nas primeiras linhas de plantio, atingindo a distância de 14,40 m.

Torna-se necessário a sobreposição da aplicação, empregando-se uma faixa

de aplicação correspondente a 50% do alcance máximo do pulverizador.

É viável a utilização do pulverizador pneumático do tipo canhão para controle da ferrugem do cafeeiro, desde que sejam atendidos os critérios técnicos para uma aplicação eficiente, devendo ser recomendado para grandes áreas com plantios adensados, na fase de pré-colheita do café e em caso de necessidade de aplicações emergenciais.

Referências Bibliográficas

BÓCOLI, M.A.; MIRANDA, G.R.B.; CARVALHO, A.R.; ALVES, A.D. Quantificação de depósitos do pulverizador tipo canhão em lavoura cafeeira com espaçamento convencional. **Revista Agrogeoambiental**, v.4, n.2, ago. 2012.

CARVALHO, V.L. de; CHALFOUN, S.M.; CASTRO, H.A. de; CARVALHO, V.D. de. Influência da produção na incidência da ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.401-405, jun. 1996.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.L. de. Controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro através de diferentes esquemas de aplicação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.363-367, mar. 1999.

CHALFOUN, S.M.; LIMA, R D. de. Influência do clima sobre a incidência de doenças infecciosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.31-36, jun. 1986.

CUNHA, R.L. da; MENDES, A.N.G.; CHALFOUN, S.M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.990-996, set./out. 2004.

GARÇON, C.L.P.; ZAMBOLIM, L.; MIZUBUTI, E.S.G.; VALE, F.X.R. do; COSTA, H. Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.486-491, set./out. 2004.

LOPES, U. do N.; RICCI, P.C.; SILVA, D.C. da; PORTO, H.R.P.; MILAGRE, N.S.; ROSADO, A.W.C.; ZAMBOLIM, L. Controle da ferrugem e da mancha de olho pardo do cafeeiro com diferentes programas de aplicação de fungicidas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2011.

SILVA, M.B.; SILVA, M.F.; CANAL, L.; PARTELLI, F.L.; LOPES, M.V.; BORBA, R.S. Uso do hidróxido de cobre no manejo da ferrugem em café conilon no norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 37., 2011, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** Brasília: Embrapa Café, 2011. p.239-240.

ZAMBOLIM, L., MACIEL-ZAMBOLIM, E., VALE, F.X.R., PEREIRA, A. A., SAKIYAMA, N.S.; CAIXETA, E.T. Physiological races of *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. in Brazil – physiological variability, current situation and future prospects. In: Zambolim, L., Maciel-Zambolim, E.; Várzea, V.M.P. (Eds.). **Durable Resistance to Coffee Leaf Rust**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, p.75-98, 2005.

MIRANDA, G.R.B. et al. Avaliação dos depósitos da pulverização em frutos de cafeeiro utilizando dois equipamentos associados a diferentes volumes de calda. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v.4, n.1, p.15-20, abr. 2012.

MATUO, T. **Fitossanidade do Algodoeiro**. Trabalhos Apresentados. In: Simpósio Hoechst – Rio de Janeiro, p 33 - 36. 25 e 26 de agosto de 1983.

MATIELLO, J.B.; FREITAS J.L.; GOUVÊA, L. Fernando. Controle da ferrugem do cafeeiro via canhão-atomizador com formulações de triazóis e estrubirulinas. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira - Coffea**. Ano 2 – Nº 5 – Janeiro/Fevereiro – 2005.