

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS EM TAXAS VARIÁVEIS

CARLOS FELIPE FREIRES DOS SANTOS¹, MARCUS VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA²,
GABRIEL ARAUJO E SILVA FERRAZ³, DANIELA VITOR RIBEIRO DE AGUIAR⁴, ERIC
TRINDADE DE LIMA⁵

¹ Graduando de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (21) 99470-3669, agronomofreires@hotmail.com

² Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (21) 2682 1864, oliveiraufrjr@gmail.com

³ Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (21) 2682 1864, gabrielferraz@ufrj.br

⁴ Graduanda de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, danielavitor.04@hotmail.com

⁵ Graduando de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (21) 98658-3597, erictecagropec@hotmail.com

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil.

RESUMO: A busca por produtos vegetais de qualidade aumentou consideravelmente nos últimos anos acrescido do aumento da população. Para que essa produção seja satisfatória a utilização de produtos fitossanitários se faz necessário. No entanto, o uso dessas substâncias tem sido questionado pelos consumidores finais. Assim, o desenvolvimento de tecnologias de aplicação de defensivos torna-se importante. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar um sistema automático de controle de pressão nos bicos de pulverização para aplicação de produtos fitossanitários em taxa variável. Este sistema é composto por válvulas solenóides controladas por um controlador lógico Arduino. Em razão de temperatura ambiente e a velocidade do pulverizador o sistema modifica a pressão hidráulica nos bicos. O dispositivo foi acoplado ao pulverizador e realizado ensaios que mediram a pressão hidráulica nos bicos. Foram consideradas quatro pressões pré-fixadas sendo 137,93; 206,89; 275,86 e 344,82 kPa. As pressões foram modificadas automaticamente em razão das condições psicrométricas obtendo se vazões distintas.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão, Automação Agrícola, Fitossanidade.

DEVELOPMENT OF A CONTROL AND AUTOMATION SYSTEM FOR PESTICIDE APPLICATION IN VARIABLE RATES

ABSTRACT: The searching for quality vegetables products increased in the last years due to population increment. Pesticides are needed in order to have a satisfactory production. However, the use of these substances has been asked for the final consumers. Thus, the development of a pesticide application technology becomes very important. The aim of this work was to develop and to evaluate a spraying tips pressure automatic control system to liquid chemical variable rate application. This system was made by solenoids valves controlled for an Arduino logic controller. The system changes the tips hydraulic pressure due to the environmental temperature and the sprayer velocity. The device was connected to a sprayer and essays are made to measure the hydraulic pressure in the tips. It was considered four fixed pressures such as 137,93; 206,89; 275,86 e 344,82 kPa. The pressures were automatically modified due to the psychrometric conditions getting distinct flows.

KEYWORDS: Precision Agriculture, Agricultural Automation, Phytossanity.

