

ARTIGO TÉCNICO

ASPECTOS QUALITATIVOS DA AVALIAÇÃO DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE BARRA NA REGIÃO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS

CLEYTON B. DE ALVARENGA¹, JOÃO P. A. R. DA CUNHA²

RESUMO: A inspeção periódica de pulverizadores é uma importante ferramenta para melhorar a tecnologia de aplicação de defensivos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado de funcionamento de pulverizadores agrícolas na região de Uberlândia - MG, e a metodologia de inspeção para as condições brasileiras. As avaliações foram realizadas em propriedades rurais visitadas aleatoriamente e consistiram em um questionário preenchido pelo operador das máquinas e da inspeção propriamente dita dos pulverizadores. Os itens avaliados foram: existência de vazamentos, mangueiras e conexões, filtros, válvulas antigotejo, pontas de pulverização na barra, proteção de partes móveis, orientação por faixa e monitoramento das condições climáticas. A inspeção mostrou a necessidade da implantação de um programa de avaliação frequente desses equipamentos, visto que a manutenção dos pulverizadores hidráulicos de barra está sendo feita de forma incorreta. A metodologia utilizada mostrou-se adequada para a avaliação qualitativa do estado de funcionamento de pulverizadores agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia de aplicação, aplicação de defensivos, inspeção de máquinas agrícolas.

QUALITATIVE ASPECTS OF BOOM HYDRAULIC SPRAYER EVALUATION IN THE REGION OF UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT: Sprayer periodic inspection is an important tool to improve pesticide application technology. The objective of this work was to evaluate the working conditions of boom sprayers in the region of Uberlândia - MG, and the inspection methodology for Brazilian conditions. The evaluations were done in farm properties randomly visited and consisted of a questionnaire filled out by the equipment operator and by the inspection team during the in loco visits. The items evaluated were: presence of leakage, hoses and connections, filters, anti-dripping gauges, spray nozzles, protection of mobile parts, guidance by track and environmental conditions monitoring. The results indicated the need to implement a frequent evaluation program for this equipment, since boom maintenance is being done incorrectly. The method used was adequate to evaluate the working conditions of the agricultural boom sprayers.

KEYWORDS: spray technology, pesticide application, agricultural machinery inspection.

INTRODUÇÃO

Qualquer técnica recomendada para a aplicação de defensivos deve conseguir controlar insetos, plantas daninhas e doenças, utilizando uma dose mínima, e distribuir o produto de maneira que se alcance a maior eficácia, sem, entretanto, causar efeitos negativos ao ambiente. O sucesso de um programa de tratamento fitossanitário, na agricultura, depende fundamentalmente da utilização de produto de eficácia comprovada e de uma tecnologia desenvolvida para sua aplicação.

Dessa forma, é preciso que se estabeleçam métodos de controle das aplicações de defensivos, principalmente no que diz respeito às máquinas aplicadoras. Alguns países europeus, principalmente, já atentaram para isso e tornaram obrigatória a avaliação dos equipamentos de aplicação e o treinamento de seus operadores (GANZELMEIER & WEHMANN, 2007). No Brasil,

¹ Eng^o Agrônomo, doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, Fone: (0XX31) 3899.2729, cleytonbatista@yahoo.com.br.

² Prof. Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, UFU, Uberlândia - MG, jpcunha@iciag.ufu.br.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 8-4-2009

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 12-12-2009

com exceção de alguns casos isolados, pouco ainda foi feito a respeito. A inspeção periódica de pulverizadores é uma importante ferramenta para melhorar a tecnologia de aplicação de defensivos (GIL, 2007).

O conhecimento do estado atual dos pulverizadores agrícolas no Brasil é fundamental, principalmente na região dos Cerrados, onde a agricultura é praticada intensivamente. A partir dele, será possível justificar a criação de um programa de inspeção, que tenha como objetivo reduzir o impacto ambiental, melhorar a eficiência das aplicações e colaborar com os programas de certificação (ANTUNIASSI & GANDOLFO, 2005).

