

PROTÓTIPO DE MECANISMO PUNCIADOR DE FERTILIZANTE LÍQUIDO

EDUARDO HENRIQUE LIMA¹, MARCELO JOSÉ DA SILVA²

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do sul – PR, eduardo.henrique1@ufpr.br

² Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul – PR, marcelo.jose@ufpr.br

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A utilização de insumos nas culturas, em especial os nitrogenados, é essencial para garantir uma boa produtividade quando as fontes naturais são insuficientes. A aplicação localizada de fertilizantes líquidos é uma das tecnologias atuais voltada ao incremento da produtividade das plantas e aprimoramento da adubação. Contudo, a aplicação de cobertura pode ter impactos adversos, como perdas por escoamento superficial e volatilização e emissão de gases nocivos ao efeito estufa. A aplicação subsuperficial através de mecanismo punçador pode reduzir estes impactos e melhorar a absorção de nutrientes pelas plantas, reduzindo a emissão de gases do efeito estufa e melhorando o desenvolvimento das raízes. Com isso, o objetivo deste trabalho foi elaborar a construção de um protótipo de um mecanismo punçador de fertilizante líquido, a partir de projeto utilizando-se desenhos em CAD e a construção do protótipo em impressora 3D, para, na sequência, aplicar testar em nível de bancada.

PALAVRAS-CHAVE: fertilização líquida, punçador, sistema dosador-injetor.

DEEP PLACEMENT OF LIQUID FERTILIZER MECHANISM PROTOTYPE

ABSTRACT: The use of inputs in crops, especially nitrogen, is essential to ensure good productivity when natural sources are not sufficient. The localized application of liquid fertilizers is one of the current technologies aimed at increasing plant productivity and improving fertilization. However, the coverage application can cause adverse impacts, such as losses due to surface runoff and volatilization and emission of harmful greenhouse gases. In soil application through a punching mechanism can reduce these impacts and improve nutrient absorption by plants, reducing greenhouse gas emissions and improving root development. Therefore, the objective of this work was to develop the construction of a prototype of a liquid fertilizer punching mechanism, based on a project using CAD drawings and the construction of the prototype on a 3D printer, to then apply tests at a bench level.

KEYWORDS: liquid fertilization, puncher, dosing-injector system.

INTRODUÇÃO: A utilização de insumos na agricultura é fundamental para maximizar o desenvolvimento e produção das plantas. O nitrogênio é especialmente importante para o milho, sendo demandado em grandes quantidades (ESCOSTEGUY et al., 1997; FREIRE et al., 2001). Porém, o excesso de fertilizantes pode levar ao aumento da acidez do solo, esgotamento de nutrientes e contaminação do ecossistema. A utilização de tecnologias na aplicação de

fertilizantes visa aumentar a eficiência, reduzir emissões de gases poluentes e gerar economia financeira. A aplicação por meio de punção e injeção de fertilizante líquido em cana-soca é um método viável para fornecer os nutrientes em subsuperfície, com mínima mobilização do solo, resíduos vegetais e raízes (SILVA, 2017). (LI et al., 2021) apresentam que a fertilização única em profundidade, em cultivo por plantio direto, pode apresentar aumento de recuperação de nitrogênio nas culturas de arroz e redução do potencial de emissão de gases metano e óxido nitroso na atmosfera em torno de 20 a 25% e 7 a 12%, respectivamente. Indicam, ainda, aumento da taxa de área foliar da planta e comprimento total da raiz, resultando em maior diâmetro e volume total da raiz. (PAN et al., 2017) comparam que a aplicação subsuperficial de fertilizante nitrogenado líquido aumentou a produção de algumas cultivares de arroz em torno de 4 a 8%. Com isso, este trabalho objetiva a elaboração e construção de um protótipo de um mecanismo punçador para aplicação de fertilizante líquido em camada subsuperficial do solo. Uma caixa de solo será utilizada para os testes em nível de bancada, analisando a qualidade da operação de punção, enquanto movimenta-se horizontalmente no mesmo sentido de deslocamento do protótipo.