INTRODUÇÃO: A elevada demanda em termos quantitativos e qualitativos de alimentos acrescidos pela expansão territorial e tipos de cultivo concatenado com a preocupação global pela conservação dos recursos naturais, incentivou substancialmente o uso, na maioria das vezes, indiscriminado de agroquímicos causando efeitos potencialmente nocivos ao homem e ao meio ambiente. Vanella et al. (2011) afirmaram que a crescente preocupação com os danos ambientais causados pelo uso excessivo de agroquímicos, exige cada vez mais uma dosagem precisa dos ingredientes ativos como forma de redução dos erros nas pulverizações. Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF) estes agroquímicos têm a função de proteger as plantas do ataque de pragas, doenças e plantas daninhas, podendo também ser perigosas se forem utilizadas de forma indevida (ANDEF, 2009). Pensando nisso, tornam-se necessários avanços tecnológicos buscando mitigar esses efeitos. Mas, para que os resultados sejam positivos é preciso o conhecimento e utilização dos parâmetros corretos de aplicação. Segundo Santos (2002) sob o ponto de vista da tecnologia de aplicação, o bico e as pontas de pulverização são componentes de grande influência no sucesso ou fracasso do resultado, quando se aplica defensivos agrícolas. Nesse sentido, essas tecnologias consistem no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcione uma colocação correta do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, como mínimo de contaminação ambiental (MATUO et al., 2001). A aplicação de agroquímicos é uma atividade que exige condições meteorológicas ideais para obtenção de sua máxima eficiência como: velocidade e direção do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Em condições inadequadas essa máxima pode não ser adquirida. Santos (2002), Ramos & Pio (2003) enfatizaram que ela pode ser influenciada também pelo tipo de bico e volume de aplicação. Contudo, Raetano (2011) e Minguela e Cunha (2010) concluíram que em várias situações estes requisitos não são atendidos em virtude da necessidade da pulverização em condições desfavoráveis. Desse modo buscou-se com esse trabalho, realizar um sistema de automação utilizando Arduino e sensores de temperatura e umidade promovendo uma interface na mudança nos níveis de pressão da ponta hidráulica gerando vazões distintas em função das variações de temperatura e velocidade do vento e/ou deslocamento do trator.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi realizado no Departamento de Engenharia no Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O equipamento foi desenvolvido no laboratório de máquinas agrícolas. Os estudos foram realizados no período de Novembro de 2013 a Abril de 2014 em escala de bancada. Para a construção dos componentes eletroeletrônicos utilizou-se uma placa de automação Arduino Uno, conectado a um sensor psicrométrico multi parâmetros este medidor trabalha na faixa de medição de umidade de 0 a 100% com precisão de 2 a 5 % e 40 a 80 °C de temperatura, leituras de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ de precisão e taxa de amostragem de 0,5 Hz (uma vez a cada 2 segundos). Quatro válvulas solenóides atuam como acionadores elétrico- hidráulicos acopladas a registros do tipo gaveta da marca Fabrimar® modelo Bruto RT por meio de mangueiras de borracha telada com diâmetro $\frac{3}{4}$ de polegada atuando como válvula reguladora de pressão. E na saída de cada válvula, conectadas mangueiras de $\frac{1}{2}$ polegadas. Nos testes de acionamento das válvulas, utilizou como suporte um pulverizador hidráulico de barras, Jacto tipo Condor PEC com capacidade de 400L de calda com bomba modelo JP-401 com pressão máxima de trabalho 300 psi, capacidade de recalque $38 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ e pressão efetiva de trabalho 276 kPa acoplado a um trator, com potência nominal de 77,2 kW (105 cv) A ponta hidráulica selecionada para este ensaio foi do tipo jato cônico vazio JA-2 funcionando nas faixas: 137,93; 206,89; 275,86 e 344,82 kPa. Utilizaram-se também, manômetro de barra para o monitoramento da pressão com escala de zero a 100 psi. O déficit de pressão de vapor (DPV) foi calculado a partir dos valores de temperatura do ar, utilizados para determinar a pressão de saturação de vapor d'água e pressão parcial de vapor d'água no ar explanados consecutivamente nas equações (A) e (B) conforme proposto por Tetens (1930).

Em que (A): e_s = pressão de saturação de vapor d' água no ar (kPa); T = temperatura do ar (°C).

$$e_s = 0,6108 \cdot 10^{\left[\frac{(7,5 T)}{(237,5 + T)} \right]}$$

em que (B): e_a = pressão parcial de vapor d' água (kPa); UR = umidade relativa do ar (%).

$$e_a = \frac{UR \cdot e_s}{100}$$

O cálculo da diferença entre a pressão de saturação e a pressão parcial de vapor d'água no ar, possibilita informar a quantidade de vapor d'água necessária para que o ambiente atinja o ponto de saturação (equação C). Em que (C): DPV= déficit de pressão de vapor d'água no ar (kPa).

