

Pressões sobre as linhas de semeadura influenciando a emergência e o crescimento inicial de algodão

Pressures on seeding lines influencing cotton emergence and initial growth

Wesley Ângelo Fabian ¹(ORCID 0000-0004-4759-1482), **Sebastião Ferreira de Lima** ^{1*}(ORCID 0000-0001-5693-912X), **Edson Rafael Alves** ²(ORCID 0009-0000-9006-4857), **Vitória Carolina Dantas Alves** ¹(ORCID 0000-0002-7161-3205), **Lucymara Merquides Contardi** ¹(ORCID 0000-0002-5418-5077), **Eduardo Pradi Vendruscolo** ³ (ORCID 0000-0002-3404-8534), **Rita de Cássia Barros Nunes** ³ (ORCID 0000-0003-4235-5101), **Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro** ¹(ORCID 0000-0001-8428-3703)

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, MS, Brasil. Autor para correspondência: sebastiao.lima@ufms.br

²Precision Planting, Chapadão do Sul, MS, Brasil.

³Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia, MS, Brasil.

Submissão: 12/10/2023 | Aceite: 20/10/2023

RESUMO

A força que é aplicada sobre a unidade semeadora pode influenciar a emergência das plântulas de algodão, podendo resultar em decréscimo no desenvolvimento e potencial produtivo da planta. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes pressões exercidas sobre as linhas de semeadura do algodoeiro na emergência e crescimento inicial das plantas. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram constituídos das pressões, manual 16, 45 e 120 kg, automático leve, padrão e pesado, automático personalizado 36 e 59 kg. Foi avaliado a emergência de plântulas aos 5; 6; 7 e 8º dia após semeadura, número total de planta emergida no 8º dia, número de sementes expostas, altura de plantas com 20 e 25 dias após semeadura e comprimento de raiz principal com 15 dias após semeadura. Na emergência mais rápida, aos 5 dias após a semeadura, o sistema de pressão manual 16 e 45 kg obtiveram maior número de plantas emergidas, superando em 44,6% o sistema automático padrão do equipamento, no entanto, o uso de 16 kg também resultou em maior número de sementes expostas. O uso de sistema de pressão automático na semeadura não foi favorável a emergência das plântulas de algodão, sendo os sistemas manuais mais adequados. Não se obteve diferença na altura de planta 25 dias após semeadura e comprimento de raiz 15 dias após semeadura, em relação aos diferentes sistemas de pressão utilizados.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L.; forças descendentes; semeadura de precisão.

ABSTRACT

The force applied to the seeding unit can influence the emergence of cotton seedlings, which may result in a decrease in the development and productive potential of the plant. Thus, the work aimed to evaluate the effect of different pressures exerted on cotton sowing lines on the emergence and initial growth of plants. A randomized block design was used with eight treatments and three replications, totaling 24 plots. The treatments consisted of pressures, manual 16, 45, and 120 kg, light automatic, standard and heavy, personalized automatic 36 and 59 kg. Seedling emergence was evaluated at 5; 6; 7th and 8th days after sowing, the total number of plants that emerged on the 8th day, the number of exposed seeds, plant height 20 and 25 days after sowing, and main root length 15 days after sowing. In the fastest emergence, 5 days after sowing, the 16 and 45 kg manual pressure system obtained a greater number of emerged plants, surpassing the equipment's standard automatic system by 44.6%, however, the use of 16 kg also resulted in a greater number of exposed seeds. The use of an automatic pressure system during sowing was not favorable to the emergence of cotton seedlings, with manual systems being more appropriate. There was no difference in plant height 25 days after sowing and root length 15 days after sowing, about the different pressure systems used.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L.; downforce, precision seeding.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil manteve-se entre os cinco maiores produtores mundiais de algodão, ao lado de países como China, Índia, Estados Unidos e Paquistão, sendo o primeiro em produtividade (ABRAPA 2023). Hoje o Brasil é exportador da pluma e o cultivo do algodão tem crescido nas últimas safras, com previsão de expansão de 18,7% no período compreendido entre 2012 e 2024 (SAATH & FACHINELLO 2018). Na safra 2022/2023 a área plantada com algodão foi de 1,66 milhões de hectares, resultando em uma produção de 3,15 milhões de t de algodão em pluma, com média de produtividade de 1893 kg ha⁻¹ (CONAB 2023).

Dentre os vários processos necessários para o manejo adequado do algodão, a semeadura constitui um dos momentos mais delicados, por ser o fundamental ao estabelecimento das plântulas em campo. No processo de semeadura deve-se atentar à escolha do método de plantio (convencional ou direto), força aplicada sobre a linha e rodas compactadoras, e a regulagem da semeadora (OLIVEIRA 2021). A escolha do mecanismo de semeadura do implemento utilizado, a profundidade de deposição da semente no solo e a uniformidade de distribuição, são alguns dos fatores afetados pela força aplicada sobre as linhas de plantio (SHARDA et al. 2017, BRUNE et al. 2018, BADUA et al. 2021).

