

PROPOSTA DE DISPOSITIVO PARA APLICAÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO À TAXA VARIADA E EM TEMPO REAL PARA A CULTURA DO ALGODÃO

LEONARDO RIBEIRO QUEIROS¹
PAULO S. GRAZIANO MAGALHÃES²

RESUMO: Fitorreguladores são utilizados para controlar a arquitetura da planta de algodão, uma vez que permitem aumentar a produtividade, além de manter a altura do algodoeiro em tamanho adequado para a colheita mecanizada. Para definir a época e dose da aplicação de fitorreguladores, os técnicos agrícolas se baseiam na altura média das plantas e na taxa de crescimento, medida pela distância dos internódios superiores dentro da área agrícola e isso implica em erros devido à variabilidade de altura/crescimento inerente das plantas. Este manejo de modo médio normalmente ocasiona super dosagem em plantas baixas e sub dosagem em regiões do talhão onde as plantas estão mais altas e vigorosas. Pesquisas realizadas recentemente concluíram que a variabilidade de altura das plantas de algodão é grande o suficiente para justificar a aplicação à taxa variada de regulador de crescimento. O objetivo principal desse projeto é propor e desenvolver um protótipo de dispositivo capaz de realizar aplicação à taxa variada em tempo real dos reguladores de crescimento. Para tanto, será: (i) melhorado o protótipo para mapeamento automático da altura de plantas de algodão quanto à acurácia dos sensores de ultra-som, desenvolvido no ano de 2004; (ii) desenvolvido um controlador para pulverizadores terrestres que se baseará nas informações obtidas das alturas das plantas e do mapa de pulverização anterior, calculando a taxa de crescimento e determinando a dose de aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão; sensores ultra-sônicos; pulverização.

ABSTRACT: Mepiquat Chloride is used to control the architecture of the cotton plant, once they allow increasing the productivity, besides of maintaining the height of the plant in appropriate size for combine harvester. To define the time and dose of the mepiquat chloride application, the agricultural technicians base the decision on the medium height of the plants and in its growing rate, defined by the plant mean distance of the superior internodes. That implicates in errors due to the variability of height/growing rate inherent of the plants. This management system usually causes overdoses in low plants and sub doses in areas of the field where the plants are higher and vigorous. Researches accomplished recently concluded that the variability in the height of the cotton plants is large enough to justify the application of growth regulator at varied rate. The main objective of this project is to design a prototype capable to accomplish growth regulators application at varied rate on-the-go. To active that, it will be necessary: (i) improved a prototype system for automatic mapping of the height of cotton plants, developed in the year of 2004, with relationship to the accuracy of the ultrasonic sensor; (ii) developed a sprayer controller base on the information obtained of the plants heights and the map of previous application, calculating the growth rate and determining the necessary growth regulator application.

KEY-WORDS: precision agriculture; ultrasonic sensors; sprayer.

¹ Engenheiro Agrícola, Embrapa Informática Agropecuária, aluno de doutorado da FEAGRI – UNICAMP, lqueiros@cnptia.embrapa.br

² Professor Titular, FEAGRI – UNICAMP, Pesquisador do CNPq. graziano@agr.unicamp.br

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de fitoreguladores permite aumentar a produtividade direcionando foto-assimilados do crescimento vegetativo da planta para os órgãos reprodutivos, além de mantê-la numa altura que viabilize a colheita mecanizada, pois as colhedoras hoje disponíveis no mercado estão aptas a colher plantas de até 1,2 m de altura (Lamas et al., 2000). Para definir a época e dose para a aplicação de fitoreguladores, os técnicos agrícolas empiricamente se baseiam na altura média das plantas de algodão e da taxa de crescimento pela distância dos internódios superiores dentro de uma área agrícola e isso implica em erros devido à variabilidade de altura/crescimento inerente das plantas de algodão. Este manejo de modo médio normalmente ocasiona super-dosagem em plantas baixas e sub-dosagem em regiões dos talhões onde as plantas estão mais altas e vigorosas (Shiratsuchi et al., 2005).

