

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

**INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DA SEMEADURA MECANIZADA NO
ESTABELECIMENTO INICIAL DO MILHO EM TERRAS BAIXAS**

BRUNO MELO DA SILVA

Alegrete - RS

2025

BRUNO MELO DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DA SEMEADURA MECANIZADA NO
ESTABELECIMENTO INICIAL DO MILHO EM TERRAS BAIXAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Vilnei de Oliveira
Dias

Alegrete - RS

2025

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S586i	<p>Silva, Bruno Melo da. INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DA SEMEADURA MECANIZADA NO ESTABELECIMENTO INICIAL DO MILHO EM TERRAS BAIXAS. / Bruno Melo da Silva.</p> <p>40 p.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação) - Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2025.</p> <p>"Orientação: Vilnei de Oliveira Dias".</p> <p>1. Semeadura do milho. 2. Terras baixas. 3. <i>Down Force</i>. 4. Velocidades. 5. Manejos de cobertura.</p>
-------	---

BRUNO MELO DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DA SEMEADURA MECANIZADA NO
ESTABELECIMENTO INICIAL DO MILHO EM TERRAS BAIXAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de (Engenharia Agrícola) da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 17, dezembro de 2025.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vilnei de Oliveira Dias (Orientador)
(Unipampa)

Profa. Dra. Chaiane Guerra da Conceição
(Unipampa)

Eng. Agrícola MSc. Bruna Flores Batistella
(UFSM - Unipampa)



Assinado eletronicamente por **VILNEI DE OLIVEIRA DIAS** ,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 17/12/2025, às 10:06,
conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **BRUNA FLORES BATISTELLA**,
ENGENHEIRO-AREA, em 17/12/2025, às 10:10, conforme horário oficial de
Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CHAIANE GUERRA DA CONCEICAO** ,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 17/12/2025, às 10:36,
conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
[https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?
acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código
verificador **1917191** e o código CRC **0D86BAE6**.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Vilnei de Oliveira Dias, pela dedicação em me auxiliar nessa etapa tão importante na minha graduação.

A técnica administrativa em educação Bruna Batistella pelo apoio em campo e ajuda nas regulagens da semeadora.

Ao tratorista Jonas pelo empenho em realizar as atividades com o trator na área experimental.

Aos colegas do curso de Engenharia Agrícola pela ajuda na área experimental com a coleta dos dados.

A Deus, por iluminar meu caminho, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

RESUMO

O avanço tecnológico nas últimas décadas, como melhorias no arranjo espacial, no sistema de plantio direto e no uso eficiente de máquinas, contribuiu significativamente para o aumento da produtividade. Entre as operações agrícolas, a semeadura destaca-se como um dos fatores determinantes para o sucesso da cultura, especialmente por influenciar a emergência, o estande e o desenvolvimento inicial das plantas. No entanto, variáveis como velocidade de semeadura, força descendente e manejo prévio da cobertura do solo podem comprometer essa qualidade, principalmente em sistemas de sequeiro sobre terras baixas, comuns na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Nessa região, a integração lavoura-pecuária e a rotação com arroz irrigado ampliam a importância de estudos sobre a implantação de culturas em condições de solo com baixa cobertura vegetal em terras baixas, nesta linha o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial da cultura do milho em diferentes sistemas de manejo da cobertura do solo, forças descendentes sobre a linha e velocidades de semeadura. O experimento foi conduzido em Alegrete/RS, utilizando um delineamento trifatorial ($3 \times 2 \times 3$) composto por três manejos de cobertura do solo (convencional, pastoreado e direto), duas forças descendentes (598 e 853 N) e três velocidades de semeadura (3,5; 6,0 e 9,0 km h⁻¹). Avaliaram-se variáveis relacionadas à emergência e ao desenvolvimento inicial da cultura do milho, como índice de velocidade de emergência (IVE), distribuição de plantas, profundidade de deposição da semente, estande inicial de plantas, diâmetro de colmo, altura e massa seca da parte aérea. Os resultados demonstraram que o manejo de cobertura foi o fator mais influente, afetando significativamente o IVE, o diâmetro de colmo, a altura de plantas e a produção de massa seca na parte aérea. O sistema direto apresentou o melhor desempenho, destacando-se pela maior retenção de umidade e menor variação térmica no solo, fatores essenciais para o vigor inicial em condições de sequeiro. A velocidade de semeadura também apresentou impacto relevante: maiores velocidades reduziram a profundidade de deposição e aumentaram irregularidades no espaçamento entre plantas. Já a força descendente, embora importante, mostrou efeito limitado na maioria das variáveis analisadas, interagindo de forma significativa apenas em alguns casos específicos. De maneira geral, a combinação entre menores velocidades de deslocamento, maior força descendente e manejo direto da cobertura proporcionou as melhores condições para o estabelecimento inicial da cultura do milho em terras baixas, evidenciando a necessidade de ajustes criteriosos na operação de semeadura para maximizar o potencial produtivo em sistemas de sequeiro.