A profundidade de deposição da semente deve ficar entre 3 e 5 cm, variando conforme a textura e a capacidade de absorção de água pelo solo (ARAUJO 2017). O atraso na emergência das plântulas pode ser causado por má deposição de sementes no sulco ou a má formação do sulco, o que ocasiona sementes mais rasas ou muito fundas, que prejudicam a cultura (OLIVEIRA 2021). Assim, uma boa formação do sulco, com bom condicionamento físico do solo ao redor da semente garante boa absorção de água e disponibilidade de oxigênio, favorecendo a formação de radículas (MODOLO et al. 2011, JING et al. 2020, OLIVEIRA 2021). Na semeadura, se a força vertical for em excesso pode formar crostas superficiais, atrasando a emergência de plântulas (MODOLO et al. 2008, VIRK et al. 2020). Essa força aplicada sobre as rodas compactadoras, por sua vez, causa a resistência mecânica à penetração do solo, provocando a compactação da parede do sulco, que irá impactar negativamente na emergência e crescimento da planta (WAY et al. 2018, JING et al. 2020).

Devido aos diferentes tipos de textura de solo encontrados nos ambientes de semeadura, vários sistemas de força estão sendo desenvolvidos visando controlar a pressão exercida durante a semeadura, buscando evitar a deposição de sementes em profundidades não ideais, resultando em atraso na emergência, e conseqüentemente, redução na produtividade (BRUNE et al. 2018). Forças verticais aplicadas em unidades semeadoras são utilizadas para manter as sementes em profundidades desejadas, além de prevenir a compactação da parede do sulco (BADUA et al. 2021).

Ainda não se definiu qual pressão seria a melhor para proporcionar uma boa germinação e posteriormente sobre o potencial produtivo da planta, aumentando ou diminuindo o mesmo. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes pressões exercidas sobre as linhas de semeadura do algodoeiro na emergência e crescimento inicial das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área no município de Chapadão do Sul, MS localizada na latitude de 18°50'38.58" Sul, longitude 52°31'15.77" Oeste e altitude de 816 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al. 2018), e o clima da região como tropical úmido, com precipitação pluvial de 1.850 mm, e temperatura compreendida entre 13 a 28 °C (CUNHA et al. 2013).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram formados por diferentes pressões aplicadas nas linhas, manual 16, 45 e 120 kg, automático leve, padrão e pesado, automático personalizado 36 e 59 kg.

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linha de algodão com cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,90 m entre si. A cultivar utilizada no experimento foi a FM 944GL da FiberMax de ciclo médio (160 a 180 dias), com adubação na semeadura de 250 kg ha⁻¹ utilizando o adubo MAP (10-46-00).

A semeadura foi realizada com o auxílio de um conjunto de trator e semeadora adubadora mecanizada da marca John Deere com 15 linhas, espaçamento de 0,90 m. Cada unidade de semeadura estava equipada com o mecanismo de pressão hidráulico DeltaForce® da marca Precision Planting. O

mecanismo utiliza da pressão de óleo hidráulico proveniente do sistema do trator, o qual é direcionado por uma válvula para pistões acoplados às unidades de semeadura.

Este mecanismo hidráulico permite, por meio do computador de bordo do trator selecionar o modo de operação, no qual pode ser configurado o modo automático, automático personalizado e manual. O modo automático vem pré-definido com alguns valores para o início do trabalho, automático leve 23 kg, automático padrão 45 kg e automático pesado 68 kg, ajustando a força de acordo com a necessidade de cada unidade semeadora, variando de um valor a outro. O automático personalizado atua entre os valores do automático, quando a necessidade de carga não chega ao limite pré-definido no automático. No sistema manual a força exercida sobre a unidade é fixa, definida pelo operador.

A semeadura do algodão foi realizada dia 27/12/2022, e as avaliações tiveram início no quinto dia após semeadura (01/01/2023), com a avaliação de emergência. Para diferenciar os dias de emergência foi utilizado abraçadeiras de nylon de diferentes cores. Aos 5, 6, 7 e 8 dias após a semeadura (DAS), foi contabilizado o número de plantas emergidas (NP5, NP6, NP7 e NP8), sinalizado com as cores, preta, branca, vermelha e amarela nesta ordem, respectivamente, e o número total de plantas no 8º dia (NT8). Foi avaliado também as características de altura de plantas aos 20 e 25 DAS (ALT20 e ALT25), comprimento da raiz principal aos 15 DAS (CR15), e o número de sementes expostas (NSE).

Para a avaliação de altura de planta e comprimento de raiz foram coletadas quinze plantas de cada tratamento, sendo cinco de cada repetição. Foi utilizado um escalímetro para determinar o tamanho de planta e o comprimento de raiz. A avaliação de semente exposta (NSE) ocorreu no quinto dia após semeadura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que houve efeito dos tratamentos sobre todas as variáveis estudadas, exceto para altura de planta aos 25 DAS (ALT25) e comprimento de raiz aos 15 DAS (CR15) (Tabela 1). Esses resultados indicam que o peso aplicado na linha de semeadura influencia a germinação das sementes de algodão. De acordo Com VIRK et al. (2021) a carga vertical descendente aplicada na linha de semeadura tem papel fundamental na manutenção de uma profundidade de deposição da semente estável e consistente.

