

# EFICÁCIA DO ENXOFRE APLICADO VIA SOLO NO CONTROLE DA CIGARRA *Quesada gigas* (OLIVIER) EM CAFEIEIRO

Paulo Rebelles Reis<sup>1</sup>, Pedro Paulo Reis Rebelles<sup>2</sup>, Marcelo Cláudio Pereira<sup>3</sup>,  
Gilberto Rodrigues Liska<sup>4</sup>, Augusto Ramalho de Moraes<sup>5</sup>

(Recebido: 10 de abril de 2015 ; aceito: 27 de maio de 2015)

**RESUMO:** As cigarras (Hemiptera; Auchenorrhyncha: Cicadidae) que atacam o cafeeiro (*Coffea* spp.) pertencem a diversas espécies e *Quesada gigas* (Olivier, 1790) é a mais comumente encontrada. As ninfas móveis atacam a raiz do cafeeiro, sendo que a sucção contínua de seiva causa o depauperamento das plantas, que se manifesta na parte aérea pelo definhamento, clorose e queda precoce das folhas apicais dos ramos. Os sintomas são sempre mais acentuados nas épocas de déficit hídrico. As consequências finais do ataque resultam em quebra da produção e mesmo perda total da lavoura, se a praga não for controlada a tempo. Objetivou-se, neste trabalho, testar o enxofre 90% (Sulfurgran® - Produquímica) no controle de ninfas da cigarra *Q. gigas*, quando aplicado no solo, nas modalidades sobre a superfície e incorporado ao solo sob a copa dos cafeeiros, nas dosagens de 30, 60 e 90 kg do produto comercial por hectare, em comparação com o thiamethoxam + cyproconazole (Verdadero 600 WG® - Syngenta), aplicado via esguicho (*drench*), no colo das plantas. Cada parcela foi composta de dez plantas, sendo as oito centrais a parte útil. A avaliação da eficiência foi feita por meio da abertura de trincheiras no solo, abrangendo toda a região das raízes e contagem das ninfas móveis vivas, em duas plantas da parte útil de cada parcela. Concluiu-se que o produto Sulfurgran® controlou a cigarra em todas as doses e nas duas modalidades de aplicação, e não diferiu do Verdadero 600 WG®.

**Termos para indexação:** Entomologia agrícola, *Coffea arabica*, Cicadidae, controle não convencional de pragas.

## EFFECTIVENESS OF SULFUR APPLIED TO SOIL IN CONTROLE OF CICADA *Quesada gigas* (OLIVIER) IN COFFEE PLANT

**ABSTRACT:** The cicadas (Hemiptera; Auchenorrhyncha: Cicadidae) that attack coffee plants (*Coffea* spp.) belong to different species and *Quesada gigas* (Olivier, 1790) is the most frequently found. Mobile nymphs attack the root of the coffee, and the continuous sucking sap causes plants depletion, which manifests itself in the shoot by stunting, chlorosis and premature fall of the upper leaves of the branches. The symptoms are always more pronounced during droughts. The final consequences of the attack result in a decrease in production and even total loss of the crop, if the pest is not controlled in time. This study aimed to test the sulfur 90% (Sulfurgran® - Produquímica) in control of cicada nymphs *Q. gigas* when applied to soil surface and in the modalities incorporated into soil under projection of coffee plant canopies at the dosages of 30, 60 and 90 kg per hectare of the commercial product in comparison with the thiamethoxam + cyproconazole (Verdadero 600® WG - Syngenta) applied via *drench* in the lap of plants. Each plot consisted of ten plants, with eight central the useful part. The evaluation of efficiency was made by opening a trench in the soil, covering the entire region of the roots, and counting live nymphs number in two plants of the useful part of each plot. The results show that Sulfurgran® product controlled the cicada, at all doses in both ways of application, and did not differ from Verdadero 600 WG®.

**Index terms:** Agricultural entomology, *Coffea arabica*, Cicadidae, unusual pest control.

### 1 INTRODUÇÃO

As cigarras (Hemiptera; Auchenorrhyncha: Cicadidae) que atacam o cafeeiro (*Coffea* spp.) pertencem a diversas espécies (MARTINELLI, 2004), mas principalmente a três gêneros: *Quesada*, *Fidicinoides* e *Carineta* (REIS et al., 2010).

A espécie *Quesada gigas* (Olivier, 1790) é a mais comumente encontrada em cafeeiros. Suas ninfas móveis medem 20 a 30 mm de comprimento e atacam a raiz principal e as mais grossas do restante do sistema radicular do cafeeiro (REIS et al., 2010).

As cigarras são insetos cuja fase imatura

de ninfa móvel é vivida no solo, agindo despercebidamente nas raízes das plantas até que dão sinal de si pela presença da forma adulta na parte aérea, no período geralmente compreendido entre o final de agosto e outubro de cada ano, e que possuem apenas função reprodutiva (REIS et al., 2010).