MATERIAL E MÉTODOS: Um desenho tridimensional de um protótipo do mecanismo em escala reduzida foi construído no software Inventor (AUTODESK, 2023), a fim de se observar o funcionamento do mecanismo e a efetividade do sistema de punção acionado por meio de uma transmissão de um eixo came de tambor excêntrico. Para tanto, foram realizados cálculos de especificação do motor que será acoplado ao sistema a fim de se obter a rotação necessária para transmissão dos componentes ao longo do deslocamento na dimensão da caixa de solo, especificando, as engrenagens (módulo, número de dentes e passo) e dimensões dos eixos que transmitirão a potência para o eixo came realizar a transmissão para o punçador que perfura o solo. Esse sistema punçador foi inspirado em mecanismo desenvolvido para realizar perfurações equidistantes no solo durante uma operação mecanizada (SILVA E MAGALHÃES, 2014). Após ser realizado todo o dimensionamento para o sistema, melhorias e adaptações ao protótipo foram desenhadas em software CAD, possibilitando a visualização de cada componente e de forma conjunta no protótipo. Uma vez atingidos os critérios de satisfação do projeto, iniciou-se a fabricação dos componentes compatíveis em impressoras 3D, utilizando-se filamentos de ácido polilático (PLA) e, mais uma vez, avaliado a qualidade de impressão dos componentes e compatibilidade com o projeto. A caixa de solo, onde será realizado o teste em bancada, terá dimensões de 1,5 m de comprimento por 0,25 m de largura e 0,7 m de altura e será composta de um tampo de fundo em madeira e as laterais em material acrílico, permitindo uma visualização do sistema perfurando o solo. Nas laterais da caixa serão fixados uma cremalheira, por onde percorrerá o mecanismo e dois trilhos para melhorar estabilidade durante o movimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Um esboço em 2D (Figura 1A) foi elaborado previamente, utilizando-se software CAD para desenvolvimento do mecanismo punçador, possibilitando um pré-conceito da posterior projeção em esboço tridimensional. Com o projeto 3D criado e realizado alterações e otimizações (Figuras 1A e 1B), alguns componentes foram impressos em impressoras 3D, como engrenagens, mancais, eixos e cremalheiras (Figuras 1D e 1E). Cada peça impressa foi analisada quanto sua qualidade de impressão, nível de detalhes, grau de aspereza, densidade de preenchimento, atestando a qualidade real da fabricação das peças, a fim de obter uma melhor operação dos sistemas do protótipo e prevenir eventuais problemas no funcionamento. O eixo came excêntrico foi concebido visando a aplicação da fertilização por meio do punção da haste, pressionando-a para baixo, perfurando o solo a profundidade recomendada e, através da energia potencial armazenada pela mola, força a haste a retornar a sua posição original, quando o eixo came rotaciona possibilitando a retração da mola. Enquanto

ocorre o puncionamento, através da ranhura do eixo, o movimento transversal da haste é possível, realizando a punção em distância especificada pelo comprimento do eixo e evitando sobrecarga de pressão sobre o mecanismo, ocasionando em quebra da peça. Assim, o protótipo realiza movimento vertical de perfuração em sincronia com o deslocamento na mesma direção do carro-guia. Com o término do processo de impressão dos elementos, será construído o carro-guia, onde será montado o protótipo, e, assim que esta etapa estiver concluída, pode-se então, prosseguir para a montagem do mecanismo. E, por fim, será construída a caixa de solo após finalizar a construção do protótipo, possibilitando a realização dos testes necessários e averiguação da eficiência de funcionamento do projeto.

