

Determinação da perda de carga em um sistema dosador de sementes pneumático a vácuo.

Determination of pressure drop in a vacuum pneumatic seed doser.

RESUMO

Matheus Giovane Picoloto
matheusgpicoloto@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Robson Gonçalves Trentin
robson trentin@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

O agronegócio vem sendo essencial para a economia do Brasil, porém grande parte da produção de hortaliças é feita por pequenos agricultores, em que o trabalho manual está presente majoritariamente, além da baixa produtividade, fazer a semeadura manual também causa muitos danos à saúde, principalmente danos na coluna, como lordose e escoliose. Utilizando um sistema dosador pneumático a vácuo em uma semeadora de uma única linha para mecanizar a produção de hortaliças, por isso deve ser determinado uma turbina de sucção para que o vácuo seja necessário para manter a semente no disco de semente. A determinação das condições da turbina foi feita através do método de perda de carga em dutos desenvolvido por Darcy-Weisbach e o fator de atrito calculado pela equação de Colebrook-White.

PALAVRAS-CHAVE: Dosador Pneumático a Vácuo. Produção de Hortaliças. Moto Cultivador

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

Agribusiness has been essential for Brazil's economy, however much of the production of vegetables is done by small farms, where manual labor is present, in addition to low productivity, doing manual sowing causes many health injuries, special spinal damages such as lordosis and scoliosis. Using a vacuum pneumatic seed doser in a single row to mechanize vegetable production, a suction turbine must be determined so that vacuum is required to maintain the seed in the seed disk. Turbine conditions were determined using the Darcy-Weisbach duct pressure drop method and the friction factor calculated by the Colebrook-White equation.

KEYWORDS: Vacuum Pneumatic Doser. Vegetable Production. Micro Tractor.

INTRODUÇÃO

Segundo o levantamento feito pela ABCSEM (2011), a produção de hortaliças no território brasileiro no ano de 2011 foi de 19,4 milhões de toneladas e tendo uma área cultivada de 946 mil hectares. Distinto das monoculturas que possuem uma produção mecanizada, a realidade do cultivo de hortaliças é bem diferente, tendo uma grande dependência do trabalho manual.

No plantio convencional de hortaliças o produtor prepara canteiros e faz a semeadura de forma manual, resultando em baixa produtividade e ergonomia comprometida, pois a semeadura manual depende de movimentos repetitivos e desconfortáveis. No cultivo de hortaliças é muito comum utilizar a semeadora manual conhecida como “matraca”, o uso deste equipamento expõe o trabalhador a uma série de riscos ergonômicos (DIAS, 2006). No sistema de plantio direto a semente é plantada sob a palha, e sem a necessidade do preparo do solo. Esse sistema de plantio se mostra mais eficaz, pois a palha protege o solo, mantendo maior índice de humidade, protegendo o solo de erosão e também servindo de adubo (SILVEIRA, 2007).

O mecanismo dosador de semente tem como finalidade a distribuição das sementes de forma uniforme na linha de semeadura. Os sistemas de dosagem devem permitir regulagem de forma que a quantidade de sementes depositadas por unidade de distância percorrida pela semeadora, seja controlada.

Os mecanismos mais comuns encontrados nas semeadoras são: o cilindro canelado, disco alveolado, dosador de dedos prensores, sistema de correia perfurada e os sistemas pneumáticos (GADANHA JR et al,1999).

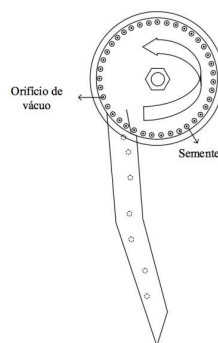
O sistema dosador pneumático a vácuo é o mais eficiente dentre os apresentados, ele dosa as sementes uma a uma, reduzindo a chance de cair duas sementes em um sulco, ou ter algum sulco sem a presença de semente. A dosagem de sementes uma a uma também diminui os danos causados a semente (BALESTREIRE, 1987).