As fêmeas das cigarras põem os ovos, de coloração branco-leitosa e formato alongado, agrupados sob a casca dos ramos dos cafeeiros. Em poucos dias, eclodem as ninfas móveis, que pendendo por um filamento, que excretam, descem e penetram no solo, indo localizar-se nas raízes. Os orifícios feitos pelas pequenas ninfas móveis

<sup>1</sup>EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro - Cx. P. 176 - 37.200-000 - Lavras - MG - paulo.rebelles@epamig.ufla.br

<sup>2,3</sup>Crop Test- Teste de Produtos Fitossanitários em Agricultura Ltda. - Cx. P. 3013 -37.200-000 - Lavras - MG - p.rebelles@gmail.com, marcelo.crop@yahoo.com.br

<sup>4,5</sup>Universidade Federal de Lavras / UFLA - Departamento de Ciências Exatas / DEX - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG gilbertoliska@hotmail.com, rmorais@dex.ufla.br

recém-eclodidas, ao penetrarem no solo, são logo obstruídos por causa de seus pequenos diâmetros (SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

Nas raízes, as ninfas móveis, que possuem aparelho bucal sugador, começam a sugar a seiva, cujo excesso é expelido e que também serve para amolecer a terra, facilitando, assim, ao inseto, a abertura com as pernas anteriores (pernas fossoriais ou escavadoras) de uma cavidade (câmara, célula ou galeria), no sentido perpendicular ao ponto em que a ninfa se encontra (SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

Um cafezal muito infestado por cigarras da espécie *Q. gigas* pode apresentar, em média 200 a 400 ninfas móveis por cova, população que causa severo dano às plantas. A sucção contínua de seiva causa o depauperamento das plantas, que se manifesta na parte aérea das mesmas pelo definhamento, clorose e queda precoce das folhas apicais dos ramos. Os sintomas nas plantas são sempre mais acentuados nas épocas de déficit hídrico. As consequências finais do ataque resultam em quebra da produção, e mesmo perda total da lavoura se a praga não for controlada a tempo (SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

O cafeeiro pode suportar, sem sofrer dano, uma infestação de, aproximadamente, 35 ninfas de *Q. gigas* por planta, devendo ser considerado esse nível para a tomada de decisão do início do controle químico. O acréscimo na produção dos cafeeiros recuperados por meio de controle químico, em relação à testemunha, foi em média de 40,5 sacos de café beneficiado por 1.000 covas de duas plantas, no espaçamento de 4,0 x 2,5m (SOUZA; REIS; MELES, 1984 apud REIS et al., 2010).

O uso de inseticidas aplicados via solo é a única modalidade eficiente de controle de ninfas de cigarra, até o momento conhecida, capaz de reduzir a sua população a níveis suportáveis pelas plantas, sem que haja danos econômicos (SOUZA; REIS; MELES, 1984 apud REIS et al., 2010).

Os inseticidas mais usados têm sido os granulados (GR) sistêmicos, p.ex. carbofuran, disulfoton, phorate, terbufos, imidacloprid, thiamethoxam etc., que, para maior eficiência, devem ser aplicados no solo durante o período chuvoso do ano, geralmente no mês de dezembro na maioria das regiões cafeeiras do Brasil, ou aqueles na formulação em grânulos dispersíveis (WG) em água, p.ex. imidacloprid, thiamethoxam etc., que devem ser aplicados na forma de esguicho (*drench*) no colo da planta, também no período chuvoso do ano. Comparativamente, os inseticidas neonicotinoides, p.ex. imidacloprid, thiamethoxam etc., na formulação WG têm se

mostrado mais eficientes do que os mesmos produtos na formulação GR, além de apresentarem menor toxicidade (MATUO et al., 2008; SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

O enxofre como nutriente é essencial para o desenvolvimento de plantas e fundamental na formação da clorofila, pois participa do metabolismo dos carboidratos. Plantas com deficiência de enxofre apresentam diminuição da fotossíntese. A deficiência de enxofre pode não apresentar sintomas visíveis nas plantas. Geralmente, a deficiência que ocorre na lavoura só é visível quando já está severa. Os grânulos de enxofre em contato com a umidade do solo desmancham-se em finíssimas partículas de enxofre que são oxidadas no solo pelas bactérias do gênero *Thiobacillus*, p.ex. *T. denitrificans* Kelly & Harrison, transformando-as em sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) solúvel no solo, principal forma absorvida pelas plantas, processo que ocorre durante toda a fase de crescimento. A ação do fertilizante é prolongada, onde o enxofre é oxidado gradualmente acompanhando o ritmo de absorção durante todo o ciclo da cultura, culminando no florescimento, estágio de maior demanda (MALAVOLTA; MORAES, 2007).

Segundo Nascimento et al. (2014), aplicações de fontes de enxofre como o gesso agrícola ou adubos sulfurados, sulfato de cálcio e sulfato de amônio, no solo não promoveram redução populacional de *Scaptocoris* sp., porém concluíram que a sua utilização promoveu a tolerância das plantas de algodoeiro ao ataque do percevejo-castanho. Os resultados desse estudo reforçam a visão de que fontes de enxofre podem ser úteis para colocar em prática programas de controle de *S. castanea* em algodoeiro.

Vários produtos à base de enxofre podem ser usados no controle de doenças e pragas da agricultura, com destaque para o controle do oídio e de ácaros. No entanto, não foram encontrados em literatura trabalhos recomendando o controle de pragas subterrâneas com enxofre elementar, os encontrados são somente em uso foliar no controle de alguns ácaros-praga e doenças fúngicas, como componente de misturas em biofertilizantes e caldas fitoprotetoras (VENSON et al., 2006, 2013). Há ainda, relatos de controle de doenças fúngicas, principalmente como controle alternativo e/ou em cultivo orgânico (MAZARO et al., 2013).

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito do enxofre 90% no controle de ninfas móveis da cigarra *Q. gigas*, quando aplicado no solo sob a copa das plantas de cafeeiros, em linha contínua sem e com incorporação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitos dois experimentos em anos diferentes e os produtos utilizados, doses aplicadas, modo e número de aplicações, encontram-se relacionados na Tabela 1.