Tabela 1. Análise de variância das características avaliadas no experimento.

Table 1. Analysis of variance of the characteristics evaluated in the experiment.

FV	GL	Quadrado Médio do Resíduo				
		NP5	NP6	NP7	NP8	NT8
Repetição	2	0,000104	0,009479	0,005417	0,000729	0,020937
Tratamentos	7	0,876414**	0,720818**	0,069509**	0,017560*	0,551414**
Erro	14	0,0210057	0,008408	0,004107	0,004658	0,047485
CV (%)		4,06	4,92	10,87	15,90	3,38
Média geral		3,57	1,86	0,59	0,43	6,46
		NSE	ALT20	ALT25	CR15	
Repetição	2	0,000417	3,782917	2,490417	0,040417	
Tratamentos	7	0,079628**	5,130238*	2,599940 ^{ns}	0,919762 ^{ns}	
Erro	14	0,001726	1,372917	1,584226	0,342798	
CV (%)		22,41	12,07	10,53	10,20	
Média geral		0,18	9,71	11,95	5,74	

NP5, NP6, NP7 e NP8 = número de plantas aos 5, 6, 7 e 8 dias após semeadura, respectivamente. NT8 = número total de plantas no 8º dia após semeadura. NSE = número de sementes expostas. ALT20 e ALT25 = altura de plantas aos 20 e 25 dias após a semeadura, respectivamente. CR15 = comprimento de raiz aos 15 dias após a semeadura. **, * e ^{ns} = significativo a 1% e 5% e não significativo pelo teste F.

Quando se utilizou o sistema de pressão manual 45 kg (M45) e manual 16 kg (M16), obteve-se o maior número de plantas emergidas no 5º dia após semeadura, que corresponde a um aumento de 44,6% em relação ao automático padrão (APAD) (Fig. 1A). Embora a semeadura mecanizada de precisão tenha sido desenvolvida para colocar as sementes na profundidade e espaçamento desejado, com precisão e acurácia (LIU et al. 2017, YIN et al. 2018), muitos detalhes ainda precisam ser resolvidos, uma vez que nem sempre se observa a melhor resposta da cultura. A aplicação de forças descendentes influencia a

resistência mecânica do solo a penetração e causa compactação da parede do sulco, que pode resultar em menor emergência e crescimento das culturas (WAY et al. 2018, JING et al. 2020).

A aplicação de maior pressão descendente do que o esperado resultará em sobrecarga da força de compactação do solo, podendo causar compactação excessiva do sulco de semeadura, dificultando a penetração das sementes na parede para o enraizamento e germinação, afetando a consistência na emergência do milho (SHI et al. 2014). ALVES et al. (2014), verificaram que semeaduras mais rasas favorecem as sementes a ficarem mais sujeitas às variações do ambiente, originando assim plantas fracas e pouco desenvolvidas. Segundo CORTEZ et al. (2005), o uso de cargas verticais maiores de 200 N sobre as unidades semeadoras diminuiu a velocidade e porcentagem de emergência de plantas de algodão, e que cargas mais leves 100 N ou medianas 150 N, tiveram maiores benefícios no desenvolvimento inicial das plântulas.