No Centro de Testes de Pordenone, na Itália, por exemplo, cerca de 100 pulverizadores são inspecionados a cada ano na região produtora de frutas. Por volta de 39 % e 11 %, respectivamente, da área total dos pomares (700 ha) e de vinhas (5.500 ha), em torno desse distrito, são tratados com pulverizadores inspecionados ao menos uma vez a cada cinco anos (PERGHER, 2004). Isso tem resultado na diminuição dos problemas referentes à aplicação dos agroquímicos. Na Alemanha, KOCH (1996) propôs uma metodologia de avaliação em pulverizadores dividindo-a em qualitativas (observadas) e quantitativas (medidas). As observações qualitativas são feitas observando o estado geral de manutenção, presença de vazamentos, proteção das partes móveis, estado dos filtros, entre outras. As quantitativas incluem avaliação da vazão das pontas, comprimento real da barra e velocidade de deslocamento, sendo esses três parâmetros utilizados para a determinação da correta calibração.

Contudo, além da qualidade do pulverizador, outro fator que interfere sobremaneira na aplicação de defensivos é a condição meteorológica durante sua execução. Para SANTOS & MACIEL (2006), a falta de conhecimento sobre as condições favoráveis à aplicação, principalmente o desconhecimento da temperatura e da velocidade do vento, contribui muito para a perda na qualidade da aplicação. Assim, também é importante conhecer a forma como os operadores utilizam para conhecer essas condições e definir pelo início ou não da aplicação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado de funcionamento de pulverizadores agrícolas na região de Uberlândia e a metodologia específica de avaliações qualitativas para as condições brasileiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na região de Uberlândia, Minas Gerais. Trata-se de uma área do Cerrado Brasileiro, caracterizada por médias e grandes propriedades produtoras de grãos. Foram visitadas 26 propriedades rurais, escolhidas aleatoriamente, que possuíam pulverizadores hidráulicos de barra. Foi feita uma parceria com o Clube Amigos da Terra de Uberlândia, com o objetivo de divulgar e facilitar a entrada dos avaliadores nas propriedades.

Inicialmente, foi montada uma estrutura auxiliar para as avaliações, bem como definida a metodologia de análise. Para os levantamentos de campo da parte qualitativa, utilizou-se uma máquina fotográfica digital, para aquisição de imagens do estado de funcionamento dos pulverizadores e um termo-higroanemômetro Kestrel 4000, para monitoramento das condições de umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura.

As avaliações consistiram em um questionário que foi aplicado pela equipe de avaliação e respondido pelos operadores e/ou proprietários das máquinas e pela inspeção propriamente dita dos pulverizadores. Após a descrição do equipamento, conforme proposto por KOCH (1996), as avaliações foram realizadas do ponto de vista qualitativo do estado geral do pulverizador. As avaliações seguiram a metodologia proposta por GANDOLFO & ANTUNIASSI (2003), com algumas modificações. Os itens avaliados foram: existência de vazamentos, mangueiras e conexões, filtros, válvulas antigotejo, pontas de pulverização na barra, proteção de partes móveis, forma de orientação por faixa e monitoramento das condições climáticas.

Por meio de entrevista com os operadores, foi possível determinar se antes e durante as pulverizações eram feitos acompanhamentos das condições climáticas, principalmente no que se refere à umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura.

Os vazamentos, quando ocorreram, foram identificados e localizados, independentemente da quantidade e do local encontrado. Essa avaliação foi realizada colocando a máquina em operação e observando a ocorrência dos mesmos. Tomou-se o cuidado para que os técnicos não interferissem na condição original da máquina, e assim não mascarassem o resultado real de funcionamento dos pulverizadores nas propriedades.

A presença de mangueiras e conexões encontradas rompidas, trincadas, fissuradas, dobradas ou que apresentaram qualquer outro tipo de dano que poderia ter influenciado na operação de pulverização foram identificadas e localizadas. Os equipamentos que apresentaram esse problema foram considerados inaptos para realizar a aplicação de defensivos.

O filtro principal foi retirado após as avaliações dinâmicas, e a observação foi realizada considerando a presença de fissuras e obstruções devido ao acúmulo de resíduos de produtos aplicados e à má qualidade da água e da agitação do produto no tanque ou outro tipo de dano, tanto na malha, quanto na carcaça. Para os filtros de linha e de bico, foi verificada, também, sua presença.