### 2.1 Primeiro experimento (2011 - 2012)

Foi instalado na Fazenda Tomba, município de Lavras, região sul de Minas, Minas Gerais, utilizando plantas 'Catuaí' (*Coffea arabica* L.) com 18 anos de idade, cultivadas no espaçamento de 3,70 x 0,80 m, sendo uma planta por cova.

O delineamento experimental foi o de blocos aos acaso com oito tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta de dez plantas em linha, sendo as oito centrais utilizadas para as avaliações. Entre um bloco e outro foi deixada uma linha de cafeeiros como bordadura.

A aplicação do enxofre 90 % (Sulfurgran 90® - Produquímica Agro, enxofre 90% na forma de pastilhas) foi feita sobre o solo na forma de filete contínuo na projeção da copa das plantas, sem e com incorporação ao solo.

A testemunha positiva (padrão de controle) utilizada foi o inseticida-fungicida thiamethoxam a 300 g i.a. + cyproconazole a 300 g i.a./kg de produto comercial (Verdadero 600 WG®, Syngenta Brasil) aplicado via *drench* no colo das plantas, num total de 50 mL de calda por planta e de um só lado, com um pulverizador costal manual dotado de lança longa e dosador. O produto Verdadero 600 WG® foi utilizado, levando-se em consideração o componente inseticida da mistura, thiamethoxam, ser eficiente no controle da cigarra em cafeeiros (MATUO et al., 2008).

A aplicação dos produtos foi feita no dia 21/11/2011, época das chuvas na região sul de Minas. A avaliação do número de ninfas móveis foi feita por meio da abertura de trincheiras no solo abrangendo toda a região das raízes e contou-se o número das ninfas encontradas vivas, em duas plantas da parte útil de cada parcela em cada avaliação. Foram feitas avaliações em três épocas, a primeira (prévia) em 27/10/2011, antes da aplicação dos produtos; a segunda em 31/01/2012, aos 45 dias após a aplicação dos produtos (DAA) e a terceira em 09/03/2012, aos 90 DAA.

Os dados do número de ninfas móveis vivas de cigarras, obtidos por planta, foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias dos tratamentos, os quais constituem pressuposições da análise de variância. Posteriormente, para avaliar os tratamentos em cada época procedeu-se à análise da variância, com os valores originais, e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância (FERREIRA, 2011). A porcentagem de eficiência foi calculada, conforme Abbott (1925).

Para avaliar os tratamentos conjuntamente nas diferentes épocas de aplicação, foi realizada também a análise de variância conjunta e para avaliar o desempenho dos tratamentos, suas médias foram organizadas em esquema de contrastes mutuamente ortogonais.

**TABELA 1** - Doses de Sulfurgran 90® (enxofre 90%) aplicadas no solo, em duas modalidades, para o controle da cigarra-do-cafeeiro, *Quesada gigas*, em comparação com o Verdadero 600 WG considerado padrão de controle no experimento.

Tratamentos	Dose (g i.a./ha)	Dose (kg p.c./ha)	Modo de aplicação	Número de aplicações
1 - Testemunha	-	-	-	-
2 - Verdadero 600 WG®	300 + 300	1	<i>Drench</i> <sup>1</sup>	1
3 - Sulfurgran 90®	27.000	30	ASS <sup>2</sup>	1
4 - Sulfurgran 90®	54.000	60	ASS	1
5 - Sulfurgran 90®	81.000	90	ASS	1
6 - Sulfurgran 90®	27.000	30	AIS <sup>3</sup>	1
7 - Sulfurgran 90®	54.000	60	AIS	1
8 - Sulfurgran 90®	81.000	90	AIS	1

<sup>1</sup>*Drench* = Aplicação na forma de esguicho no colo da planta. <sup>2</sup>ASS = Aplicação na superfície do solo em linha contínua sob a projeção da copa; <sup>3</sup>AIS = Aplicação com incorporação ao solo em linha contínua sob a projeção da copa.

Foi utilizado o erro padrão da média do experimento, dado pela razão entre a raiz quadrada do quadrado médio do resíduo do experimento e a raiz quadrada do número de repetições, para quantificar a variabilidade entre as médias nas comparações em contrastes e nos testes usuais de comparações múltiplas (BANZATTO; KRONKA, 2006). Essas análises foram realizadas por meio do *software* estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

## 2.2 Segundo experimento (2012 - 2013)

Foi instalado na Fazenda Tomba, município de Lavras, região sul de Minas Gerais, na mesma fazenda onde foi executado o primeiro experimento. Os tratamentos, doses, tamanho das parcelas e delineamento experimental foram os mesmos do experimento anteriormente citado.

A aplicação dos produtos foi feita no dia 26/11/2012, época das chuvas na região, e a avaliação foi realizada de forma semelhante ao experimento anterior. As avaliações foram feitas em cinco épocas, a primeira (prévia) em 12/11/2012; a segunda, em 03/01/2013, aos 30 dias após a aplicação dos produtos (DAA); a terceira, em 03/02/2013 aos 60 DAA; a quarta, em 03/03/2013 aos 90 DAA e a quinta em 03/05/2013, aos 150 DAA.

A análise da variância e a comparação das médias foram feitas como no primeiro experimento.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do número de ninfas móveis vivas por cova de cafeeiro encontrados no primeiro experimento encontram-se apresentados nas Tabelas 2 e 3 e Figura 1, e do segundo experimento nas Tabelas 4 a 6. Para todos os resultados, os resíduos dos modelos de análise de variância podem ser considerados como provenientes de uma distribuição normal ( $p > 0,01$ ) e as variâncias homogêneas ( $p > 0,01$ ).