Palavras-Chave: Semeadura do milho; *Down force*; Velocidade de operação; Manejo da cobertura do solo; Terras baixas.

ABSTRACT

Technological advances in recent decades, such as improvements in spatial arrangement, no-tillage systems, and efficient use of machinery, have significantly contributed to increased productivity. Among agricultural operations, sowing stands out as one of the key factors determining crop success, especially due to its influence on emergence, plant stand, and early plant development. However, variables such as sowing speed, downforce, and prior management of soil cover may compromise sowing quality, particularly in rainfed systems on lowland soils, which are common in the Western Frontier of Rio Grande do Sul. In this region, crop–livestock integration and rotation with irrigated rice increase the importance of studies on crop establishment under low soil cover conditions in lowland areas. In this context, the objective of this study was to evaluate the initial growth of maize under different soil cover management systems, downforce levels applied to the seeding row, and sowing speeds.

The experiment was carried out in Alegrete, RS, using a three-factor ($3 \times 2 \times 3$) experimental design composed of three soil cover management systems (conventional, grazed, and no-tillage), two downforce levels (598 and 853 N), and three sowing speeds (3.5, 6.0, and 9.0 km h⁻¹). Variables related to emergence and early corn development were evaluated, including emergence speed index (ESI), plant distribution, seed placement depth, initial plant stand, stem diameter, plant height, and shoot dry mass.

The results showed that soil cover management was the most influential factor, significantly affecting ESI, stem diameter, plant height, and shoot dry mass production. The no-tillage system presented the best performance, standing out for higher moisture retention and lower soil temperature variation—key factors for early vigor under rainfed conditions. Sowing speed also had a relevant impact: higher speeds reduced seed placement depth and increased irregularities in plant spacing. Downforce, although important, showed a limited effect on most variables, interacting significantly only in specific cases.

Overall, the combination of lower sowing speeds, higher downforce, and no-tillage soil cover management provided the best conditions for the initial establishment of corn in lowland soils, highlighting the need for precise adjustments in sowing operations to maximize yield potential in rainfed systems.