$$DPV = (e_s - e_a)$$

As faixas de déficit de pressão foram estabelecidas considerando as condições meteorológicas, usualmente, recomendadas para a aplicação de defensivos, temperatura em torno de 15 a 30 °C, umidade relativa maior que 55% e ventos entre 2 a 10 km h⁻¹, conforme estabelecido nos trabalhos desenvolvidos por Raetano (2011) e Ruedell (2002). O experimento foi instalado em esquema fatorial (4 x 4), sendo quatro déficit de pressão de vapor d'água no ar (<0,5; 0,5 a 0,7; 0,7 a 0,8 e > 0,80 kPa) e quatro pressões de trabalho (137,93; 206,89; 275,86 e 344,82 kPa) no delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Deste modo, foram estabelecidas as condições para a execução do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A velocidade do vento durante o experimento permaneceu abaixo de 5 km.h⁻¹, a temperatura variou de 19 a 33 °C. e umidade relativa do ar de 37 a 90%. Deste modo, as variações psicrométricas durante a coleta possibilitaram a determinação do déficit de pressão de vapor d'água no ar, entre zero e um kPa (Figura 1). Resultados obtidos por Wan Ishak et al.(2011) apresentaram relações semelhantes em relação aos horários de maior déficit de pressão de vapor. A variação das condições de temperatura e umidade relativa ao longo do dia, visando a pulverização de agrotóxicos, também foram estudadas por Balan et al.(2008), que observaram oscilações semelhantes às obtidas neste trabalho.

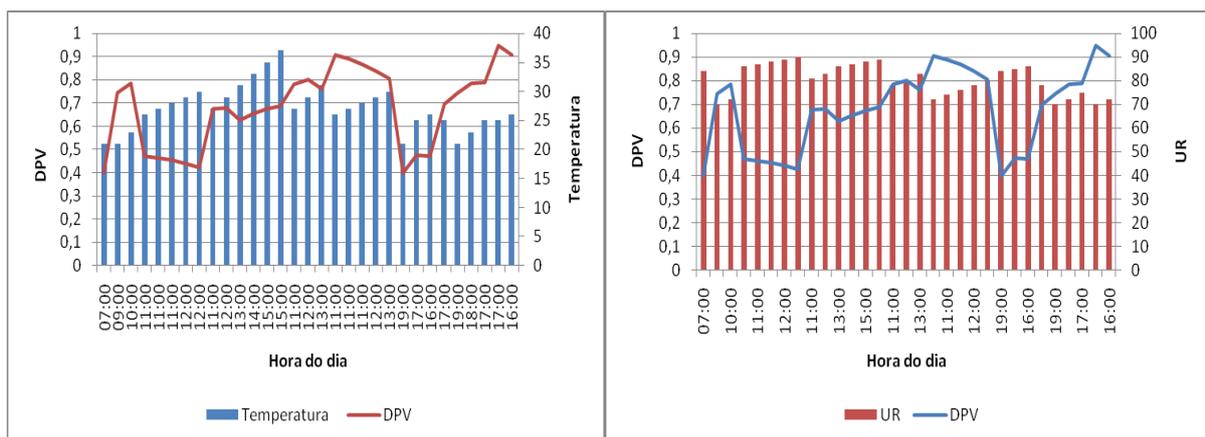


Figura 1. Condições psicrométricas durante o acionamento do sistema, para o valores de déficit de pressão de vapor (DPV) variando de 0,5 a 1,0 kPa durante o período de 07:00 as 19:00 horas.