### 3.1 Primeiro experimento (2011 - 2012)

A amostragem prévia do número de ninfas móveis da cigarra por planta foi realizada em 27/10/2011, antes da aplicação dos produtos que foi feita em 21/11/2011, e foi constatado que a infestação era homogênea na área experimental e apresentava média de 16,1 ninfas, por cova de cafeeiro (Tabela 2).

Após a aplicação dos produtos, na avaliação aos 45 DAA, à exceção do tratamento 30 kg/ha aplicado sobre a superfície do solo, os resultados demonstram que os demais tratamentos com

Sulfurgran 90® não diferiram significativamente entre si, e nem da testemunha positiva (Verdadero 600 WG®), nas doses de 60 e 90 kg/ha, porém diferiram da testemunha negativa (Tabela 2). Embora tenha sido observado menor número de ninfas vivas ao se comparar a maior com a menor dose, não houve diferença significativa entre as mesmas, mostrando que, mesmo na menor dose, o enxofre controlou a cigarra-do-cafeeiro (Tabela 2).

Na avaliação aos 90 DAA, os resultados foram semelhantes àqueles encontrados na avaliação aos 45 DAA, ou seja, todos os tratamentos com enxofre, incluindo também a dose de 30 kg/ha, foram iguais à testemunha positiva (padrão de controle) e iguais entre si, e todos diferiram, significativamente, da testemunha negativa (Tabela 2). O tratamento Sulfurgran 90® na dose de 90 kg/ha na modalidade incorporado ao solo apresentou a maior eficiência de controle das cigarras, aproximadamente 83% (Tabela 2).

### Análise conjunta - Primeiro experimento (2011 - 2012)

A análise de variância conjunta mostrou que o efeito dos tratamentos foi significativo ( $p < 0,05$ ), o efeito das épocas de avaliação dos tratamentos foi significativo ( $p < 0,05$ ), porém o efeito de bloco dentro de cada avaliação não foi significativo ( $p > 0,05$ ) o que significa que os efeitos dos blocos se comportaram igualmente nas três épocas de avaliação. A interação entre as épocas de avaliação e os tratamentos foi significativa ( $p < 0,05$ ), indicando que existiu uma influência das épocas de avaliação no efeito dos tratamentos (Tabela 3).

O primeiro contraste (y1) foi significativo ( $p < 0,05$ ), ou seja, existiu uma diferença entre a utilização e a não utilização de produto químico, para a redução do número de ninfas de cigarra no solo. O segundo contraste (y2) não foi significativo ( $p > 0,05$ ), mostrando, portanto, não existir uma diferença entre os produtos químicos Verdadero e Sulfurgran, no controle da cigarra. O terceiro contraste (y3) também não foi significativo ( $p > 0,05$ ), portanto não houve uma diferença entre os modos de avaliação do Sulfurgran®, ou seja, sem e com incorporação ao solo apresentaram o mesmo nível de controle (Tabela 3).

O teste de médias para o estudo de doses utilizadas do Sulfurgran®, nas duas modalidades de aplicação, não foram significativos ( $p > 0,05$ ), indicando que o aumento da dose não influenciou de maneira significativa na diminuição do número de ninfas de cigarra por cova de cafeeiro, exceto na segunda época de aplicação do Sulfurgran® ASS na dose 30, que apresentou diferença significativa com as doses 60 e 90 e com o método AIS de aplicação (Tabela 2).

**TABELA 2** - Número médio (± erro padrão da média do experimento) de ninfas vivas da cigarra *Quesada gigas* por cova de cafeeiro nas três épocas de avaliação, antes e aos 45 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos produtos e eficiência de controle. Lavras, MG, 27/10/2011 a 09/03/2012.

Tratamentos	Dose (kg de p.c./ha)	Modo de aplicação	Número médio de ninfas vivas da cigarra por cova de cafeeiro nas três épocas de avaliação <sup>1</sup> e eficiência de controle <sup>2</sup>				
			Prévia <sup>1</sup> 27/10/2011	45 DAA <sup>1</sup> 12/01/2012	Eficiência <sup>2</sup> (%)	90 DAA <sup>1</sup> 09/03/2012	Eficiência <sup>2</sup> (%)
1 - Testemunha negativa	-	-	15,00 (2,99) ns NS	25,50 (3,65) b NS	-	19,00 (1,74) b NS	-
2 - Testemunha positiva (Verdadero 600 WG®)	1	<i>Drench</i> <sup>3</sup>	16,75 (2,99) ns NS	12,25 (3,65) a NS	52,00	7,00 (1,74) a NS	63,16
3 - Sulfurgran 90®	30	ASS <sup>4</sup>	16,50 (2,99) ns A	20,50 (3,65) b A	19,60	7,00 (1,74) a B	63,16
4 - Sulfurgran 90®	60	ASS	16,00 (2,99) ns A	8,00 (3,65) a B	68,00	7,25 (1,74) a B	61,84
5 - Sulfurgran 90®	90	ASS	16,00 (2,99) ns NS	11,00 (3,65) a NS	56,70	5,75 (1,74) a NS	67,74
6 - Sulfurgran 90®	30	AIS <sup>5</sup>	16,00 (2,99) ns NS	7,00 (3,65) a NS	72,55	8,25 (1,74) a NS	56,58
7 - Sulfurgran 90®	60	AIS	15,25 (2,99) ns NS	11,25 (3,65) a NS	55,90	6,25 (1,74) a NS	67,11
8 - Sulfurgran 90®	90	AIS	17,25 (2,99) ns NS	7,75 (3,65) a NS	69,61	3,25 (1,74) a NS	82,89
C.V. (%)			20,16	28,30		24,57	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. <sup>2</sup> Porcentagem de eficiência (ABBOTT, 1925). <sup>3</sup> *Drench* = Aplicação na forma de esguicho no colo da planta. <sup>4</sup> ASS = Aplicação na superfície do solo em linha contínua sob a projeção da copa. <sup>5</sup> AIS = Aplicação incorporada ao solo em linha contínua, sob a projeção da copa.