Keywords: Corn seeding; Down force; Operating speed, Soil cover management; Lowland soils.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mecanismos presentes na semeadora utilizada no experimento.....	20
Tabela 2 – Características do híbrido de milho Agroceres VT PRO 4 utilizado no experimento.....	21
Tabela 3 - Síntese da análise da variância para efeitos principais e interações para as três fontes de variação analisadas aos 15 DAS.....	26
Tabela 4 - Síntese da análise da variância para efeitos principais e interações para as três fontes de variação analisadas aos 38 DAS.....	27
Tabela 5 – Efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre o índice de velocidade de emergência de plantas na cultura do milho 15 DAS.....	27
Tabela 6 - Comparação dos efeitos principais sobre a profundidade de plantas na cultura do milho.....	28
Tabela 7 – Efeitos de manejo de cobertura e <i>down force</i> sobre a profundidade de semeadura na cultura do milho.....	29
Tabela 8 – Comparação dos efeitos principais sobre os espaçamentos de plantas na cultura do milho.....	29
Tabela 9 - Comparação dos efeitos principais sobre a matéria seca da parte aérea aos 15 DAS (MS15) e 38 DAS (MS38) na cultura do milho.....	30
Tabela 10 - Efeitos do manejo da cobertura do solo e velocidade de semeadura sobre o diâmetro do colmo de plantas (cm) 15 DAS na cultura do milho.....	31
Tabela 11 - Efeitos do <i>down force</i> e velocidade de semeadura sobre o diâmetro do colmo de plantas 15 DAS na cultura do milho.....	32
Tabela 12 – Comparação dos efeitos principais sobre o diâmetro de plantas na cultura do milho 38 DAS.....	32
Tabela 13 - Efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre a altura de plantas 15 DAS na cultura do milho.....	33
Tabela 14 - Comparação dos efeitos principais sobre a altura de plantas na cultura do milho 38 DAS.....	33
Tabela 15 - Efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre o estande inicial de plantas na cultura do milho.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO GERAL	14
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4	REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1	MANEJO DE CULTURAS DE SEQUEIRO EM TERRAS BAIXAS.....	15
4.2	PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E FORÇA DESCENDENTE.....	16
4.3	VELOCIDADE DE SEMEADURA.....	17
4.4	MANEJO DE COBERTURA DO SOLO.....	18
5	MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	19
5.2	EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS.....	19
5.3	IMPLANTAÇÃO E MANEJO DA CULTURA DE COBERTURA.....	20
5.4	IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO MILHO.....	21
5.5	TRATAMENTOS.....	21
6	VARIÁVEIS RESPOSTA	23
6.1	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (PLANTAS DIA ⁻¹).....	23
6.2	REGULARIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS (%).....	24
6.3	UNIFORMIDADE DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA (CM).....	24
6.4	MASSA DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (G).....	24
6.5	DIÂMETRO DO COLMO (CM).....	25
6.6	ALTURA DE PLANTA (CM).....	25
6.7	ESTANDE INICIAL DE PLANTAS.....	25
6.8	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	25
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
7.1	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (PLANTAS DIA ⁻¹).....	27
7.2	PROFUNDIDADE DE SEMEADURA (CM).....	28
7.3	ESPAÇAMENTOS ACEITÁVEIS, DUPLOS E FALHOS (%).....	29
7.4	MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (G).....	30
7.5	DIÂMETRO DE COLMO (CM).....	30
7.6	ALTURA DE PLANTAS (CM).....	32
7.7	ESTANDE INICIAL DE PLANTAS (PLANTAS HECTARE ⁻¹).....	33
8	CONCLUSÕES	35

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é uma das commodities mais importantes para o mercado brasileiro, com uma produção significativa de grãos que são utilizados tanto para alimentação animal quanto na indústria alimentícia. No ano de 2024, a produção brasileira de milho é estimada em 115,86 milhões de toneladas (CONAB, 2024), incluindo as três safras anuais, sendo relevante para o total de grãos produzidos no País.

Desde a metade do século passado, foram adotadas técnicas por regiões produtoras de milho que elevaram a produtividade. Entre tais técnicas, é relevante mencionar a melhoria do arranjo espacial de plantas (espaçamento entre plantas e entre linhas), sistema plantio direto e utilização de máquinas de forma mais eficiente (EMBRAPA, 2021).

Entre os fatores críticos para o sucesso das culturas, a operação de semeadura desempenha um papel fundamental. As semeadoras de precisão têm como objetivo distribuir uniformemente as sementes individualizadas em intervalos consistentes, sem variações de profundidade nas linhas de semeadura, assegurando o estabelecimento inicial da cultura e diminuindo os riscos de obter uma baixa população de plantas (Ismail *et al.*, 2022). Souza *et al.* (2019) comentam que a profundidade que a semente é depositada no sulco, é um fator determinante para proporcionar uma maior germinação a campo e, por consequência, um bom estande de plantas.