O período da manhã é considerado ideal para a pulverização de agrotóxicos, principalmente, pela ocorrência de condições psicrométricas que proporcionam menos evaporação. Deve-se destacar que no Brasil, o momento ideal para pulverizar, considerando as condições psicrométricas, é muito variável nas diferentes regiões produtoras. A evaporação é um fenômeno que interfere, diretamente, na tomada de decisão do agricultor e operador sobre o momento da realização da pulverização. Para reduzir os efeitos da evaporação, emprega-se atualmente as pulverizações nas primeiras horas da manhã ou final da tarde e a seleção correta das pontas para produzir gotas adequadas a condição de clima durante a aplicação, corroborando as conclusões obtidas por Balan et al.(2008). Os valores gerados no cálculo de déficit de pressão de vapor d'água no ar de 0,5; 0,5 a 0,7; 0,7 a 0,8 e >0,8 kPa acionaram respectivamente os sistema de válvula que confere a pressão de trabalho de 137,93; 206,89; 275,86 e 344,82kPa, variando de 7:00 as 19:00 h (Figura 2)

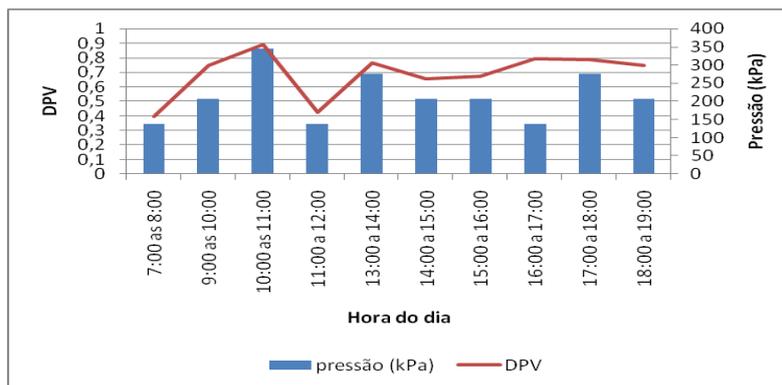


Figura 2. Pressão de trabalho predominantes no período de 7:00 as 19:00 h.

CONCLUSÃO: O déficit de pressão de vapor d'água no ar acionou com êxito os sistemas de válvulas que conferem as vazões que são resultantes das variações psicrométricas observadas ao decorrer do dia. Dessa forma, o uso de tecnologias de aplicação associadas às condições meteorológicas, se estabelece como um instrumento de grande importância na agricultura afim de obter resultados favoráveis no âmbito da precisão na aplicação, retorno econômico e conservação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: VANELLA, G.; SALYANI, M.; BALSARI, P. Effect of the nozzle adaptor of sprayer calibrator on flow rate measurements. *Crop Protection*, Oxford, v. 30, n. 8, p. 1043-1047, 2011.

SANTOS, José Maria Fernandes dos. Tecnologia de aplicação de agroquímicos como fator de sucesso da lavoura agrícola. Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade. 2002 Disponível em: < http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI_RIFIB/santos.PDF >. Acesso em 10 maio 2009.

MATUO, T; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: ABEAS - Curso de proteção de plantas. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV; 2001. 85 p

RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.). Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. 279p.

SANTOS, J.M. F. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. São Paulo : Instituto Biológico, 2002. 62p

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. O que engenheiros agrônomo-mos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: UFV, 2003. p.133-202.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. Tecnologias de Aplicação. Disponível em: <http://www.undef.com.br/aplicacao/aplicacao.htm> > Acesso em 09 maio 2009

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. Manual de aplicação de produtos fitossanitários. Viçosa: Aprenda fácil, 2010. 588.

TETENS, V. O. Über einige meteorologische Begriffe, *Zeitschrift Geophysic*, Wurzburg, v. 6, p. 297-309, 1930.

RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.). Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. 279p

RUEDELL, J. Tecnologia de aplicação de defensivos. *Plantio Direto*, Brasília, v. 19, n. 6, p. 9-11, 2002.

WAN ISHAK, W. I.; YIN, T. M.; HUDZARI, R. M. Development of a control program for plant growth parameter analysis in lowland tropical greenhouse. *Journal of Applied Sciences*, New York, v. 11, n. 3, p. 592-598, 2011.

BALAN, M. G.; ABI-SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G.; RIO, A. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 2, p. 293-298, 2008.