Observou-se também que, apenas a interação das épocas de avaliação com o primeiro contraste foi significativa ( $p < 0,05$ ), o que indica que a comparação da testemunha negativa com o efeito de qualquer um dos produtos químicos mudou ao longo das épocas de avaliação. A mesma conclusão não se aplica para a interação das épocas de aplicação com os outros contrastes, uma vez que o efeito das épocas não influenciou de maneira significativa ao longo do tempo na comparação entre os produtos químicos, nas diferentes aplicações e doses ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3).

Como o resultado do contraste y1 foi positivo (8,58), significa que, em média, é necessária a utilização de um dos produtos químicos na redução da praga, uma vez que os produtos, Sulfurgran® ou Verdadero 600 WG®, proporcionaram diminuição no número médio de ninfas vivas por planta, em relação ao tratamento testemunha negativa (Tabela 3).

O contraste y2, também positivo (4,25), indicou que a utilização do produto Sulfurgran® proporcionou redução no número médio de ninfas vivas por planta equivalente ao produto Verdadero 600WG, uma vez que o teste F do referido contraste não foi significativo, ao nível de 5% de significância (Tabela 3).

O contraste y3, ainda que positivo (1,75), indicou que, ao ser utilizado, o produto químico Sulfurgran® incorporado ao solo (AIS), proporcionou equivalente redução no número médio de ninfas por cova que o uso de Sulfurgran®

somente na superfície do solo (ASS), uma vez que o contraste não foi estatisticamente significativo pelo teste F, ao nível de 5% de significância (Tabela 3).

Possivelmente, devido ao número de avaliações ter sido relativamente baixo, ou seja, três avaliações (prévia, 45 e 90 DAA), não existiram evidências suficientes para que fosse detectada diferença entre os métodos de aplicação nos diferentes tempos de avaliação. Tal fato motivou a realização de um segundo experimento, considerando-se mais épocas de avaliação (prévia, 30, 60, 90 e 150 DAA).

### 3.2 Segundo experimento (2012 - 2013)

A amostragem prévia do número de ninfas móveis da cigarra-do-cafeeiro em 12/11/2012, antes da aplicação dos produtos em 26/11/2012, demonstrou que a infestação era homogênea na área experimental e apresentava média de 21,8 ninfas, por cafeeiro (Tabela 4).

Em 03/01/2013, aos 30 DAA, todos os tratamentos com a aplicação das diferentes doses do Sulfurgran 90® e do Verdadero 600 WG® não diferiram, significativamente, entre si quanto ao número de ninfas por planta, porém diferiram significativamente da testemunha negativa (Tabela 4), mas nenhum atingiu 80% de eficiência, considerada como satisfatória para o controle da praga, neste experimento (Tabela 5).

**TABELA 3** - Análise conjunta do número médio ( $\pm$  erro padrão da média do experimento) de ninfas vivas da cigarra *Quesada gigas*, por cova de cafeeiro, nas três épocas de avaliação, prévia e aos 45 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Lavras, MG, 27/10/2011 a 09/03/2012.

Contrastes	Grupos	Número médio de ninfas vivas de cigarra por cova de cafeeiro nas três épocas de avaliação <sup>1</sup>			Média geral <sup>1</sup>	Estimativa do contraste
		Prévia	45 DAA	90 DAA		
y1	Testemunha	15,00 (2,99) a	25,5 (3,65) a	19,00 (1,74) a	19,83 (1,30) a	8,58
	Produto Químico	16,25 (2,99) a	11,11 (3,65) b	6,39 (1,74) b	11,25 (1,30) b	
y2	Verdadero 600 WG <i>Drench</i> <sup>2</sup>	16,75 (2,99) a	12,25 (3,65) a	7,00 (1,74) a	12,00 (1,30) a	4,25
	Sulfurgran 90®	16,17 (2,99) a	10,92 (3,65) a	6,29 (1,74) a	11,12 (1,30) a	
y3	Sulfurgran 90® ASS	16,17 (2,99) a	13,17 (3,65) a	6,67 (1,74) a	12,00 (1,30) a	1,75
	Sulfurgran 90® AIS	16,17 (2,99) a	8,67 (3,65) a	5,92 (1,74) a	10,25 (1,30) a	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância. <sup>2</sup> *Drench* = Aplicação na forma de esguicho no colo da planta. <sup>3</sup> ASS = Aplicação na superfície do solo em linha contínua sob a projeção da copa. <sup>4</sup> AIS = Aplicação e incorporação ao solo em linha contínua, sob a projeção da copa. <sup>5</sup> y1 = Testemunha negativa vs Produto químico (Verdadero e Sulfurgran). <sup>6</sup> y2 = Verdadero vs Sulfurgran. <sup>7</sup> y3 = Sulfurgran ASS vs Sulfurgran AIS.

**TABELA 4** - Número médio ( $\pm$  erro padrão da média do experimento) de ninfas vivas da cigarra *Quesada gigas*, por cova de cafeeiro, nas cinco épocas de avaliações, antes e aos 30, 60, 90 e 150 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Lavras, MG, 12/11/2012 a 03/05/2013.