Queiros et al. (2005) desenvolveram um protótipo baseado em conjunto de sensores ultrassônicos montados em uma barra, acoplada na parte frontal do pulverizador de maneira a não entrar em contato com as plantas sobre as linhas de produção. Cada sensor estima a altura das plantas de uma linha de produção considerando o tempo gasto entre a emissão e retorno da onda sonora refletida pela parte superior da planta. Entretanto para se realizar uma aplicação a taxa variável há uma limitação de projeto dos pulverizadores comerciais, por não estarem aptos a variarem a dose de insumo em tempo real devido a um retardo entre a mudança de dose A para B efetivamente nos bicos (Antuniassi et al., 1997). Esse retardo formalmente conhecido por tempo de resposta inviabilizaria a aplicação à taxa variada e em tempo real do regulador de crescimento na velocidade comercial dos pulverizadores que varia de 4,2 até 5 m s⁻¹. Shiratsuchi et al. (2005) constataram variabilidade de até 0,8m na altura das plantas de algodão numa área de 50 ha e Thurman et al. (1998) encontraram que em áreas com tratamento a taxa variada de fitoreguladores apresentaram uma ganho de produtividade de 51-74 kg.ha⁻¹ em relação a áreas com aplicação tradicional uniforme.

Nesse sentido, o desenvolvimento de dispositivo que permita aplicação de fitoreguladores em taxa variada a partir da dose necessária calculada em tempo real, baseado em: a) padrões desejáveis de crescimento da planta estabelecidos pelo usuário; b) na determinação da altura da planta de algodão em tempo real; e c) no mapa de altura existente determinado na passagem anterior, representará um avanço tecnológico importante para a cotonicultura brasileira e esse desenvolvimento constitui o objetivo principal dessa pesquisa. Para tanto se assumiu verdadeira as premissas que *“utilizando um dispositivo de pulverização com sistema hidráulico e controle eletrônico independente dos sistemas hidráulicos e controles dos autopropelidos comerciais é possível em tempo real variar a aplicação de reguladores de crescimento no algodão, baseado nas informações obtidas dos sensores de ultra-som para detectar a altura das plantas também em tempo real; do mapa de altura de plantas obtidos na passagem anterior; e no algoritmo de crescimento da planta estabelecido pelo usuário do sistema”*. A Figura 1 apresenta o fluxograma do sistema proposto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa será desenvolvida na FEAGRI/UNICAMP. A integração desse sistema de injeção com o protótipo ultra-som e as melhorias cabíveis a esse protótipo serão realizadas no departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP que dispõe de um laboratório para avaliação de aplicação de produtos fito sanitários. Os ensaios de campo do dispositivo serão realizados em lavoura comercial, em parceria com a Embrapa Cerrados acoplando-se o dispositivo a um pulverizador autopropelido do mercado.

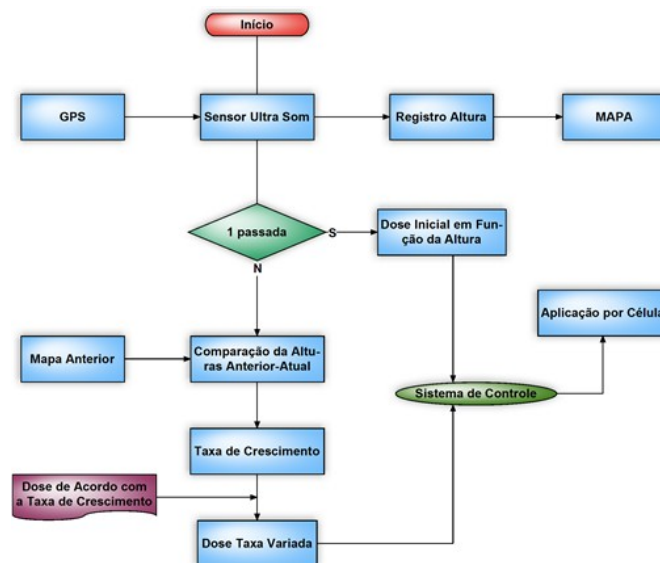


Figura 1: Valores diferentes de doses do regulador de crescimento serão atribuídos aos bicos de pulverização considerando a estimativa de altura ou taxa de crescimento em tempo real e no algoritmo de crescimento da planta estabelecido pelo usuário do sistema.

2.1 Material: Para o desenvolvimento do software e sistema de controle serão utilizados os seguintes equipamentos:

- Sensores de ultra-som e sistema de aquisição de dados para elaboração de mapas de altura de plantas de algodão; GPS; computador portátil; linguagem C e Java.
- Componentes eletrônicos diversos, para confecção de filtros, condicionadores de sinais, amplificadores; caixas de acondicionamento e conectores padrão IP65.

