

DESENVOLVIMENTO DE ESPAÇADORES DE VASOS PARA A PADRONIZAÇÃO DO CULTIVO PROTEGIDO DE PLANTAS

LEONARDO MORELI SANTANA¹, EDERSON SEBASTIÃO MONTEIRO², HELEN BIATRIZ PEREIRA DE OLIVEIRA³, RENATA BACHIN MAZZINI-GUEDES⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul - PR, Fone: (0XX43) 98451.4570, leomsantana.lms@gmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola, UFPR Jandaia do Sul, Jandaia do Sul - PR.

³ Graduanda em Engenharia Agrícola, UFPR Jandaia do Sul, Jandaia do Sul - PR.

⁴ Engenheira agrônoma, Profa. Dra., UFPR Jandaia do Sul, Jandaia do Sul - PR.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Uma das principais vantagens do cultivo protegido é a uniformidade de plantas. No entanto, no dia-a-dia, é muito difícil manter o posicionamento adequado dos vasos durante as práticas de manejo. O objetivo deste trabalho foi projetar e construir, por meio da tecnologia da impressão 3D, um espaçador de vasos, de maneira a uniformizar o cultivo de plantas envasadas por meio da padronização das distâncias entre elas. Para isso, o espaçador foi projetado com o auxílio dos *softwares* AutoCAD[®] e Slic3r[®], e os desenhos convertidos para o formato .STL para impressão 3D pela impressora GTMax3D[®]. Houve um consumo muito alto de filamentos para a impressão do primeiro espaçador-teste, que precisou ser redimensionado. Após realizados alguns ajustes, como a redução da espessura e a simplificação do desenho, foram feitas novas impressões, que se mostraram viáveis pela economia de filamento e manutenção da qualidade do módulo. O conjunto montado de espaçadores de vasos, além de proporcionarem distâncias exatas entre vasos, visando à padronização do cultivo, atua também na segurança dos vasos contra quedas e tombamentos.

PALAVRAS-CHAVE: impressão 3D, uniformidade de plantas, espaçamento entre plantas

DEVELOPMENT OF POT SPACING MODULES FOR STANDARDIZATION OF PROTECTED PLANT CULTIVATION

ABSTRACT: One of the main advantages of protected cultivation is plant uniformity. However, it is very difficult to keep the appropriate pot position along the daily management practices. The objective of this work was to design and build, using the 3D printing technology, a pot spacing module aiming at the cultivation uniformity of potted plants by the spacing standardization among pots. Therefore, a pot spacing module was designed with the help of AutoCAD[®] and Slic3r[®] softwares, with drawings converted to .STL format for 3D printing by a GTMax3D[®] printer. There was a high filament consumption to print the first module model, which was resized. After performing some modifications, such as width reduction and drawing simplification, further printing was carried out. The new modules were viable because of filament economy and maintenance of product quality. The mounted set of pot spacing modules promoted equal distances among pots towards cultivation standardization, besides more security against pot falling and tipping.

KEYWORDS: 3D printing, plant uniformity, plant spacing

INTRODUÇÃO: O cultivo protegido de plantas envasadas apresenta, como uma das suas principais vantagens, a produção de plantas uniformes, característica relacionada diretamente à qualidade final do produto. No entanto, no dia-a-dia, é muito difícil manter o posicionamento adequado dos vasos para alcançar o espaçamento ideal entre eles, pois o manejo é feito, na maioria das vezes, por pessoas, de forma subjetiva. Essa desorganização dos vasos contribui para que as plantas recebam os tratos culturais também de maneira desuniforme, o que pode influenciar negativamente no resultado almejado (BOYLE, 2006). Já existem alguns implementos no mercado, acoplados a pequenos tratores, que são construídos para auxiliar na movimentação dos vasos, assim como em sua distribuição alinhada e na retirada para comercialização. No entanto, tratores com esses implementos requerem casas de vegetação com amplas áreas livres para circulação, além de alto poder aquisitivo do produtor, não sendo acessíveis à maioria deles. Nesse sentido, a tecnologia das impressões em três dimensões (3D) é fundamental para a criação de protótipos, os quais, na maioria das vezes, formam as bases para futuros projetos, evitando inúmeras falhas antes da execução real (PORTO, 2016). No entanto, em diversos casos, pode ser usada já para projetos definitivos devido, principalmente, pela facilidade de se obter uma construção detalhada de qualquer objeto. Assim, o objetivo foi projetar e construir, por meio da tecnologia da impressão 3D, um espaçador de vasos, de maneira a uniformizar o cultivo de plantas envasadas por meio da padronização das distâncias entre elas.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado no *Campus Avançado* de Jandaia do Sul da Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizado no município de Jandaia do Sul - PR (23°32'51" S; 51°38'36" W; a 807 m de altitude). O projeto inicial do espaçador foi baseado nas medidas de vasos nº 11, cujas dimensões são: 7,8 cm de diâmetro inferior, 10,2 cm de diâmetro superior e 7,8 cm de altura. Esses vasos são usados, principalmente, para o cultivo de plantas herbáceas de pequeno porte e espaçados cerca de 5 cm entre si em todas as direções. Após a concepção da ideia, desenhada na forma de um croqui, foi feito o respectivo desenho técnico usando o *software* AutoCAD® para futura realização do desenho 3D (Figura 1).