Tratamentos	Dose (kg de p.c./ha)	Modo de aplicação	Número médio vivas de cigarra por cova de cafeeiro nas épocas de avaliação <sup>1</sup>				
			Prévia <sup>1</sup>	30 DAA <sup>1</sup>	60 DAA <sup>1</sup>	90 DAA <sup>1</sup>	150 DAA <sup>1</sup>
			12/11/2012	03/01/2013	03/02/2013	03/03/2013	03/05/2013
1 - Testemunha negativa	-	-	22,00 (3,22) ns NS	27,50 (2,55) b NS	30,00 (2,56) b NS	28,00 (1,52) c NS	28,50 (1,43) b NS
2 - Testemunha positiva (Verdadero 600 WG <sup>®</sup> )	1	<i>Drench</i> <sup>2</sup>	26,00 (3,22) ns A	9,50 (2,55) a B	11,50 (2,56) a B	12,50 (1,52) b B	5,50 (1,43) a B
3 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	30	ASS <sup>3</sup>	21,00 (3,22) ns A	16,00 (2,55) a A	8,50 (2,56) a B	7,00 (1,52) a B	5,00 (1,43) a B
4 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	60	ASS	23,50 (3,22) ns A	14,00 (2,55) a B	11,00 (2,56) a B	9,00 (1,52) b B	3,00 (1,43) a C
5 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	90	ASS	20,00 (3,22) ns NS	10,00 (2,55) a NS	10,00 (2,56) a NS	6,50 (1,52) a NS	2,00 (1,43) a NS
6 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	30	AIS <sup>4</sup>	20,00 (3,22) ns A	9,00 (2,55) a B	4,50 (2,56) a C	6,00 (1,52) a C	3,00 (1,43) a C
7 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	60	AIS	19,50 (3,22) ns A	11,00 (2,55) a B	7,00 (2,56) a C	7,00 (1,52) a C	2,00 (1,43) a D
8 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	90	AIS	22,00 (3,22) ns A	11,00 (2,55) a B	4,50 (2,56) a C	4,00 (1,52) a C	1,50 (1,43) a C
C.V. (%)			14,95	20,02	27,71	16,87	31,44

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. <sup>2</sup> *Drench* = Aplicação na forma de esguicho no colo da planta. <sup>3</sup> ASS = Aplicação na superfície do solo em linha contínua sob a projeção da copa. <sup>4</sup> AIS = Aplicação incorporada ao solo em linha contínua sob a projeção da copa.

**TABELA 5** - Porcentagem de eficiência dos produtos no controle da cigarra *Quesada gigas* aos 30, 60, 90 e 150 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Lavras, MG, 03/01/2012 a 03/05/2013.

Tratamentos	Dose (kg de p.c./ha)	Modo de aplicação	Porcentagem de eficiência de controle <sup>1</sup>			
			30 DAA	60 DAA	90 DAA	150 DAA
			03/01/2013	03/02/2013	03/03/2013	03/05/2013
1 - Testemunha negativa	-	-	-	-	-	-
2 - Testemunha positiva (Verdadero 600 WG <sup>®</sup> )	1	<i>Drench</i> <sup>2</sup>	65,45	61,67	55,38	80,70
3 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	30	ASS <sup>3</sup>	41,82	71,67	75,00	82,46
4 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	60	ASS	49,10	63,33	67,86	84,47
5 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	90	ASS	63,64	66,67	76,79	92,98
6 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	30	AIS <sup>4</sup>	67,27	85,00	78,57	84,47
7 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	60	AIS	60,00	76,67	75,00	92,98
8 - Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	90	AIS	60,00	85,00	85,71	94,74

<sup>1</sup> Porcentagem de eficiência (ABBOTT, 1925). <sup>2</sup> *Drench* = Aplicação na forma de esguicho no colo da planta. <sup>3</sup> ASS = Aplicação na superfície do solo em linha contínua sob a projeção da copa. <sup>4</sup> AIS = Aplicação incorporada ao solo em linha contínua, sob a projeção da copa.

Os resultados encontrados em 03/02/2013, aos 60 DAA, foram semelhantes aos observados aos 30 DAA, ou seja, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha negativa e não diferiram entre si (Tabela 4), porém o Sulfurgran 90<sup>®</sup> já alcançou 85 % de eficiência na redução das ninfas da cigarra *Q. gigas*, nas raízes dos cafeeiros, quando foi incorporado ao solo (Tabela 5).

Em 03/03/2013, aos 90 DAA, as maiores eficiências foram encontradas nas maiores doses do Sulfurgran 90<sup>®</sup>, em relação às demais doses do mesmo produto e do Verdadero 600 WG<sup>®</sup> (Tabelas 4 e 5).

Em 03/05/2013, aos 150 DAA, todas as doses do Sulfurgran 90<sup>®</sup> e do Verdadero 600 WG<sup>®</sup> não diferiram significativamente entre si, porém diferiram significativamente da testemunha negativa (Tabela 4), e todos alcançaram mais de 80 % de eficiência no controle das ninfas móveis da cigarra *Q. gigas*, nas raízes dos cafeeiros (Tabela 5).

A porcentagem de eficiência do Sulfurgran 90<sup>®</sup> aumentou com o incremento da dose aplicada, principalmente aos 150 DAA (Tabelas 5).

#### Análise conjunta - Segundo experimento (2012 - 2013)

A análise de variância conjunta mostrou que o efeito dos tratamentos foi significativo ( $p < 0,05$ ), o efeito das épocas de avaliação dos tratamentos também foi significativo ( $p < 0,05$ ) e o efeito de bloco dentro de cada avaliação foi significativo ( $p < 0,05$ ), significando que os efeitos dos blocos se comportaram de maneira diferente nas épocas de avaliação. A interação entre as épocas de avaliação e o tratamento foi significativa ( $p < 0,05$ ), indicando que existiu uma influência da época de avaliação no efeito dos tratamentos (Tabela 6).