Além da presença, os antigotejadores foram avaliados quanto a sua funcionalidade. Quando, após a interrupção do bombeamento de água, impediram completa e instantaneamente a passagem de líquido através das pontas, eles foram considerados funcionais.

As partes móveis foram consideradas protegidas desde que apresentassem segurança ao operador durante as operações de manutenção, abastecimento, transporte, regulação e calibração do equipamento, e não apresentassem espaços que permitissem a colocação de ferramentas e/ou membros do corpo em contato com elas durante seu funcionamento. Foram consideradas como partes móveis: eixo cardã, correias e polias.

Os técnicos observaram, também, cada ponta, para confirmar se eram iguais na barra de aplicação. Pulverizadores que apresentavam pontas diferentes na barra foram considerados inadequados para a realização da operação de pulverização.

Por meio do questionário aplicado aos operadores e produtores, foi verificado qual o sistema de orientação por faixa utilizado pelos operadores. As respostas foram analisadas e apresentadas na forma de percentual de cada forma de orientação empregada na região estudada, em relação ao total de máquinas avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 34 pulverizadores de barra em propriedades produtoras de milho, soja e feijão, durante a safra de 2007/2008. Verificou-se que um número elevado de pulverizadores encontrava-se inadequadamente funcionando, e que os operadores, em sua maioria, desconheciam a condição funcional dos equipamentos. Muitos demonstraram estar despreparados para realizar uma operação de pulverização de defensivos. Para REIS et al. (2005), há necessidade de treinamento específico dos operadores e intensificação da cobrança de responsabilidade dos mesmos com as máquinas.

Apesar de ter sido feita uma palestra de esclarecimento sobre o programa de avaliação, em uma reunião no Clube Amigos da Terra de Uberlândia, alguns produtores mostraram-se com receio de alguma forma de punição, principalmente pela iniciativa ter sido tomada por um órgão federal (Universidade Federal de Uberlândia). Por outro lado, muitos produtores, após a realização das avaliações e do recebimento das sugestões de melhoria, solicitaram a continuidade do programa.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados de algumas características qualitativas que foram analisadas segundo critério onde se considerava o item como regular ou irregular, de acordo com parâmetros de funcionamento considerados adequados para se fazer o controle fitossanitário.

TABELA 1. Parâmetros qualitativos dos pulverizadores avaliados na região de Uberlândia - MG, segundo sua funcionalidade. **Qualitative parameters of boom sprayers evaluated in the region of Uberlândia - MG, according to its function.**

Item Avaliado	Pulverizadores com Irregularidades (%)
Condições climáticas	70,0
Vazamentos	61,8
Válvulas antigotejo	47,1
Avaliação das pontas na barra	26,5
Proteção de partes móveis	25,0
Presença e conservação do filtro de linha	19,4
Presença e conservação do filtro de bico	16,1
Mangueiras e conexões	14,7
Presença e conservação do filtro principal	3,3

A aplicação de defensivos agrícolas está diretamente ligada a características do produto, do pulverizador e do ambiente, como temperatura, umidade e velocidade do vento. Levando em conta estes últimos aspectos, constatou-se que, em muitas propriedades, não é feito qualquer acompanhamento das condições climáticas. A agricultura, por ser um negócio praticado a céu aberto, exige, do produtor, o monitoramento das condições do clima, para auxiliar na tomada de decisão quanto à entrada de pulverizadores na área. Os resultados sugerem que a eficiência das aplicações nessas propriedades pode melhorar, a partir do momento em que se adotar o monitoramento das condições climáticas.

Um dos fatores que mais contribui para discussões entre ambientalistas e defensores da agricultura comercial é a contaminação do ambiente provocada pela aplicação de defensivos, sendo a deriva ocasionada pelo vento uma das grandes provocadoras de contaminação a povoados próximos a áreas agrícolas. Assim, formas de controlá-la devem ser estudadas, e a mais eficaz é o monitoramento das condições climáticas antes e durante as aplicações.