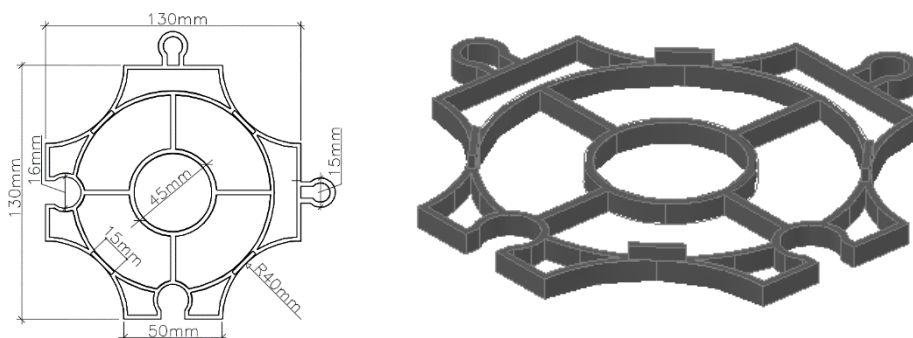


FIGURA 1. Projeto do espaçador, em duas dimensões, com medidas, e em três dimensões, ambos desenhados no AutoCAD®.

Para a impressão 3D do espaçador, foi usada uma impressora GTMax3D®, modelo Pro Core A1v2®, com volume de impressão de 18.000.000 mm³ e nivelamento automático com velocidade de 150 mm s⁻¹, cuja conectividade para inserção dos desenhos é feita por meio de cartão SD, que aceita apenas arquivos no formato .STL. O filamento empregado foi o ABS Pro Black 1.75 mm. Para ajustes no módulo a ser impresso, foi usado o Slic3ré®, um *software* livre para mecanismos de fatiamento 3D.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O primeiro espaçador-teste foi impresso com sucesso. No entanto, como foi projetado com uma espessura de 10 mm, houve um consumo muito alto de filamento, cerca de 10 m, o que o tornou inviável (Figura 2). Considerando a função principal dos espaçadores, que é padronizar a distância entre vasos, não havia a necessidade de se construir peças de alta resistência, assim, esse dimensionamento estrutural excessivo foi revisto em seu projeto inicial.

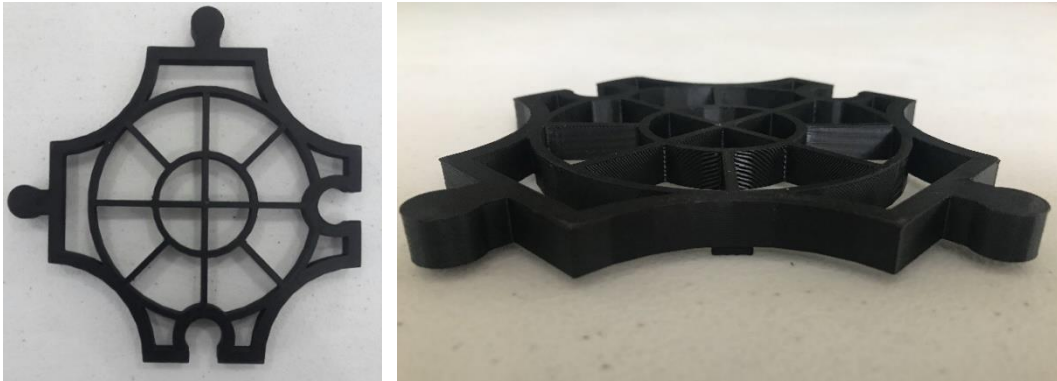


FIGURA 2. O primeiro espaçador-teste construído com dimensionamento estrutural excessivo e espessura de 10 mm.