O primeiro contraste (y1) foi significativo ( $p < 0,05$ ), ou seja, existiu uma diferença entre a utilização e a não utilização de produto químico no controle da cigarra. O segundo contraste (y2) também foi significativo ( $p < 0,05$ ), o que significa que existiu uma diferença entre os produtos químicos Verdadero 600 WG<sup>®</sup> e Sulfurgran<sup>®</sup>, quanto ao controle da cigarra. O terceiro contraste (y3) também foi significativo ( $p < 0,05$ ), indicando que existiu uma diferença entre os modos de aplicação do Sulfurgran<sup>®</sup>, ou seja, sem e com incorporação ao solo (Tabela 6).

**TABELA 6** - Análise conjunta do número médio ( $\pm$  erro padrão da média do experimento) de ninfas vivas da cigarra *Quesada gigas*, por cova de cafeeiro, nas cinco épocas de avaliação, antes e aos 30, 60, 90 e 150 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Lavras, MG, 12/11/2012 a 03/05/2013.

Contrastes	Grupos	Número médio de ninfas vivas de cigarra por cova de cafeeiro nas cinco épocas de avaliação <sup>1</sup>					Média geral <sup>1</sup>	Estimativa do contraste
		Prévia	30 DAA	60 DAA	90 DAA	150 DAA		
y1	Testemunha	22,0 (3,2) a	27,5 (2,5) a	30,0 (2,6) a	28,0 (1,5) a	28,5 (1,4) a	27,2 (1,05) a	8,58
	Produto Químico	21,7 (3,2) a	11,5 (2,5) b	8,1 (2,6) b	7,4 (1,5) b	3,2 (1,4) b	10,4 (1,05) b	
y2	Verdadero 600 WG <i>Drench</i> <sup>2</sup>	26,0 (3,2) a	9,5 (2,5) a	11,5 (2,6) a	12,5 (1,5) a	6,0 (1,4) a	13,1 (1,05) a	4,25
	Sulfurgran 90 <sup>®</sup>	21,0 (3,2) a	11,8 (2,5) a	7,6 (2,6) a	6,6 (1,5) b	2,75 (1,4) b	9,95 (1,05) b	
y3	Sulfurgran 90 <sup>®</sup> ASS	21,5 (3,2) a	13,3 (2,5) a	9,8 (2,6) a	7,5 (1,5) a	3,3 (1,4) a	11,1 (1,05) a	1,75
	Sulfurgran 90 <sup>®</sup> AIS	20,5 (3,2) a	10,3 (2,5) a	5,3 (2,6) b	5,7 (1,5) a	2,2 (1,4) a	8,8 (1,05) b	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F, a 5% de significância. <sup>2</sup> *Drench* = Aplicação na forma de esguicho no colo da planta. <sup>3</sup> ASS = Aplicação na superfície do solo em linha contínua sob a projeção da copa. <sup>4</sup> AIS = Aplicação e incorporação ao solo em linha contínua sob a projeção da copa. <sup>5</sup> y1 = Testemunha negativa vs Produto químico (Verdadero e Sulfurgran). <sup>6</sup> y2 = Verdadero vs Sulfurgran. <sup>7</sup> y3 = Sulfurgran ASS vs Sulfurgran AIS.



Os testes de médias para o estudo das doses do Sulfurgran® nas duas modalidades de aplicação não foram significativos ( $p > 0,05$ ), indicando que o aumento da dose não influenciou de maneira significativa na diminuição do número de ninfas de cigarra, por planta (Tabela 4).

Observou-se também que, apenas a interação da época de avaliação com o primeiro contraste foi significativa ( $p < 0,05$ ), o que indica que a comparação da testemunha com o uso de algum dos produtos químicos muda ao longo da época de avaliação. A mesma conclusão não se aplica para a interação da época de avaliação com os outros contrastes, uma vez que o efeito da época não influenciou de maneira significativa ao longo do tempo na comparação entre os produtos químicos nas diferentes épocas de avaliação e doses ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

Como o resultado do contraste y1 é positivo (8,58), significa que, em média, é vantajoso utilizar qualquer um dos produtos químicos, uma vez que, tanto o Sulfurgran® como o Verdadero 600 WG® proporcionaram diminuição no número médio de ninfas vivas, por planta (Tabela 6).

O contraste y2, também positivo (4,25), indica que a utilização do produto Sulfurgran® proporcionou maior redução no número médio de ninfas vivas por planta, do que o Verdadero 600 WG® (Tabela 6).

O contraste y3, também positivo (1,75), indica que a utilização do produto químico Sulfurgran® incorporado ao solo proporcionou maior redução no número médio de ninfas por cova, do que o uso de Sulfurgran® não incorporado ao solo. Portanto, a utilização do produto químico Sulfurgran®, incorporado ao solo, foi o método mais eficiente para reduzir o número de ninfas vivas por cova, independente da época de avaliação (Tabela 6).

Algumas hipóteses podem ser discutidas para explicar o efeito do enxofre sobre a cigarra do cafeeiro, que foi encontrado neste trabalho.