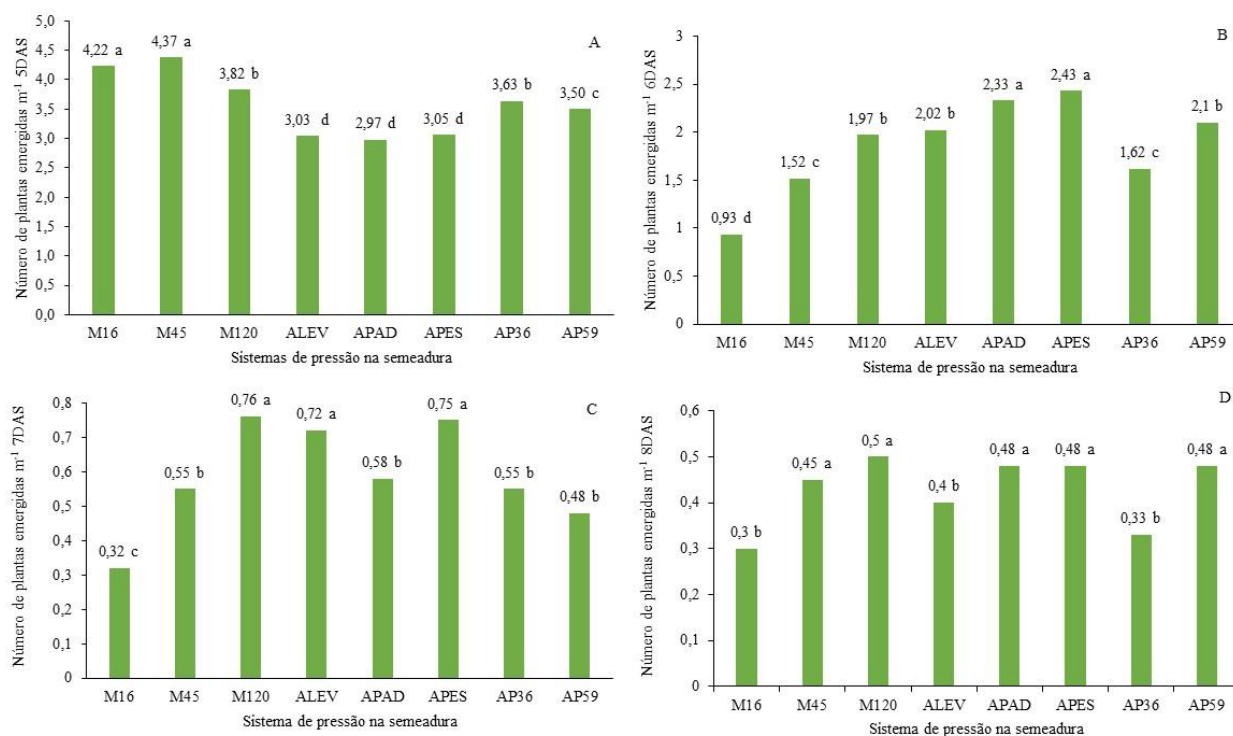


Figura 1. Número de plantas emergidas no 5 (A), 6 (B), 7 (C) e 8º (D) dia após semeadura em função dos diferentes sistemas de pressão na semeadura. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: automático leve, APAD: automático padrão, APES: automático pesado, AP36: automático personalizado 36 kg, AP59: automático personalizado 59 kg.

Figure 1. Number of plants emerged on the 5th (A), 6th (B), 7th (C) and 8th (D) day after sowing as a function of the different pressure systems during sowing. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: light automatic, APAD: standard automatic, APES: heavy automatic, AP36: custom automatic 36 kg, AP59: custom automatic 59 kg.

Para o número de plantas emergidas no 6º dia (NP6) (Fig. 1B), observa-se que o sistema manual de 16 kg (M16), proporcionou um número inferior de emergência, correspondendo a 60,92%, de plantas emergidas, comparado com o sistema automático pesado (APES) e automático padrão (APAD). Isso pode ter ocorrido pelo mesmo fato verificado por MODOLO et al. (2007), que observaram menor índice de emergência em cargas mais leves, devido a formação de bolsões de ar sobre a semente, fazendo com que não tivesse um contato entre solo e semente.

No 7º dia após semeadura notou-se o aumento de plantas emergidas nos sistemas de pressões maiores, manual 120 kg (M120) e automático pesado (APES), e também no sistema automático leve (ALEV). Esses sistemas obtiveram 49,19% a mais de plantas emergidas, em comparação com os demais sistemas de pressão (Fig. 1C). Isso pode ocorrer quando se utiliza cargas superiores para a construção do sulco no momento da semeadura, ocasionando assim encrostamento superficial do solo, retardando a

emergência das plântulas (MODOLO et al. 2008).

Com oito dias após a semeadura notou-se que as pressões, manual 120 kg (M120), manual 45 kg (M45), automático padrão (APAD), automático pesado (APES) e automático personalizado 59 kg (AP59), proporcionaram os maiores números de plantas emergidas (Fig. 1D). Esse fato possivelmente ocorreu devido as forças de pressão serem maiores sobre as unidades semeadoras, assim uma semeadura muito profunda atua como fator de estresse para a semente, levando a um atraso de emergência das plântulas (DIÉDHIU et al. 2021), e de acordo com TEIXEIRA et al. (2018) a profundidade de deposição da semente afeta de forma significativa a emergência da planta. Nesse sentido, GAO et al. (2020) ainda verificaram que conforme aumenta a profundidade de semeadura, reduz a qualidade da taxa de deposição da semente na posição ideal de profundidade.

Ao oitavo dia também foi contabilizado o número total de plantas emergidas até a data, onde se verificou que os sistemas, manual 120 kg, manual 45 kg, automático pesado e automático personalizado 59 kg, contabilizaram o maior número de plantas finais emergidas (Fig. 2). Embora o sistema manual tenha se destacado no trabalho, proporcionando grande número de plantas emergidas, ZHOU et al. (2023) verificaram que a força descendente adequada pode reduzir o efeito da velocidade da máquina durante a semeadura e a compactação do solo, sendo que o sistema automático de pressão evita compactação excessiva do solo no sulco de semeadura, permitindo a deposição da semente na profundidade adequada. Diferente do visto por GROTTA et al. (2007), que verificaram que a emergência de plantas de soja não sofreu influência pela profundidade e carga vertical aplicada em linha de semeadura. Enquanto BERNARDES et al. (2023) obtiveram maior velocidade de emergência de milho em profundidade menor de deposição da semente.