Dentre os fatores que interferem no volume de aplicação na eficácia do controle e que oneram a aplicação de agroquímicos está a presença de vazamentos. Por estarem presentes na maioria dos equipamentos em tamanhos e locais variados, esses têm sua importância subestimada, passando a fazer parte do pulverizador por muitos anos. O estudo mostrou que um número muito expressivo dos pulverizadores (61,8%) apresentava algum tipo de vazamento. Esse valor é muito alto, visto que vazamentos são, na maioria das vezes, fáceis de serem percebidos. Essa informação reafirma o problema da qualificação dos operadores, pois simplesmente colocando o pulverizador em funcionamento e fazendo uma vistoria rápida do mesmo seria possível constatar os vazamentos e tomar providências para repará-los.

A semelhança de pontas na barra, durante as aplicações, é um dos fatores que influencia na uniformidade de distribuição volumétrica. Pode interferir também na eficiência da aplicação, pois a sobreposição dos jatos pode não ocorrer corretamente. Durante as inspeções, foram encontradas, na mesma barra, pontas com ângulo de 80 e 110 graus e com vazão nominal diferente, contudo a percentagem de máquinas com esse tipo de problema não foi grande (26,5%). Outra razão que pode ser apontada como efeito negativo do uso de pontas diferentes é que a faixa de pressão ótima para seu funcionamento pode ser diferente e, em função disso, o ângulo produzido pode variar, afetando a cobertura uniforme do alvo. Nesse tipo de situação, é comum que fiquem faixas na lavoura sem receber calda.

Os principais problemas encontrados com relação a mangueiras e conexões foram trincamento e rachaduras que ocorrem em função do tempo de uso ou contato (abrasão) com alguma parte da barra. O principal efeito negativo de mangueiras danificadas está na pressão da calda nas pontas de aplicação. Se a pressão diminuir, o volume de calda aplicado fica abaixo do recomendado, o que pode comprometer o sucesso do tratamento. Geralmente, em casos envolvendo

a eficácia da aplicação, a responsabilidade é dada ao produto (defensivo). Entretanto, ela pode estar no mau uso dos equipamentos de pulverização que culmina em uma pulverização ineficiente e que irá apenas aumentar o custo da produção, sem benefício no controle de pragas, doenças e plantas infestantes.

Para que o funcionamento das válvulas antigotejadoras seja eficiente, quando o operador interrompe o funcionamento da bomba, a aplicação de calda deve ser imediatamente interrompida. Observou-se que, em grande número dos pulverizadores, após a bomba ser desligada, permanecia-se gotejando produto pela ponta de pulverização. Se for considerada apenas uma ponta e um pequeno gotejo, as perdas podem ser insignificantes. No entanto, quando várias pontas apresentam vazamento constante, o custo ambiental se torna alto. Resultados piores foram encontrados, na Itália, por BALDI & VIERI (1992), onde 85% das máquinas avaliadas não estavam dotadas de antigotejadores, contudo essa avaliação foi realizada há vários anos, onde o uso desses dispositivos ainda não era muito difundido. O gotejo é uma observação fácil de ser feita pelo operador da máquina, entretanto o problema existe e não é sanado em quase metade dos equipamentos estudados.

Quando se pensa em implantar um sistema de avaliação e/ou inspeção de pulverizadores, seja ele regional, seja nacional, um dos objetivos é a preocupação com a saúde e o bem-estar do trabalhador. Nesse sentido, um país que tenha um programa que demonstre cuidado e monitoramento das etapas de produção pode ganhar mercado e, conseqüentemente, gerar mais emprego e desenvolvimento. Existem inúmeros exemplos de operadores que vêm a óbito ou sofrem amputações devido a acidentes em partes consideradas flexíveis ou móveis de equipamentos agrícolas. A falta de proteção do eixo cardã, correias e polias é apontada como a principal causa de acidentes envolvendo trabalhadores agrícolas. Nesse sentido, verificou-se que um quarto dos mesmos apresentava pelo menos um dos três itens desprotegidos e, portanto, passíveis de provocar algum acidente. Esses resultados indicam haver pouca conscientização dos produtores quanto aos meios de prevenção de riscos para operários durante a realização dos trabalhos. Porém, resultados ainda piores foram constatados, na Argentina, por MAGDALENA & DI PRINZIO (1992), onde 72 % das máquinas apresentavam-se sem a proteção do cardã. No Brasil, PALLADINI (2004) detectou que 84,5 % dos turboatomizadores avaliados na região produtora de frutas em Santa Catarina não apresentavam o eixo cardã protegido.