O dosador pneumático é constituído de um disco perfurado, conforme a Figura 1, onde a semente se aloja, uma turbina para originar uma sucção a qual mantém a semente presa no disco até atingir o ponto em que a semente é dispensada no solo (PORTELLA, 1997).

A regulagem da quantidade e do espaçamento das sementes pode ser feito alterando a rotação do disco, ou trocando o disco. A troca do disco permite que vários tamanhos de sementes possam ser cultivados. Por esse motivo o dosador pneumático a vácuo se torna superior aos outros, tendo como inconvenientes, consumir potência do motor da máquina agrícola para o acionamento da turbina e seu preço elevado em relação aos outros tipos de dosadores.

Para que o sistema dosador pneumático a vácuo seja implantado em uma semeadora tracionada por um moto cultivador, a potência de turbina de pressão negativa deve ser determinada, para deve-se determinar a perda de carga utilizando o método da perda de carga em dutos pelas equações de Darcy-Weisbach e Colebrook-White.

Figura 1 - Sistema dosador pneumático a vácuo



Fonte: Dalacort e Stevan Jr (2010)

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, campus Pato Branco, e foi utilizado softwares CAD e softwares de desenvolvimento de equações. A UTFPR dispõe de um moto cultivador da marca Buffalo com potência de 7 CV (Tabela 1), e o sistema dosador de sementes foi desenvolvido com base nas especificações técnicas deste moto cultivador.

Tabela 1 – Especificações técnicas moto cultivador Buffalo

Especificações técnicas moto cultivador Buffalo	
Dimensões (mm)	1390x800x1070
Largura de corte (mm)	800-1200
Profundidade de corte (mm)	150-300
Potência do motor (CV)	7,0
Rotação máxima (rpm)	3600
Massa (kg)	87

Fonte: Adaptado Buffalo (2019)

Primeiramente foi calculada a perda de carga do duto de aspiração de ar, para isso foi utilizado o método de cálculo da perda de carga em dutos, a queda de pressão em dutos de seção circular causada pelos efeitos de viscosidade pode ser calculada pela equação de Darcy-Weisbach equação (1).

$$H=f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

Onde H é a perda de carga ao longo do comprimento do tubo dado em metro de coluna d'água (mca), f é o fator de atrito de Darcy-Weisbach (adimensional), L é o comprimento do tubo (m), V é a velocidade do fluido no interior do tubo (m/s), d é o diâmetro interno do tubo (m) e g aceleração da gravidade local (m/s²).

O fator de atrito depende do coeficiente de Reynolds sendo este dado pela equação (2).

$$Re = \frac{\rho V d}{\nu} \quad (2)$$

Onde Re é o número de Reynolds (adimensional), ρ é a densidade do fluido em (kg/m^3), V é a velocidade do fluido em (m/s), d é o diâmetro do duto em (m) e ν a viscosidade do fluido em ($\text{Pa}\cdot\text{s}$).

Se o escoamento for linear encontramos o fator de atrito usando a equação (3).

$$f = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

Segundo Fox (2004), no escoamento turbulento o fator de atrito pode ser encontrado com o diagrama de Moody, porém este método por ser dependente de muitas estimativas apresenta muitos erros, por isso usamos a equação de Colebrook-White equação (4).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \text{Log}_{10} \left(\frac{k}{3,7 \cdot d} + \frac{2,51}{Re \cdot (\sqrt{f})} \right) \quad (4)$$

Onde k é a rugosidade equivalente da parede do tubo.

Entretanto a equação (4) é uma equação implícita, por isso o fator de atrito será encontrado através da equação de Swamee-Jain, equação (5), que possui um erro muito baixo quando o resultado comparado ao da equação (4).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \text{Log}_{10} \left(\frac{k}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \quad (5)$$

As condições de contorno foram definidas com base no material do duto e o fluido de trabalho, utilizaremos a aceleração da gravidade como $9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$, o fluido considerado foi o ar atmosférico em temperatura ambiente e a densidade utilizada foi de $1,205 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ e a viscosidade do fluido foi utilizado $0,00001820 \text{ (Pa}\cdot\text{s)}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o dimensionamento do dosador (Figura 2) foi levado em consideração um modelo comercial de semeadora da marca Jumil NATURA 2000, segundo o fabricante a vazão ideal para manter o vácuo no interior do dosador é $0,14 \text{ (m}^3\text{/min)}$, calculando a velocidade do ar (equação 6) no interior do duto.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (6)$$

Onde Q é a vazão em ($\text{m}^3\text{/min}$) e A é a área da seção do tubo em (m^2).

