

## **EFICÁCIA DE CABINES ADAPTADAS NA PROTEÇÃO DOS OPERADORES DE TRATORES EM APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS NA CULTURA DA MACIEIRA.**

**FERNANDO C. BAUER<sup>1\*</sup>; ALBERTO K. NAGAOKA<sup>1</sup>; THIAGO E. MOREIRA<sup>2</sup>; LUCAS SOLLE<sup>2</sup>; RENAN TRAMONTIN<sup>2</sup>; JOHN SOLLE<sup>2</sup>; JOSÉ G. C. P. PINTO<sup>2</sup>; LUIZ C. GARCIA<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Department of Agricultural Engineering, Federal University of Santa Catarina. Rod Admar Gonzaga, 1346, caixa postal 376. Itacorubi, 88034-450. Florianópolis, Santa Catarina State, Brazil.

<sup>2</sup> Faculty of Agronomy, Federal University of Santa Catarina. Rod Admar Gonzaga, 1346, caixa postal 376. Itacorubi, 88034-450. Florianópolis, Santa Catarina State, Brazil.

<sup>3</sup> Department of Soil Science and Agricultural Engineering, State University of Ponta Grossa. Av. Gal Carlos Cavalcanti, 4748. Uvaranas, 84030-900. Ponta Grossa, Paraná State, Brazil.

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** Em pulverizações agrícolas muitas gotas não se depositam no alvo, contaminando o ambiente e o trabalhador. Visando avaliar a exposição dérmica potencial e a eficiência de isolamento da cabine em aplicações de agrotóxicos foram instalados experimentos em pomares de maçã. A calda foi composta por água mais os produtos Captan (3,0 L ha<sup>-1</sup>) e Fenitrotion (1,5 L ha<sup>-1</sup>). Estimou-se a exposição dérmica com uso de absorvente íntimo feminino afixados na vestimenta do operador e no interior da cabine. A determinação analítica foi feita por Cromatografia Líquida em cromatógrafo, com detector de UV-VIS e arranjo específico de díodos. Os analitos foram extraídos por ultrassom, conforme determinação da NBR 10004 e descrito pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América. Não foram detectados os comprimentos de onda referentes aos produtos testados até o limite de 200 µg kg<sup>-1</sup>, indicando haver boa vedação e isolamento do operador dentro das cabines testadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** segurança do trabalhador, turboatomizador, *Malus spp.*

### **EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF THE NON-ORIGINAL TRACTOR CABIN TO PROTECT OPERATOR IN PESTICIDE APPLICATION ON APPLE ORCHARD.**

**ABSTRACT:** During the pesticide application many droplets are not deposited on the target and is lost to the environment. This study aimed to evaluate the potential dermal exposure and the cabin insulation efficiency in pesticide applications in apple orchards. The spray was composed of water plus captan (3.0 L ha<sup>-1</sup>) and fenitrothion (1.5 L ha<sup>-1</sup>). The dermal exposure was estimated by the use of absorbent cotton pads fixed in the operator's protective clothing and inside the cab. The analytical determination was done by Liquid Chromatography with UV-VIS detector and specific diodes array. The analytes were extracted by ultrasound, as established by the NBR 10004 and described by the United States Environmental Protection Agency. The wavelengths related to the products tested were not detected up to the limit of 200 µg/kg, indicating that there is good sealing and insulating of the operator inside tested cabins.

**KEY WORDS:** air assisted sprayer, pesticide application, *Malus spp.*

**INTRODUÇÃO:** O cultivo da macieira no Brasil, produziu 1,37 mil toneladas de frutas, colhidas em 38,3 mil hectares concentrados nos estados do sul (IBGE, 2013). O sistema de produção