O componente filtro tem papel importante nas aplicações de defensivos por ter a função de reter as impurezas que estão na água. O sistema de filtragem da calda de pulverização é composto por uma tela na boca do tanque, filtro principal, filtro de linha e filtros de bico; cada um deles apresenta importância dentro da operação de filtragem de calda. Os problemas relacionados a filtros foram constatados em um pequeno número de máquinas, sendo os mais frequentes: tela furada, rasgada ou em péssimo estado de conservação. Todos os pulverizadores apresentaram filtro principal presente.

Com relação aos filtros de linha, os problemas avaliados foram os mesmos do filtro principal. Entretanto, do total de pulverizadores que apresentaram filtros de linha com problemas, 6,5% estavam operando sem filtro, enquanto 12,9% apresentavam-se furados ou em péssima condição de conservação. Já para os filtros de bico, 3,2% das máquinas avaliadas apresentavam filtros ausentes e 12,9% apresentaram-se malconservados. BALESTRINI (2006) encontrou 59% dos filtros funcionando inadequadamente. RAMOS & CORTÉS (2006) verificaram que apenas 50% dos equipamentos avaliados apresentavam filtros limpos e em condições funcionais. Procurou-se saber a razão para a ausência dos filtros nos casos mencionados, e a justificativa apresentada por produtores e operadores foi que os filtros estavam atrapalhando o andamento da aplicação, pela necessidade de frequente limpeza. Alguns produtos, devido a sua formulação, exigem uma agitação constante. Onde os filtros estavam afetando a aplicação, possivelmente, a agitação não estava sendo feita corretamente. Ressalta-se que nenhum motivo justifica a retirada dos filtros para a realização das operações de aplicação de defensivos. Se a agitação não estiver sendo feita corretamente, pode

ser que a rotação na tomada de potência não seja suficiente para uma boa agitação de produto no tanque.

Na Tabela 2, é mostrada a forma de orientação por faixa adotada pelos produtores nas propriedades visitadas e o percentual de cada uma em relação ao total de máquinas avaliadas.

TABELA 2. Método adotado na propriedade para orientação por faixa. **Method used for guidance by the property lane.**

Orientação	Porcentagem
Contagem de linhas de plantio	50,0
GPS	29,4
Marcador de espumas	17,6
Sulcador de solo/trator	2,9

*Porcentagem em relação ao número total de máquinas avaliadas.

A forma como é feita a orientação de faixa nas propriedades é de extrema importância, uma vez que a orientação correta reduz a não aplicação e/ou a sobreposição de áreas já tratadas, podendo afetar a eficiência dos tratamentos, principalmente provocando fitotoxicidade às plantas por receberem doses altas de produtos. O valor dos equipamentos munidos de sistema GPS foi a principal justificativa de muitos produtores para não terem adquirido máquinas equipadas com esse sistema para fazer a orientação da aplicação. Os resultados confirmam essa afirmação, pois metade dos equipamentos é operada pelo método de contagem de linhas para a reentrada no talhão. Esse é um método simples, porém é eficiente se a sementeira for feita em linha reta. Em locais onde as linhas da cultura fazem curvas, o operador fica mais propenso a errar na condução da máquina, e, nessa situação, podem ocorrer erros de aplicação, favorecendo reinfestações de plantas infestantes, patógenos ou insetos.

O uso do GPS tem reduzido de forma significativa os erros referentes à reaplicação de áreas tratadas, e dessa forma também reduzindo o custo da aplicação naqueles casos onde os operadores estavam cometendo esse tipo de erro. O emprego da barra de luz como referência nos alinhamentos, durante as aplicações, possui algumas vantagens sobre as técnicas convencionais, algumas das quais são: maior acurácia no alinhamento; possibilidade de retorno ao ponto de parada da aplicação; possibilidade de utilização durante a noite; possibilidade de aumento da velocidade da aplicação e melhoria na ergonomia para o operador.