Outro fator de suma importância para alcançar o máximo potencial produtivo da área, é a boa disposição das sementes, evitando sementes falhas e duplas. Bottega *et al.* (2014). mostraram que uma velocidade maior de semeadura da cultura do milho, interfere negativamente na dispersão das sementes no sulco. Badua *et al.* (2021). reforçam que o controle da disposição das sementes pode ser difícil quando as semeadoras são operadas em velocidades mais altas necessitando, por vezes, ajustes na força descendente sobre a linha de semeadura Segundo Badua *et al.* (2021), a força descendente e a velocidade de plantio são fatores determinantes no plantio com cobertura vegetal. Conforme há aumento da densidade de cobertura, maior deverá ser força descendente, especialmente, em velocidades de semeadura mais altas.

Com o crescente interesse na rotação de culturas com o arroz irrigado e na integração lavoura pecuária na Fronteira Oeste do RS, as culturas de sequeiro vêm ganhando importância na região. Logo, estudos que visem otimizar a qualidade de implantação destas culturas precisam ser realizados para as condições de terras baixas, onde o arroz irrigado é tradicionalmente cultivado. Ademais, é comum na região que as áreas pastorejadas no inverno

fiquem deficientes em cobertura vegetal para implantação da cultura seguinte. Neste cenário, precisa-se estudar qual o melhor procedimento a ser adotado pelo produtor, se este deve apenas manejar a cobertura remanescente ou preparar o solo novamente.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento inicial da cultura do milho em diferentes sistemas de manejo da cobertura do solo, forças descendentes sobre a linha e velocidades de semeadura.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se há efeito significativo do sistema de manejo no estabelecimento inicial da cultura do milho em terras baixas;
- Estudar o impacto da força descendente e da velocidade de semeadura na qualidade da implantação da cultura do milho em terras baixas;
- Elucidar se há interação entre as variáveis estudadas na qualidade da implantação da cultura do milho em terras baixas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Manejo de culturas de sequeiro em terras baixas

As terras baixas são conhecidas por solos que recebem a cultura do arroz no Rio Grande do Sul, tradicionalmente cultivadas seguindo o binômio arroz irrigado e pecuária de corte extensiva. Contudo, a diversificação da produção começou a mudar com a inserção da rotação de culturas. Parfitt *et al.* (2019), afirmam que atualmente as razões para o cultivo da soja, em rotação com o arroz, englobam o aumento da renda, redução de custos com o preparo do solo para o arroz e melhor implantação de pastagens de inverno. Por outro lado, Marchesan (2016), explica que uma das dificuldades do cultivo da soja em terras baixas é o excesso de água em determinados períodos do ano. Uma forma de minimizar os efeitos da má drenagem, é a organização da área que auxilia o manejo futuramente.

Uma alternativa para facilitar a drenagem em regiões de terras baixas, são os sulco-camalhões, que elevam a zona de cultivo, diminuindo o excesso de umidade. Concenço *et al.* (2022), verificaram que a produtividade do milho é diretamente afetada ao encharcamento.

A utilização de práticas de manejo com sulco-camalhão quando feita de forma correta, aumentam a produtividade da cultura e geram custos que se pagam. Parfitt *et al.* (2019) observou que a época de construção do sistema, sendo eles, antecipado ou concomitante os resultados são similar. Além disso, o autor analisou que a produtividade aumentou 1000 kg ha⁻¹ e os custos não ultrapassaram 400 kg ha⁻¹. Segundo Theisen *et al.* (2022), em situações de estiagem, o milho com uma camada de resíduos de azevém beneficiou o desempenho agrônômico e produtivo do milho, elevando a sua altura de planta e produtividade de grãos, quando comparado com a situação de pouca cobertura de solo. Os autores observaram que um residual próximo de 3 t ha⁻¹ de cobertura de solo com azevém minimizou as perdas pela estiagem no milho, que obteve uma produtividade 19% maior (+1.115 kg ha⁻¹).

A estruturação do solo em terras baixas é de grande importância para o desenvolvimento da cultura, sendo a descompactação biológica do solo um fator que auxilia para alcançar o máximo potencial produtivo da planta. Dorneles (2022) analisou que entre a aveia, azevém, pousio e trevo persa, a cobertura que aumentou mais a macroporosidade foi o trevo persa. Além do que, os autores também observaram diminuição da resistência à penetração, com a descompactação mecânica do solo e biológica em 42,95%.