A área da seção é dada pela equação (7):

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (7)$$

A velocidade do ar no duto é $V=2,047 \text{ (m/s)}$

Figura 2 – Compressor de pressão negativa



Fonte: Aeromack (2019)

O número de Reynolds calculado é de 5163, isso significa que o escoamento é turbulento. Então o fator de atrito deve ser calculado pela equação (5).

$$f=0.038$$

E o valor da perda de carga é de:

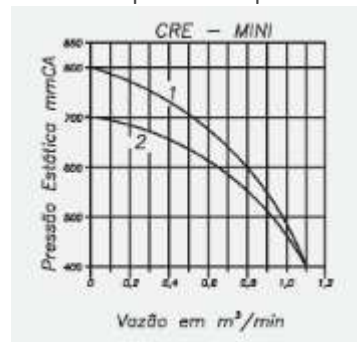
$$H=0,0149 \text{ (mca)}$$

Portanto o compressão de sucção deve suprir uma vazão de $Q=8,4 \text{ (m}^3/\text{h)}$ e uma perda de carga de 0.0149 (mca) . Considerando um fator de segurança de 10% da vazão, a vazão de projeto passa a ser $Q=9,24 \text{ (m}^3/\text{h)}$.

Escolhendo uma turbina de pressão negativa que atende os requisitos, após analisar catálogos de fabricantes de turbinas de pressão negativa, a que atende as solicitações de perda de carga e vazão é o compressor radial de sucção CRE-MINI da marca aeromack.

A curva de desempenho do equipamento escolhido mostra que sob a vazão de $9,24 \text{ m}^3/\text{hr}$ ($0,154 \text{ m}^3/\text{min}$) teremos uma pressão estática de aproximadamente 790 (mmca) , $0,79 \text{ (mca)}$.

Figura 3 - Curva de desempenho compressor radial de sucção



Fonte: Aeromack (2019)

Portanto esta turbina de geração de vácuo atende os requisitos calculados anteriormente.

Para o vácuo ser gerado, a turbina de pressão negativa deve ser acionada a uma certa rotação constante, porém o tipo de moto cultivador que a UTFPR dispõe não possui tomada de potência, que garante uma rotação fixa para os implementos, por isso que com o moto cultivador não é possível gerar o vácuo, uma alternativa seria implantar um motor estacionário na semeadora apenas para geração do vácuo.

CONCLUSÃO

Após determinar as condições desejáveis para a escolha do compressor de pressão negativa, escolhemos o compressor CRE-MINI da Aeromack que atende as condições determinadas pelo método de perda de carga em dutos, e além de atender as demandas o compressor escolhido também é compacto, pesa apenas 6 kg, por isso ele se mostra ideal, já que o intuito é aplicar em uma semeadora-adubadora tracionada por um motocultivador e sua massa deve ser reduzida para não comprometer a potência do moto cultivador.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS – ABCSEM. **Projeto para levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil 2010/2011**. Campinas: ABCSEM, 2011. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/docs/direitos_resevados.pdf. Acesso em: 15 mai. 2019.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole, 1987. 264 p.

DIAS, E. C. **Condições de vida, trabalho, saúde e doença dos trabalhadores rurais no Brasil**. 2006. Disponível em: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wpcontent/uploads/2009/11/saude-trabalhador-rural.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

Fox, R.W., McDonald, A.T. and Pritchard, P.J.; “ **Introdução à Mecânica dos Fluidos**”, LTC, 6a ed. (2004)

SILVEIRA, J.C. Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH): **fundamentos e estratégias para um desenvolvimento rural sustentável**. Florianópolis, 2007. 50p.

PORTELLA, J. A. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas**. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1997. 40p.