Outra forma de orientação empregada pelos produtores da região estudada é o uso dos marcadores de espuma. Essa tecnologia vem sendo reduzida, em função de, em muitos casos, a espuma sofrer a interferência do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Os erros com o uso do marcador de espuma ocorrem quando as condições ambientais não são favoráveis, e esta é a realidade de muitos produtores que têm grandes áreas e, muitas vezes, não podem esperar o momento ideal para entrar com as aplicações. Encontrada em menor quantidade, outra forma de orientação que já foi muito usada é o uso de marcadores de linha por sulco. Com a adesão crescente dos produtores ao sistema de sementeira direta e à necessidade de não revolvimento do solo, esse sistema tende a desaparecer cada vez mais rápido.

A metodologia empregada na avaliação qualitativa dos pulverizadores agrícolas, na região de Uberlândia, mostrou-se adequada. A estrutura montada foi simples e de baixo custo e, de maneira geral, alcançou o objetivo de incentivar os produtores a realizarem avaliações em seus pulverizadores, de forma a obterem informações que auxiliem na manutenção destes equipamentos e melhorem o processo de aplicação de defensivos agrícolas.

Para observar a aceitação dos produtores ao projeto de avaliação de pulverizadores, faz-se necessária a repetição das visitas às propriedades e a reavaliação dos equipamentos nas safras seguintes. Assim, ter-se-iam dados para se comparar o estado dos pulverizadores antes e após as

primeiras avaliações e saber se as sugestões dos técnicos foram aceitas e, também, se houve melhoria na utilização das máquinas.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram a necessidade da implantação de um programa de avaliação frequente desses equipamentos.

A maioria dos pulverizadores apresentou algum tipo de vazamento, demonstrando que sua manutenção está sendo feita de forma incorreta.

Pouca importância é dada, por parte dos operadores, às condições meteorológicas durante as aplicações de defensivos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à Fapemig e à Capes, pelo suporte financeiro que permitiu o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U.R.; GANDOLFO, M.A. Periodic inspection on crop sprayers: results according to age of sprayers. *Journal of Environmental Science and Health*, New York, v.40, n.1, p.195-200, 2005.
- BALDI, F.; VIERI, M. Controllo e certificazione delle macchine per la distribuzione dei Fitofarmaci. *Macchine per la Distribuzione de Fitofarmaci*, Bologna, v.38, p.17-32, 1992.
- BALESTRINI, L. Mobile inspection and diagnosis service of sprayers in resistance prevention. results obtained out of inspections performed by a group of producers during the 2004-2005 Season. *Resistant Pest Management Newsletter*, Michigan, v.16, n.1, p.5-7, 2006.
- GANDOLFO, M.A.; ANTUNIASSI, U. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v.18, n.2, p.67-76, 2003.
- GANZELMEIER, H.; WEHMANN, H.J. Second European Workshop on Standardized Procedure for the inspection of sprayers in Europe. *Nachrichtenblatt Deutschen Pflanzenschutzd.*, Berlin, v.59, n.10, p.233-236, 2007.
- GIL, E. Inspection of sprayers in use: a European sustainable strategy to reduce pesticide use in fruit crops. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v.23, n.1, p.49-56, 2007.
- KOCH, H. Periodic inspection of air-assisted sprayers: workshop on application technology in plant protection. *EPPO Bulletin*, Braunschweig, v.26, p.79-86, 1996.
- MAGDALENA, J.C.; DI PRINZIO, A.P. Servicio de calibración de pulverizadoras frutícolas en Rio Negro y Neuquén. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 2., 1992, Córdoba. *Anais...* Córdoba: Maquinas y Tratores, 1993. p.91-94.
- PALLADINI, L.A. Certificação de pulverizadores para fruticultura. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R. *Qualidade em tecnologia de aplicação*. Botucatu: FEPAF, 2004. p.30-35.
- PERGHER, G. Field evaluation of a calibration method for air-assisted sprayers involving the use of a vertical patternator. *Crop Protection*, London, v.23, n.5, p.437-446, 2004.
- RAMOS, F.J.G.; CORTÉS, M.V. Inspección técnica de equipos para la aplicación de fitosanitarios. *Vida Rural*, Zaragoza, v.227, p.38-42, 2006.
- REIS, G.N.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C.; CÂMARA, F.T. Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.282-290, 2005.

SANTOS, S.R. dos; MACIEL, A.J. da S. Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.627-636, 2006.