predominante é dependente da utilização de produtos fitossanitários para controle de pragas ou doenças. Contudo, muitos problemas têm ocorrido em relação a intensidade e volume utilizado desses produtos, especialmente quando ocorre a contaminação de áreas ou organismos não alvo pela deriva ou resultantes da exposição de trabalhadores quando de sua aplicação (DAMALAS & ELEFTHEROHORINOS, 2011). O uso desses produtos adiciona aspectos importantes relacionados a segurança ocupacional e riscos a saúde dos trabalhadores envolvidos (LANDERS, 2007). A exposição será maior naqueles responsáveis pela diluição do produto e para os operadores de máquinas e pulverizadores que devem aplica-los em diversas áreas várias vezes durante o ciclo da cultura (MATTHEWS, 2006). Para esses trabalhadores, as principais vias de absorção desses produtos são a dérmica e respiratória (TÁCIO et al., 2008). Geralmente, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) é a única medida de proteção que se tem recomendado para o trabalho em pulverizações de agrotóxicos. Entretanto, esses equipamentos são comumente indicados e utilizados de forma incorreta, além de serem bastante desconfortáveis. Embora recentemente os pulverizadores tenham tido significativa evolução, pouco se fez para aumentar a segurança dos operadores quando do uso de pulverizadores de arrasto. Nesse sentido, a adoção de cabines fechadas equipadas com filtros tem sido a solução em diversos países (CAPACCI & RONDELLI, 2014). Assim, o presente trabalho teve como objetivos estimar a eficiência de duas cabines não originais instaladas em tratores de pneus na redução da exposição dérmica de operadores durante pulverizações na cultura da maçã.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As avaliações foram efetuadas em área com a cultivar Galaxy com seis anos de idade e espaçamento de 3,5 x 0,60 m, no município de Fraiburgo/SC. A calda foi composta por água mais o produto Captan e Fenitrothion diluídos de forma a obter 3,0 L/ha e 1,5 L/ha, respectivamente. No momento do preparo e da colocação da calda no tanque do pulverizador o operador já se encontrava dentro da cabine, vestidos com EPI específico novo e com todos os coletores e amostradores instalados e afixados ao EPI e no interior da cabine do trator. O trator utilizado nas aplicações foi lavado externamente no dia anterior as aplicações. Nas aplicações foi utilizado um trator Massey Ferguson Modelo 4275 - 4 x 2 TDA a velocidade de 5,8 km h<sup>-1</sup>, equipado com cabine adaptada fabricada por empresa local. O pulverizador, da Marca Jacto Modelo Arbus 1500, foi regulado previamente pelo operador e instaladas pontas novas de jato cônico vazio de alumina e vazão de 1,25 L min<sup>-1</sup>, operadas a 827,3 kPa (120 psi) de modo a obter 900 L ha<sup>-1</sup>. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi estimada por cronometragem com o trator em ordem de trabalho, tomada de potência ligada e em primeira marcha simples, com a rotação mantida fixa de modo a resultar em 540 rpm na TDP, aferida imediatamente antes das aplicações através de tacômetro digital. Para estimativa da exposição dérmica utilizou-se absorvente íntimo feminino da marca Carefree® como coletores, conforme metodologia utilizada por Machado Neto et al.(1992), afixados diretamente na vestimenta (EPI) do operador, sendo um em cada ante-braço, um em cada braço, um no peito, um em cada coxa, um em cada perna, um afixado no alto da cabeça por cima do boné do EPI e um nas costas, totalizando 11 coletores. A pulverização foi feita por 40 minutos, momento em que houve a parada do conjunto e retirada dos coletores. O EPI utilizado pelo operador consta de equipamento novo, adquirido de empresa com selo de qualidade “Quepia”, específico para aplicações com agrotóxicos, confeccionado em algodão impregnado com camada externa hidrorrepelente, composto de calça comprida, jaleco de mangas compridas, botas de borracha, touca árabe, luvas de nitrila e respirador. Para identificar contaminações no interior do habitáculo foram afixados no interior da cabine, um coletor em cada vidro lateral superior e inferior de ambos os lados e outros dois coletores nos vidros traseiro superior e no respiro inferior. A determinação analítica das possíveis contaminações, em todos os coletores para os produtos estudados foi feita no Laboratório de Análises Químicas da UFSC com utilização de Cromatografia Líquida em Cromatógrafo de alta eficiência marca Agilent®, com detector de UV-VIS equipado com arranjo específico de diodos. Os analitos foram extraídos através de metodologia de extração por ultrassom, conforme determinação da NBR 10004 e descrito pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América – USEPA. Ao se proceder a extração e análise dos analitos foram considerados aspectos como perfume e corantes contidos nos absorventes de modo a conseguir isolamento dos picos e tempo de retenção observados para essas substâncias e seletividade na matriz. A avaliação das