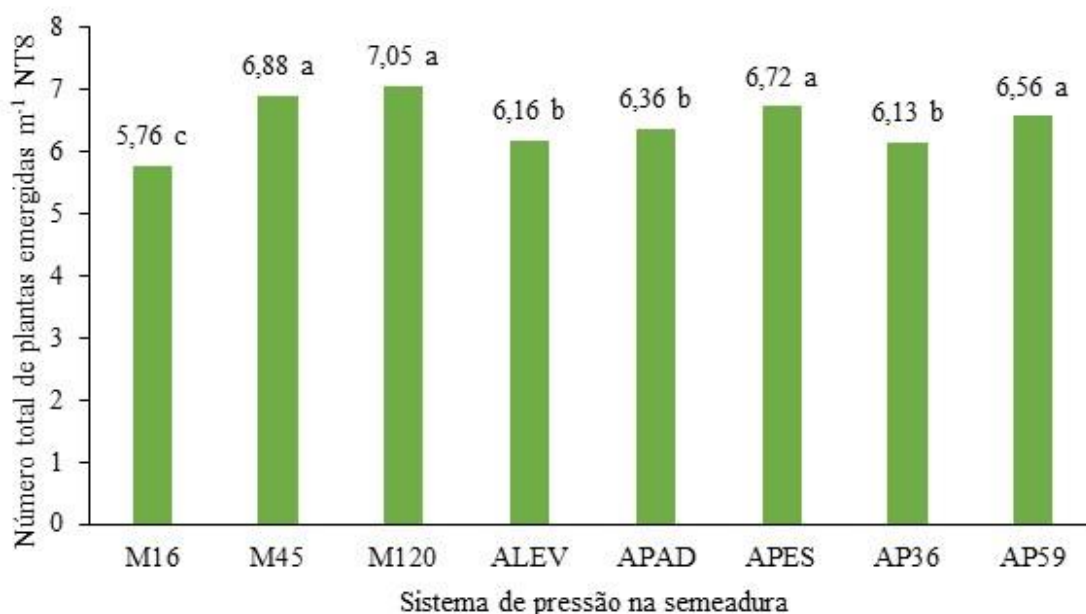


Figura 2. Número total de plantas emergidas até o 8º dia após semeadura (NT8) em função dos diferentes sistemas de pressão na semeadura. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: automático leve, APAD: automático padrão, APES: automático pesado, AP36: automático personalizado 36 kg, AP59: automático personalizado 59 kg.

Figure 2. Total number of plants emerged up to the 8th day after sowing as a function of the different pressure systems during sowing. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: light automatic, APAD: standard automatic, APES: heavy automatic, AP36: custom automatic 36 kg, AP59: custom automatic 59 kg.

A avaliação de sementes expostas foi feita no quinto dia após semeadura, onde foi observado que os sistemas de pressão, manual 16 kg (M16) e automático leve (ALEV), obtiveram as maiores médias de sementes expostas, com 88,63% comparado com o automático padrão (APAD). Isso se deu provavelmente

pelo uso de pouca pressão no sistema de semeadura, fazendo com que as sementes não fossem recobertas adequadamente (Fig. 3).

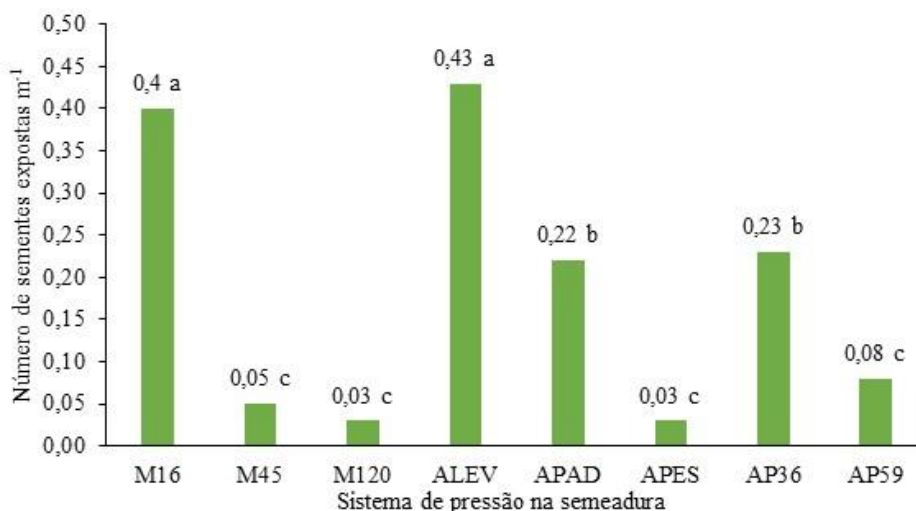


Figura 3. Número de sementes expostas em relação aos sistemas de pressão na semeadura. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: automático leve, APAD: automático padrão, APES: automático pesado, AP36: automático personalizado 36 kg, AP59: automático personalizado 59 kg.