4.2 Profundidade de semeadura e força descendente

O estabelecimento inicial da cultura é de suma importância, sendo a operação de semeadura um dos fatores que vai determiná-lo, se bem feita, proporcionará uma profundidade e uniformidade de distribuição apropriada. As observações de Irion (2023), relatam que a profundidade de semeadura influencia o estabelecimento inicial do milho, sendo a profundidade de 3 cm foi aquela que favoreceu, no sistema plantio direto, uma maior altura de plantas e maior uniformidade na distribuição.

Segundo Silva *et al.* (2019), a profundidade interferiu significativamente na produtividade do milho. De acordo com os autores, quanto menor a profundidade de semeadura, menor foi a produção, ou seja, obtiveram maiores produtividades com sementes colocadas a 7 cm de profundidade. Por outro lado, Sangoi *et al.* (2004) observaram que em semeaduras profundas, a emergência e o crescimento inicial da cultura são afetados em períodos de menor temperatura do solo na fase de estabelecimento da lavoura.

Para atingir a profundidade escolhida na semeadura, é essencial regular a semeadora de forma correta, e é indispensável selecionar, adequadamente, a força descendente da semeadora de precisão. Conforme as observações de Badua *et al.* (2021), a força descendente e a velocidade influenciaram a profundidade de deposição das sementes. Os autores verificaram que a força de 620 N em todas as velocidades, a profundidade foi constantemente rasa. Já para a força de 970 N, com velocidades mais lentas, as sementes atingiram a profundidade desejada. Os resultados mostram que em sistemas com semeadura direta necessita-se de maior força descendente.

Outros trabalhos demonstraram diferentes exigências de força descendentes (condições de textura do solo e manejo da lavoura) distintas. Hanna *et al.* (2010), realizaram a semeadura de milho em sistema de plantio direto em solo argiloso-siltoso, utilizando diferentes níveis de carga vertical (335, 690, 890), notou-se que cargas mais pesadas nas rodas medidoras (acima de 890 N), as sementes foram plantadas a uma profundidade maior do que o normal. Todavia, Virk *et al.* (2019) relataram que a profundidade de semeadura tende a aumentar com o aumento da força descendente aplicada. Porém, os autores também observaram que não houve diferença significativa na profundidade de semeadura do milho entre a ausência de força descendente e forças variando de 500 a 1.800 N, em um campo com solos franco-siltosos e franco-argilosos.

4.3 Velocidade de semeadura

Para ocorrer uma boa uniformidade de semeadura do milho, a velocidade de deslocamento deve ser arbitrada, sabendo que a velocidade influencia na precisão que a semente é colocada no sulco de semeadura. Bottega *et al.* (2017), analisaram que o dosador e a velocidade de deslocamento influenciam no índice de velocidade de emergência (IVE). Outro ponto que a velocidade impacta é o sistema dosador de sementes que, segundo o autor Dias *et al.* (2024) os dosadores pneumáticos apresentam maior precisão na distribuição de sementes quando comparados aos dosadores mecânicos, sobretudo em condições de maior velocidade operacional e variabilidade do tamanho das sementes. Também foi evidenciado que o aumento da velocidade de deslocamento na semeadura do milho interfere na precisão e na distribuição das plantas, havendo ocorrência de plantas duplas em decorrência do aumento da velocidade. Além disso, Badua *et al.* (2021), relataram que o aumento da velocidade faz com que a linha se aprofunde menos no solo, especialmente em lavoura com plantio direto. Resultados indicaram que se necessita de maior força descendente em velocidades maiores, possibilitando que o disco comprima mais o resíduo vegetal e permita a penetração no solo. Da mesma maneira, a semeadura de milho com velocidades entre 3,5 e 7 km h⁻¹ resultou na diminuição da profundidade de sulco em operações mais rápidas (Silveira *et al.* 2011).

Segundo Machado *et al.* (2019), a velocidade de semeadura associada ao tipo de mecanismos dosador foi significativa para número de plantas e número de plantas com espiga. Os resultados mostraram que o dosador mecânico diminuiu o número de plantas à medida que a velocidade aumentava.