Durante o redimensionamento do projeto, houve a diminuição da secção estrutural do espaçador, assim como a simplificação do desenho a partir da retirada de alguns elementos, e a redução da espessura para 6 mm, sempre visando à economia de filamento sem perder a função do espaçador. Além disso, houve a elaboração de pequenas bases de elevação para que a peça não fique em contato direto com a superfície sobre a qual está disposta, o que poderia influenciar negativamente alguns manejos, como a subirrigação e a limpeza de bancadas (Figura 3). O espaçador final, considerado o modelo definitivo, foi construído com cerca de 4 m de filamento. Essa economia de aproximadamente 60% relacionada ao uso de filamentos não prejudicou a qualidade do produto, assim, também não houve prejuízos para a função destinada. Outros módulos iguais foram, então, impressos a seguir.

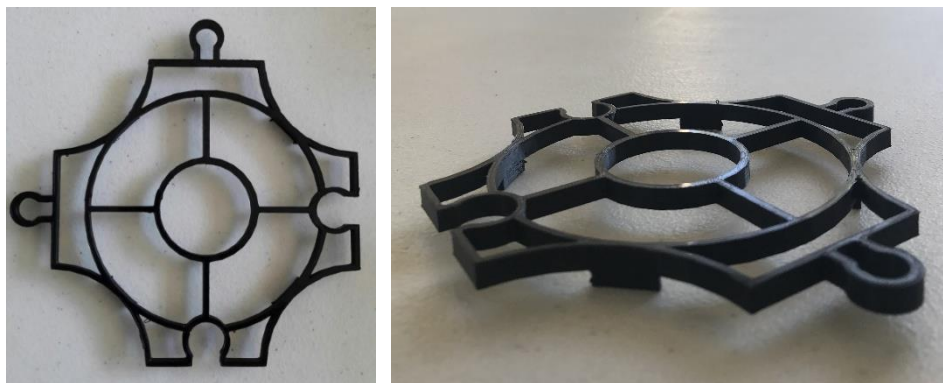


FIGURA 3. O espaçador final de vasos, construído de maneira simplificada, com espessura de 6 mm e bases de apoio.

Conforme planejado, os espaçadores de vasos poderão atuar na padronização de plantas envasadas por meio da imposição da distância exata entre elas e, conseqüentemente, na qualidade do produto final, além de proporcionar a organização do cultivo (Figura 4). Como foi projetado e construído com encaixes “macho-fêmea”, o conjunto montado de espaçadores garante maior estabilidade dos vasos sobre uma superfície, promovendo maior segurança contra quedas e tombamentos, o que pode ocorrer com certa frequência durante a aplicação dos tratamentos.

culturais. Além disso, como foi planejado em módulos, o conjunto pode ser montado de maneira a cobrir qualquer área e formato de superfície.



FIGURA 4. Os espaçadores de vasos definitivos, com encaixes “macho-fêmea”, montados em conjunto.

Embora o espaçador tenha sido projetado para vasos nº 11, o desenho pode ser facilmente adaptado para vasos de quaisquer tamanhos, de acordo com a necessidade do produtor. Atualmente, os suportes de vasos são os objetos comercializados no mercado brasileiro que mais se aproximam dos espaçadores de vasos desenvolvidos neste trabalho, no entanto, foram construídos para facilitar a movimentação de plantas envasadas, e não para a padronização do espaçamento entre plantas, não sendo usados, normalmente, durante o cultivo. Existem, no mercado internacional, alguns módulos construídos para o mesmo fim, porém, se assemelham mais a pratos de contenção de água, pois são colocados lado a lado em uma superfície, com os vasos sobre cada um (BOYLE, 2006). Os espaçadores de vasos desenvolvidos neste trabalho, portanto, são peças inéditas no que se refere a estruturas de apoio ao cultivo protegido.

CONCLUSÕES: O projeto e a impressão 3D dos espaçadores de vasos foram executados com sucesso em sua forma definitiva, apenas após alguns ajustes. Além de proporcionarem distâncias exatas entre vasos, visando à padronização do cultivo de plantas envasadas, atuam também na segurança dos vasos contra quedas e tombamentos. Os módulos, montados em conjunto, podem cobrir qualquer área e formato de superfície.

AGRADECIMENTOS: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Tecnológica fornecida ao primeiro e ao segundo autor; e à Universidade Federal do Paraná, pela bolsa de Iniciação Científica fornecida à terceira autora (Tesouro Nacional).

REFERÊNCIAS:

BOYLE, T. **Calculations Part IV: spacing containers.** Greenhouse Product News, p. 60-63, 2006. Disponível em: <<https://gpnmag.com/article/grower-101-calculations-part-iv-spacing-containers/>>. Acesso em: 07 mar. 2020.

PORTO, T. M. S. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil.** 2016. 80 f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.