Figure 3. Number of seeds exposed in relation to pressure systems during sowing. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: light automatic, APAD: standard automatic, APES: heavy automatic, AP36: custom automatic 36 kg, AP59: custom automatic 59 kg.

Na avaliação de altura de plantas com 20 dias após a semeadura (ALT20), foi visto que os sistemas de pressão manual 16 kg (M16), manual 120 kg (M120), automático leve (ALEV), automático pesado (APES) e automático personalizado 36 kg (AP36), obtiveram o maior número em relação à altura de plantas, destacando-se o manual 120 kg (M120), que ficou 41,68% superior em relação ao automático padrão (APAD) (Fig 4).

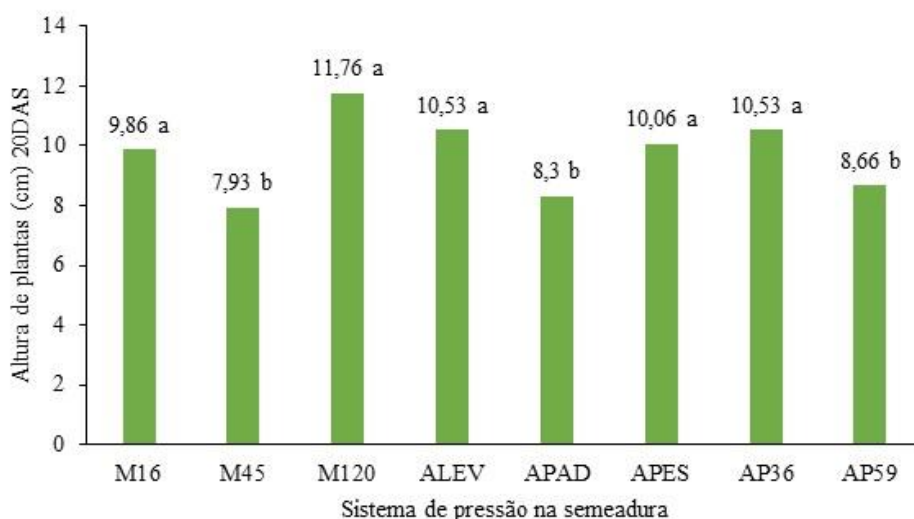


Figura 4. Altura de plantas aos 20 dias após a semeadura (20DAS) em relação aos sistemas de pressão na semeadura. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: automático leve, APAD: automático padrão, APES: automático pesado, AP36: automático personalizado 36 kg, AP59: automático personalizado 59 kg.

Figure 4. Plant height at 20 days after sowing (20DAS) in relation to pressure systems at sowing. M16:

manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: light automatic, APAD: standard automatic, APES: heavy automatic, AP36: custom automatic 36 kg, AP59: custom automatic 59 kg.

Em pressões elevadas existe tendência de ter plantas maiores, e apresentarem o estande final de plantas maior, o que pode influenciar na altura das mesmas (MODOLO et al. 2011), o que também foi notado neste trabalho, para o número total de plantas no oitavo dia, onde a pressão manual 120 kg (M120) apresentou maior estande final de plantas. Diferente do estudado por LABEGALINI et al. (2016) que verificaram um menor desenvolvimento de altura de planta, relacionado a solos mais compactados que inibem o desenvolvimento do sistema radicular assim afetando na absorção de nutrientes e água.

Com 25 dias após semeadura, verificou-se que estatisticamente não houve diferença na altura de plantas em relação aos sistemas de pressão na semeadura (Fig. 5) Isso pode ocorrer porque a medida em que as plantas se desenvolvem, com condições de ambiente favorável, a tendência é de que todas as plantas se igualem, pois, a conformação final é determinada geneticamente (CORTEZ et al. 2009).