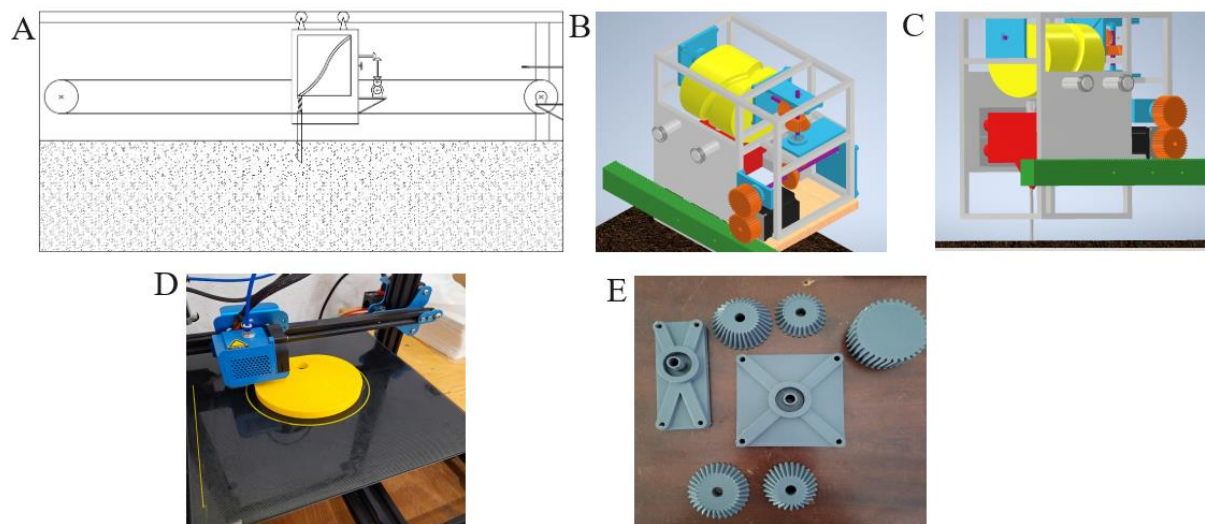


FIGURA 1. Protótipo de mecanismo puncionador de fertilizante líquido. **A.** Esboço bidimensional do protótipo. **B.** Esboço tridimensional do protótipo em perspectiva. **C.** Esboço do mecanismo puncionador. **D.** Peça em processo de impressão 3D. **E.** Peças após finalização do processo de impressão 3D.

CONCLUSÕES: Este trabalho trata-se da análise da viabilidade de um sistema de aplicação localizada de fertilizante líquido, através de um mecanismo puncionador inovador que pode permitir a aplicação necessária de fertilizantes diretamente no solo, a uma profundidade mais próximas da região radicular das plantas. O protótipo foi construído conforme especificações do projeto, tendo algumas peças criadas através de impressoras 3D, a montagem e teste a nível de bancada serão realizados.

REFERÊNCIAS: AUTODESK. **Inventor Professional 2023.** Disponível em: <https://www.autodesk.com/br>. Acesso em: 29 maio 2024.

ESCOSTEGUY, PA V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 21, n. 1, p. 71-77, 1997.

FREIRE, Francisco Morel; VASCONCELLOS, Carlos Alberto; DE FRANCA, Gonçalo Evangelista. *Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto*. 2001.

LI, L., TIAN, H., ZHANG, M., FAN, P., ASHRAF, U., LIU, H., CHEN, X., DUAN, M., TANG, X., WANG, Z., ZHANG, Z., & PAN, S. (2021). Deep placement of nitrogen fertilizer increases rice yield and nitrogen use efficiency with fewer greenhouse gas emissions in a mechanical direct-seeded cropping system. *Crop Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.12.011>.

PAN, S., WEN, X., WANG, Z., ASHRAF, U., TIAN, H., DUAN, M., MO, Z., FAN, P., & TANG, X. (2017). Benefits of mechanized deep placement of nitrogen fertilizer in direct-seeded

rice in South China. *Field Crops Research*, 203, 139–149.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.011>.

SILVA, M. J. *Processo para aplicação localizada de fertilizante líquido nitrogenado em cana-soca*. **Universidade Estadual de Campinas**, v. dissertação, n. Campinas, 2017.

SILVA, Marcelo José; MAGALHÃES, Paulo Sérgio Graziano. Design of a mechanical system for liquid fertilizers injection in ratoon cane. In: 2014 Montreal, Quebec Canada July 13–July 16, 2014. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2014. p. 1.