Para realização das atividades de avaliação de desempenho do sistema de pulverização serão utilizados os seguintes equipamentos:

- Sistema hidráulico: reservatório em fibra vidro com capacidade de 2000L; bomba hidráulica; motor elétrico, para acionamento da bomba hidráulica.
- Bancada para análise da distribuição transversal de bicos de pulverização.
- Bancada para análise da distribuição transversal de barras de pulverização.

2.2 Método: tempo de resposta desejado e célula de aplicação: O tempo de resposta (T_r) deverá ser reduzido de forma a não limitar a aplicação à taxa variada e em tempo real do regulador de crescimento sob a velocidade de pulverização comercial (4,2 a 5 m.s⁻¹). Considerando o comprimento de 21 m da barra de pulverização (L_{bp}), 6 m o comprimento longitudinal do pulverizador (L_p), 1,5 m a distância da barra que contém os sensores ultra-som até o pulverizador (L_{bs}), 5 m.s⁻¹ a velocidade máxima (V_{max}) de pulverização e ainda variação de dose a cada 7,5 m ($L_p + L_{bs}$) percorrido pelo pulverizador, Figura 2(A), poderemos calcular o tempo de resposta (T_r) pela equação 1.

$$T_r \leq \frac{(L_p + L_{bs})}{V_{max}} \Rightarrow T_r \leq \frac{(7,5)}{5} \Rightarrow T_r \leq 1,5 \text{ s} \quad eq 1$$

Nessa configuração, o sistema de injeção deverá ser capaz de variar a dose efetivamente nos bicos da barra de pulverização com tempo de resposta igual ou inferior a 1,5 s. A consideração de uma distancia percorrida (7,5 m) antes de uma nova dose permite definir o

termo célula de aplicação (C_a) para a área de aplicação sujeita a uma mesma dose (nesse caso corresponderia a 21 m x 7,5 m, 157,5 m²), Figura 2(B). A definição final do tamanho da célula de aplicação dependerá do de tempo de resposta mínimo alcançado pelo dispositivo a ser desenvolvido e será menor quanto menor for esse tempo.

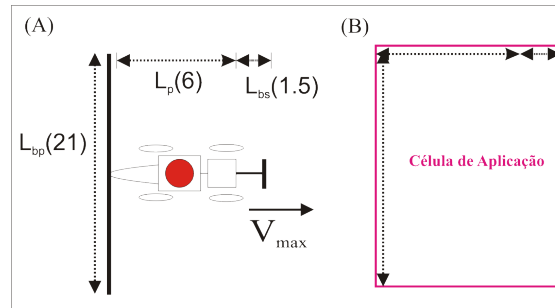


Figura 2: (A) Ilustração das grandezas utilizadas para o cálculo do tempo de resposta desejado (B) Ilustração da célula de aplicação formado por $L_{bp} \times (L_p + L_{bs})$.

Sistema hidráulico e de controle: O sistema hidráulico e de controle do dispositivo a ser desenvolvido será independente dos sistemas hidráulicos e de controles dos autopropelidos comerciais. Uma breve discussão sobre as estratégias iniciais a serem adotadas e os componentes a serem dimensionados do dispositivo está descrita a seguir, Figura 4:

1. As tubulações do sistema de injeção e da barra independente terão diâmetros menores e isso permitirá que a pressão se estabilize com maior velocidade sobre a barra independente;
2. Cada ponto de aplicação da barra independente será composta por bicos VariTarget pois esses bicos variam a dose de acordo com a pressão no circuito hidráulico com a vantagem de preservarem o ângulo de aplicação e manterem o tamanho da gota otimizado.
3. Será necessário utilizar apenas uma bomba hidráulica para alimentação do sistema, pois será considerado a mesma dose do regulador para toda extensão da barra de pulverização quando ela estiver dentro de uma célula de aplicação. Dessa forma será necessário instalar uma válvula de cinco vias na tubulação de injeção para distribuir a mistura para as seções da barra de pulverização do autopropelido;
4. Instalação de sensores para obter as configurações de aplicação do pulverizador como velocidade de deslocamento, volume de aplicação e pressão para cada seção.
5. O sistema de controle a ser desenvolvido terá a função de: ser interface com o operador do autopropelido; comunicar com os sensores instalados no dispositivo; receber mensagens de receptor de coordenadas geográficas compatíveis com NMEA0183; comunicar com o protótipo ultra-som para receber as alturas estimadas pelos sensores; fazer o cálculo da dose; armazenar os dados de aplicação; variar as doses nos bicos de pulverização.