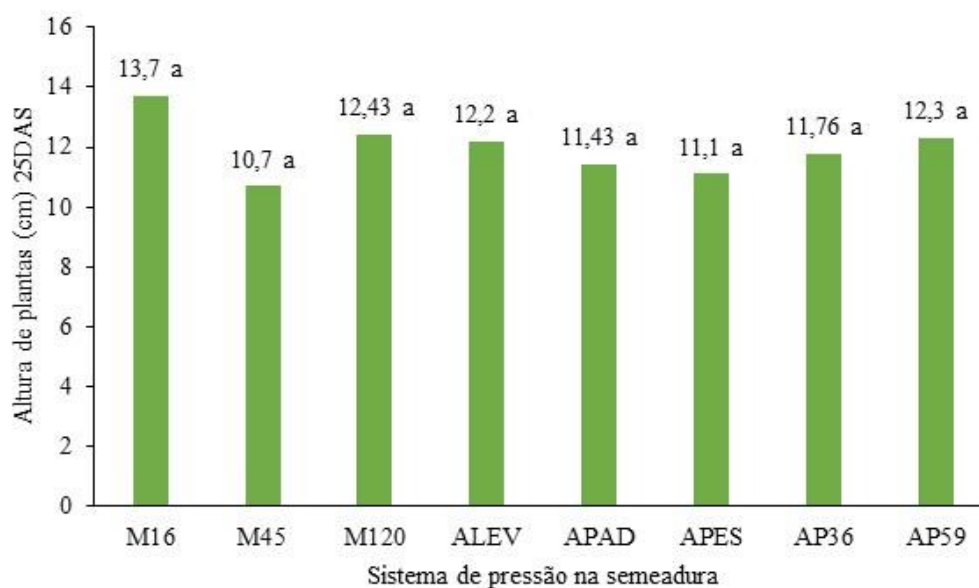


Figura 5. Altura de plantas aos 25 dias após a semeadura (25DAS) em relação aos sistemas de pressão na semeadura. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: automático leve, APAD: automático padrão, APES: automático pesado, AP36: automático personalizado 36 kg, AP59: automático personalizado 59 kg.

Figure 5. Plant height at 25 days after sowing (25DAS) in relation to pressure systems at sowing. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: light automatic, APAD: standard automatic, APES: heavy automatic, AP36: custom automatic 36 kg, AP59: custom automatic 59 kg.

Para o comprimento de raiz com 15 dias após semeadura, observou-se que os sistemas de pressões automático leve (ALEV) e automático padrão (APAD) obtiveram números inferiores comparados aos demais sistemas de pressão (Fig. 6).

Em avaliação de sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo VALADÃO et al. (2015) verificaram que no maior nível de resistência do solo a penetração ocorreu mudanças na distribuição do sistema radicular. SILVA et al. (2014) observaram que houve aumento de raízes na camada superior conforme o grau de compactação, evitando que as raízes se aprofundassem.

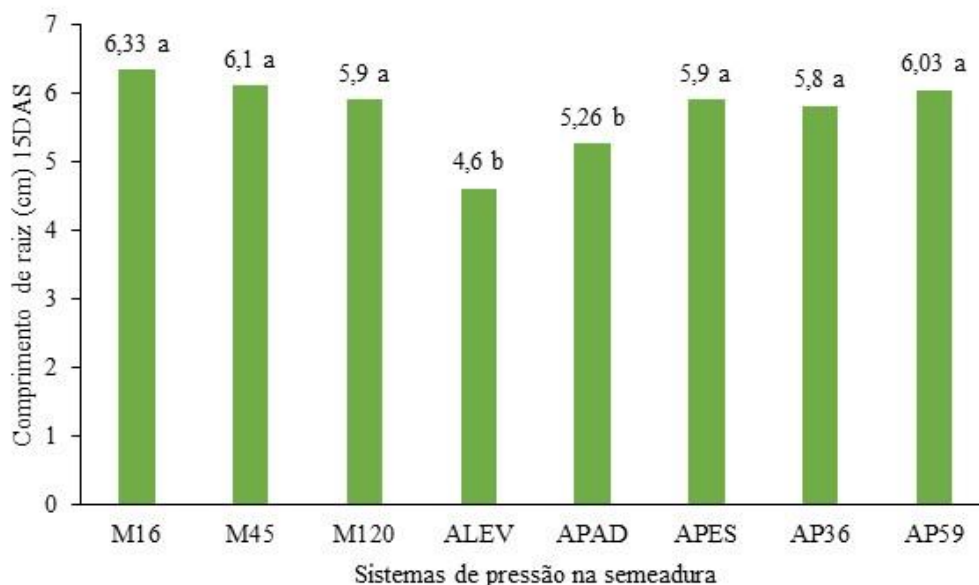


Figura 6. Comprimento de raiz aos 15 dias após a semeadura (15DAS) em relação aos sistemas de pressão na semeadura. M16: Manual 16 kg, M45: Manual 45 kg, M120: Manual 120 kg, ALEV: Automático leve, APAD: Automático padrão, APES: Automático pesado, AP36: Automático personalizado 36 kg, AP59: Automático personalizado 59 kg.

Figure 6. Root length at 15 days after sowing (15DAS) in relation to pressure systems at sowing. M16: manual 16 kg, M45: manual 45 kg, M120: manual 120 kg, ALEV: light automatic, APAD: standard automatic, APES: heavy automatic, AP36: custom automatic 36 kg, AP59: custom automatic 59 kg.

CONCLUSÃO

O uso de sistema de pressão automático na semeadura não foi favorável a emergência das plântulas de algodão, sendo os sistemas manuais mais adequados.

O sistema de pressão manual 16 e 45 kg proporcionou o maior número de plântulas emergidas ao 5º dia após semeadura, no entanto, sistema manual 16 kg apresentou o maior número de sementes exposta.