Quando são usados inseticidas como o aldicarb (carbamato), o seu metabolismo no solo envolve hidrólise do éster carbâmico e oxidação do enxofre em derivados sulfóxido e sulfona. Os produtos da hidrólise são compostos sem ou com baixa atividade inseticida, e, portanto, pouco tóxico aos organismos do solo. Já os produtos da oxidação do enxofre são inibidores da colinesterase (RISHER; MINK; STARA, 1987), o que pode ser uma das hipóteses a explicar porque o enxofre aplicado no solo se torna um potente inseticida e proporciona alta eficiência no controle das cigarras nas raízes dos cafeeiros.

Oxidação do enxofre elementar ou sulfitos (reduzido) é a transformação em sulfatos sob a ação de bactérias. Este processo é favorecido por

grandes quantidades de oxigênio, temperaturas altas, umidade e grandes populações de micro-organismos ( $S + H_2O + O_2 + \text{bactérias} = H_2SO_4$ ). A oxidação tem um efeito acidificante, razão pela qual se utiliza o enxofre elementar em solos alcalinos, ou quando se pretende baixar o pH do solo, ou aumentar a acidez do solo. Na transformação do S inorgânico, as bactérias do gênero *Thiobacillus* são as mais importantes na oxidação de compostos reduzidos no solo (LENS et al., 2000 apud PINTO; NAHAS, 2002). Os micro-organismos heterotróficos oxidam o S elementar a tiosulfato, tetrationato e pentationato, resultando como produto final o sulfato (KELLY et al., 1997 apud PINTO; NAHAS, 2002).

Produtos à base de enxofre, como por exemplo, a calda sulfocálcica, que, tradicionalmente tem sido utilizada no controle de doenças fúngicas e também como inseticida e acaricida, e o efeito tóxico desse produto é considerado como sendo consequência da liberação de gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e enxofre coloidal, quando aplicado em pulverização sobre as plantas (ABBOT, 1945; PÓLITO, 2001 apud VENSON et al., 2005) e provavelmente o mesmo pode acontecer quando o enxofre é aplicado no solo, como foi feito neste trabalho.

Portanto, os produtos da oxidação do enxofre, que são inibidores da enzima acetilcolinesterase, podem ser uma das hipóteses a explicar porque o enxofre aplicado no solo se torna um potente inseticida e proporciona alta eficiência, no controle das cigarras nas raízes dos cafeeiros. Também, o efeito tóxico desse produto devido à liberação de gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e enxofre coloidal no solo é a outra hipótese que pode explicar o efeito inseticida sobre a cigarra-do-cafeeiro, encontrado neste trabalho.

O Sulfurgran 90® mostrou ser um produto ideal para uso em manejo ecológico da cigarra-do-cafeeiro e também para uso na agricultura orgânica, já que é considerado um fertilizante e seu uso é permitido nessa modalidade de cultivo.

#### 4 CONCLUSÕES

O produto Sulfurgran 90® (enxofre 90% pastilhado) reduz o número de ninfas móveis vivas da cigarra-do-cafeeiro, (*Q. gigas*) nas raízes, quando aplicado na superfície do solo em filete contínuo na projeção da copa dos cafeeiros, com ou sem incorporação, nas doses entre 30, 60 e 90 kg do produto comercial por hectare.

O Sulfurgran 90®, quando aplicado em filete contínuo na projeção da copa das plantas e incorporado ao solo é mais eficiente na redução da infestação da cigarra-do-cafeeiro do que quando aplicado na superfície do solo, sem incorporação.

## 5 AGRADECIMENTOS

À Produquímica Agro, pelo apoio para a realização do trabalho e cessão do Sulfurgran 90®; ao CNPq pela concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa ao primeiro autor do trabalho; e ao Técnico Agrícola Daniel Nascimento Mesquita, da Crop Test - Teste de Produtos Fitossanitários em Agricultura Ltda., pelo apoio nas avaliações de campo.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, p. 265-267, 1925.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 189-249.
- MARTINELLI, N. M. Cigarras associadas ao cafeeiro. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. da (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA Agropecuária Oeste; Cruz Alta: FUNDACEP; FECOTRIGO, 2004. p. 517-541.
- MATUO, T. K. et al. Desenvolvimento de equipamento motorizado para aplicação líquida de produtos fitossanitários na cultura do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 543-553, jul./set. 2008.
- MAZARO, S. M. et al. Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3285-3294, 2013. Suplemento 1.
- NASCIMENTO, V. L. do et al. Sulphur sources on the management of *Scaptocoris castanea* (Hemiptera: Cydnidae) on cotton. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 40, n. 1, p. 15-20, 2014.
- PINTO, C. R. O.; NAHAS, E. Atividade e população microbiana envolvida nas transformações do enxofre em solos com diferentes vegetações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1751-1756, dez. 2002.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 10 out. 2014.
- REIS, P. R. et al. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, 2010. p. 573-688.
- RISHER, J. R.; MINK, F. L.; STARA, J. F. The toxicologic effects of the carbamate insecticide aldicarb in mammals: a review. **Environmental Health Perspectives**, North Carolina, v. 72, p. 267-281, 1987.
- SOUZA, J. C. de; REIS, P. R.; SILVA, R. A. **Cigarras-do-cafeeiro: histórico, biologia, prejuízos e controle**. 2. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 48 p. (Boletim Técnico, 80).
- VENSON, M. et al. Lime sulfur toxicity to broad mite, to its host plants and to natural enemies. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 69, n. 6, p. 738-743, 2013.
- VENZON, M. et al. Potencial de defensivos alternativos para o controle do ácaro-branco em pimenta “Malagueta”. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 2, p. 224-227, abr./jun. 2006.
- VENSON, M. et al. Tecnologias alternativas para o controle de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 76-84, 2005. Edição especial.