Avaliação do sistema de injeção: O sistema de injeção será avaliado através da determinação da acurácia da dose aplicada realizada no LASAPF-Esalq e da resposta do sistema às variações de doses conforme metodologias descritas por GADANHA JÚNIOR (2000).

2. DISCUSSÃO

Constata-se a necessidade da arquitetura PC devido a grande capacidade de processamento para carga e análise dos mapas de aplicações anteriores como suporte na definição da taxa de crescimento para a definição de dose numa célula de aplicação em tempo real. Vale ressaltar que há possibilidade de erros no sistema proposto quando a barra de suporte dos sensores

ultra-som vibrar mais do que 1,5cm e/ou a altura dos sulcos nas linhas de produção tiverem bruscas variações de alturas, nesse caso os erros de leituras serão embutidos nos mapas e isso implica diretamente em erro na formulação da dose. Constatou-se ainda a necessidade de um método para verificar a dose efetiva aplicada na planta de algodão.

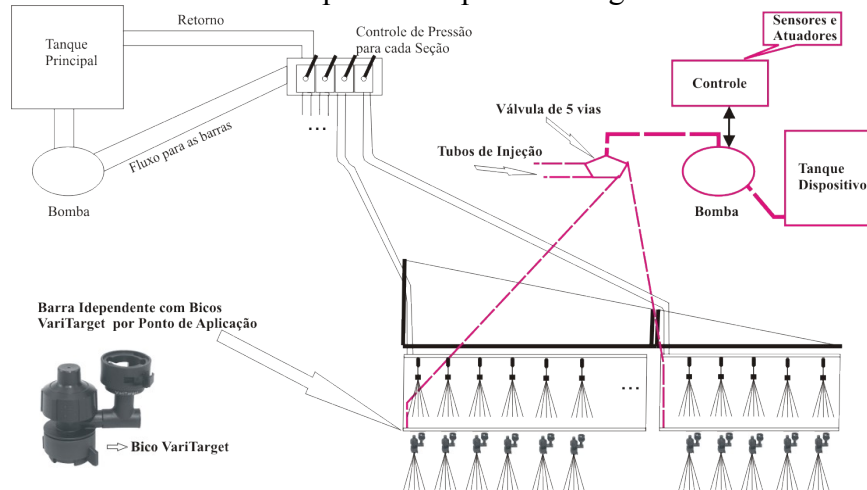


Figura 4: Ilustração dos componentes a serem dimensionados. Sistema de controle, sensores e atuadores, bomba hidráulica, tubulação, válvulas, tanque.

3. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O dispositivo proposto permitirá a aplicação de reguladores de crescimento na cultura do algodão à taxa variada e em tempo real, entretanto, torna-se necessário aperfeiçoar esse dispositivo seja na pesquisa por novas metodologias de avaliar o tempo de resposta seja na melhoria do sistema protótipo ultra-som.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNIASSI, U. R.; MILLER, P. C. H.; PAICE, M. E. R. Dynamic and steady-state dose responses of some chemical injection metering systems. In: Brighton Crop Protection Conference, 1., Brighton, 1997. Proceedings. Brighton: British Crop Protection Council, 1997. p.687-692.
- GADANHA JUNIOR, C. D. Avaliação do tempo de resposta de controladores eletrônicos em pulverizadores agrícolas. Botucatu: UNESP, 2000. 125p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2000.
- LAMAS, F. M.; ATHAYDE, M. L. F.; BANZATTO, D. A. Reações do algodoeiro cnpta ita 90 ao cloreto de mepiquat. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n. 3, p. 507-516, Março 2000.
- QUEIROS, L. R.; SHIRATSUCHI, L. S.; VINHAL, C. D. N. Desenvolvimento de um sistema protótipo para o mapeamento da altura de plantas de algodão: 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, p.1- 4,2005.
- SHIRATSUCHI, L. S.; QUEIROS, L. R.; VINHAL, C. D. N. Mapeamento da altura de plantas de algodão utilizando sensor ultra-som: 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, p.1- 4, 2005.
- THURMAN, M. E.; HEINIGER, R. W. Using GPS to scout cotton for variable rate Pix (mepiquat chloride) application. Proceedings of the 1999 Beltwide Cotton Conference. pp. 1499-1502 1998.