O sistema de pressão manual 120 kg obteve o maior número de plântulas totais emergidas no 8º dia após semeadura, obtendo também a maior altura de plantas aos 20 dias após semeadura.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA. 2023. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Algodão no Brasil. Disponível em: <https://abrapa.com.br/dados/>. Acesso em: 11 out. 2023.
- ALVES MM et al. 2014. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Platymiscium floribundum* Vog. em função de diferentes posições e profundidades de semeadura. *Ciência Rural* 44: 2129-2135.
- BADUA AS et al. 2021. Ground speed and planter downforce influence on corn seed spacing and depth. *Precision Agriculture* 22: 1154-1170.
- BERNARDES SM et al. 2023. Avaliação de desempenho de semeadora-adubadora Seeder-fertilizer performance evaluation. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 6: 587-599.
- BRUNE PF et al. 2018. Relacionando a força descendente da plantadeira e a resistência do solo. *Soil and Tillage Research* 184: 243-252.
- CONAB. 2023. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2022/23, n.12 Brasília: CONAB. p.1-110. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>
- CORTEZ JW et al. 2009. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. *Engenharia Agrícola* 29: 277-287.
- CORTEZ JW et al. 2005. Efeito de cargas verticais exercidas sobre rodas compactadoras na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). *FAZU em Revista* 2: 45-50.
- CUNHA FF et al. 2013. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul-MS. *Revista Engenharia na Agricultura* 21: 159-172.
- DIÉDHIU I. et al. 2021. Effects of different temperatures and water stress in germination and initial growth of creole genotypes of maize from three different agroclimatic regions of San Luis Potosí (México). *Maydica* 66: 1-16.

- ARAUJO AE (Ed). 2017. Cultura do algodão no cerrado. Campina Grande: Embrapa Algodão.
- FERREIRA DF. 2019. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics* 37: 529-535.
- GAO Y et al. 2020. Development of CAN based Downforce and Sowing Depth Monitoring and Evaluation System for Precision Planter. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery* 51: 15-28.
- GROTTA DCC et al. 2007. Cultura da soja em função da profundidade de semeadura e da carga vertical sobre a fileira de semeadura. *Engenharia Agrícola* 27: 487-492.
- JING H. et al. 2020. Desenvolvimento e avaliação de desempenho de um sistema eletro-hidráulico de controle de força descendente para unidade de linha de plantadeira. *Informática e Eletrônica na Agricultura* 172: 105073.
- LABEGALINI NS et al. 2016. Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação do solo. *Revista de Agricultura Neotropical* 3: 7-11.
- LIU QW et al. 2017. Effect of travel speed on seed spacing uniformity of corn seed meter. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 10: 98–106.
- MODOLO AJ et al. 2008. Efeito da compactação do solo sobre a emergência de plântulas de soja em sistema plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia* 32: 1259–1265.
- MODOLO AJ et al. 2007. Efeito do teor de água do solo e da carga aplicada pela roda compactadora na velocidade de emergência da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy* 29: 587-592.
- MODOLO AJ et al. 2011. Efeito da compactação do solo sobre a semente no desenvolvimento da cultura do feijão. *Acta Scientiarum Agronomy* 33: 89-95.
- OLIVEIRA LP. 2021. Qualidade da semeadura das culturas do algodão, milho e soja sob a ação de forças descendentes em linha. Tese (Doutorado em produção vegetal). Jaboticabal: UNESP. 142p.
- SAATH KCO & FACHINELLO AL. 2018. Crescimento da demanda mundial de alimento e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 56: 195-212.
- SANTOS HG et al. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Brasília: Embrapa.
- SHARDA et al. 2017. Planter Downforce Technology for Uniform Seeding Depth. Disponível em: <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/mf3331.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.
- SHI DJ et al. 2014. Effects of different sowing depths on seedling characters and yield of maize under no-tillage conditions. *Hunan Agricultural Sciences* 2014: 19–21.
- SILVA FR et al. 2014. Crescimento inicial da cultura da soja em Latossolo Bruno com diferentes graus de compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 38: 1731-1739.
- TEIXEIRA HRS et al. 2018. Efeito da profundidade de adubação e semeadura na cultura do milho. *Cultura Agrônômica* 27: 91-100.
- VALADÃO FCA et al. 2015. Adubação fosfatada e compactação do solo: sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 39: 243-255.
- VIRK SS et al. 2020. Influence of seeding rate, planter downforce and cultivar on crop emergence and yield in singulated and hill-dropped cotton. *The journal of cotton science* 24: 137-147.
- VIRK SS et al. 2021. On-farm evaluation of seeder downforce in varying soil textures within grower fields. *Precision Agriculture* 22: 777–799.
- YIN Y X et al. 2018. Design and test of precision seeding monitoring system for maize planter. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11: 186–192.
- WAY TR et al. 2018. Planter closing wheel effects on cotton emergence in a conservation tillage system. *Applied Engineering in Agriculture* 34: 177-186.
- ZHOU L et al. 2023. Design and Test of Sowing Depth Measurement and Control System for No-Till Corn Seeder Based on Integrated Electro-Hydraulic Drive. *Applied Sciences* 13: 5823.