exposições dérmica foi feita individualmente para cada amostra, comparando-se a concentração do ingrediente ativo na calda aplicada e os valores recuperados nas análises.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 mostra a confiabilidade do método em relação aos contaminantes encontrados nos coletores utilizados – absorventes íntimos femininos. Pode-se visualizar que o tempo de retenção dos produtos não coincide com nenhum dos tempos de retenção dos contaminantes, indicando que as leituras nesse tempo são, realmente, oriundas da presença dos produtos nas amostras.

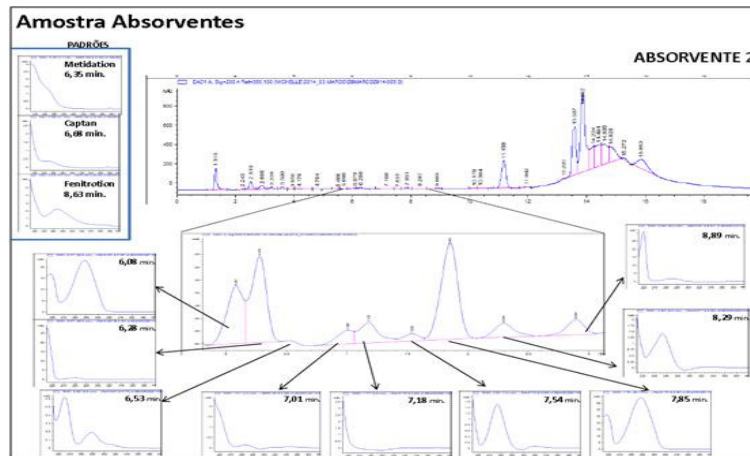


Figura 1. Tempo de retenção dos produtos testados e dos contaminantes encontrados nos absorventes utilizados em estudos de exposição do operador de trator com cabine adaptada durante aplicação de agrotóxicos na cultura da maçã.

Para estimativa da concentração dos produtos foram confeccionadas equações de recuperação para os dois produtos utilizados, de modo a permitir a transformação dos dados da leitura do cromatógrafo em  $\text{mg L}^{-1}$ , ambas as equações resultaram em  $R^2$  acima de 99%. Na Figura 2 é possível visualizar, no gráfico ampliado, picos bastante precisos e claros de detecção para concentrações da ordem de  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , por ocasião da confecção das curvas de recuperação, indicando clareza e precisão nas análises.

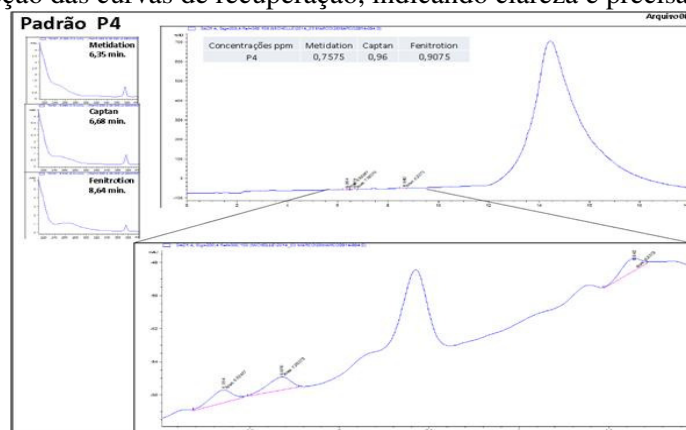


Figura 2. Tempo de retenção e ampliação do ponto de leitura dos produtos Captan ( $0,960 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Fenitrocion ( $0,907 \text{ mg kg}^{-1}$ ) testados em estudos de exposição do operador de tratores com cabine adaptada durante aplicação de agrotóxicos na cultura da maçã.

A Tabela 1 mostra que os valores de detecção para os absorventes afixados no EPI do operador, no interior da cabine, ficaram todos abaixo do limite de detecção do cromatógrafo. É possível verificar que em nenhuma das amostras foi detectada a presença de nenhum dos produtos testados, para o limite de detecção de  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ . O mesmo resultado foi obtido em todas as amostras afixadas no interior

da cabine do trator. Os limites seguros de detecção pela metodologia utilizada foram de 0,125 e 0,195 mg kg<sup>-1</sup>, para os produtos Captan e Fenitrothion, respectivamente. A análise estatística não foi efetuada por não haver sido detectado nenhum nível de contaminação.

Tabela 1. Massa das amostras, área de detecção e concentração dos produtos avaliados em cromatógrafo HPLC/UV Agilent para detecção de contaminação com agrotóxicos em operadores de tratores equipados com cabines adaptadas. 2013.

<b>Amostra</b>	<b>Massa da amostra (g)</b>	<b>Área de detecção</b>	<b>Concentração do produto (µg kg<sup>-1</sup>)</b>
Braço direito	1,802	<LOD*	<LOD
Braço esquerdo	2,158	<LOD	<LOD
Ante-braço direito	1,991	<LOD	<LOD
Ante-braço esquerdo	1,817	<LOD	<LOD
Perna direita	1,752	<LOD	<LOD
Perna esquerda	1,988	<LOD	<LOD
Coxa direita	2,055	<LOD	<LOD
Coxa esquerda	2,124	<LOD	<LOD
Peito	2,223	<LOD	<LOD
Alto da cabeça	2,047	<LOD	<LOD
Costas	1,885	<LOD	<LOD
Vidro traseiro da cabine	2,075	<LOD	<LOD
Vidro esquerdo da cabine	1,822	<LOD	<LOD
Vidro direito da cabine	1,818	<LOD	<LOD
Vidro da porta da cabine	2,144	<LOD	<LOD

- - LOD = Limit of detection

**CONCLUSÕES:** Os resultados das análises das amostras de coletores afixados ao EPI e no interior da cabine permitem afirmar que, dentro dos limites de detecção do cromatógrafo de 200 µg kg<sup>-1</sup> e do método de extração avaliado não foram detectados os comprimentos de onda referentes aos produtos fenitrothion (Sumithion) e captan (Orthocid), indicando boa vedação e isolamento do operador em seu interior.

#### REFERÊNCIAS:

- CAPACCI, E.; RONDELLI, V. Tractor cab to protect operator from hazardous substances in spray application. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING – AgEng 2014, Zurich. 6 – 10 July. Zurich. **Proceedings...**, 2014.  
Disponível em: <www.eurageng.eu>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2015.
- DAMALAS, C.A.; ELEFTHEROHORINOS, I.G. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. n. 8, v. 5, p.1402-1419, 2011.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. v.36, n.1, 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/Levantamento\_Sistematico\_da\_Producao\_Agricola\_[mensal]/Fasciculo/2013/lspa\_201301.pdf>. Acesso em: 26 de setembro de 2014.
- LANDERS, A. How can we successfully protect the sprayer operator? Disponível em: <www.nysaes.cornell.edu/ent/faculty/landers/pestapp>. Acesso em 25 de fevereiro de 2015.
- MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T.; MATUO, Y.K. Dermal exposure of pesticide applicators in staked tomato (*Lycopersicon esculentum*) crops: efficiency of a safety measure in the application equipment. *Bull of Environ Contaminat and Toxicol*, New York, v.48, p.529-34, 1992.
- MATTHEWS, G.A. Pesticide: healthy, safety and the environmental. Blackwel. 2006. 234p.
- TACIO, M.B.; OLIVEIRA, M.L.; MACHADO NETO, J.G. Eficiência de vestimentas hidrorrepelentes novas na proteção do tratorista em pulverizações de agrotóxicos em goiaba com o turboatomizador. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.30, n.1, 2008.