Além da profundidade de semeadura, outro fator que a velocidade de deslocamento pode interferir para um bom estabelecimento inicial da cultura, é a quantidade de plantas duplas e plantas falhas. De acordo com as observações de Bottega *et al.* (2014), a profundidade de semeadura não interferiu na quantidade de plantas duplas e falhas. Por outro lado, a velocidade de 9 km h⁻¹ apresentou um aumento em plantas duplas em comparação com as outras velocidades. A implantação da cultura do milho deve ser cuidadosamente planejada, pois não compensa o déficit de plantas. De acordo com Kopper *et al.* (2017), o aumento de velocidade de semeadura reduz a altura de plantas e a produtividade de grãos. Os resultados também mostraram que as maiores populações sofreram menores quedas de produtividade com o aumento da velocidade

4.4 Manejo de cobertura do solo

O manejo da cobertura do solo é um dos fundamentos utilizados no sistema plantio direto (SPD), que tem por objetivo estabelecer uma palhada sobre o solo. Salomão *et al.* (2020) observaram que a cobertura do solo propicia a diminuição da erosão, da temperatura do solo e proporciona ao solo e a cultura seguinte os benefícios das culturas anteriores. Tiecher (2016) cita que para conseguir alcançar uma adequada estrutura do solo no SPD a cobertura permanente está diretamente relacionada. Porém, para isso acontecer é necessário adotar uma rotação de culturas que envolvem plantas de cobertura, como, o azevém, as aveias, o nabo forrageiro e o centeio, entre outras.

Outro fator que o manejo da cobertura influencia, é a temperatura do solo, que sofre variações conforme as estações do ano e horários do dia. Segundo Vieira *et al.* (2020), a temperatura do solo sofre variação com o uso da cobertura vegetal, com as maiores variações ocorrendo na profundidade entre 5 – 10 cm. Além disso, os autores também analisaram que 8 t ha⁻¹ de palhada foram o suficiente para reduzir 2,9°C da temperatura máxima e amplitude térmica de até 5,8°C, além de proporcionar a manutenção de maior umidade de solo.

O solo na semeadura convencional fica desprotegido e em intensas precipitações sofre com o escoamento de água na superfície que resulta no carregamento de partículas de solo. Verdum *et al.* (2016) citaram que nos períodos chuvosos, os restos culturais oferecem uma ótima proteção contra erosão, contribuindo para a conservação da umidade e manutenção de uma temperatura favorável. Além da adição de cobertura de solo, a quantidade de resíduo vegetal depositado na área também é importante. Dechen *et al.* (2015), analisaram que o aumento da cobertura vegetal diminui os efeitos do escoamento superficial, com 0%, 24%, 40% e 90% de cobertura vegetal. Além disso, os autores observaram que com 90% de cobertura, reduziram-se as perdas médias de água em 51,97%, as perdas de solo em 54,44% e as de matéria orgânica em 54,89%. As observações de Almeida *et al.* (2016) reforçam que a redução do índice de cobertura vegetal em paralelo com o revolvimento do solo, aceleram a desagregação de suas partículas pela ação das chuvas.

A altura em que a cobertura do solo é depositada para ser utilizada no sistema plantio-direto, influencia na densidade de matéria seca. Franchini *et al.* (2015) cita que o manejo da pastagem, variedade *Brachiaria Ruziziensis* a 35 cm de altura confere maior produtividade de grãos de soja em sucessão.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do experimento

O trabalho foi desenvolvido no município de Alegrete, localizado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, sendo o experimento conduzido em uma área de 1000m², na área experimental do Curso de Engenharia Agrícola, localizado na Universidade Federal do Pampa (Latitude 29°47'23" Longitude 55°45'8"). O clima da região é Temperado do tipo Subtropical e o solo da área experimental é classificado como Planossolo háplico eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (MSRS, 2024)

5.2 Equipamentos agrícolas

Foram utilizados os equipamentos do Laboratório de Mecanização Agrícola do Pampa (LAMAP). Entre os equipamentos utilizados, o trator utilizado para realização do trabalho é da marca New Holland, modelo TL 75, equipado com tração 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar) com potência declarada de 55 kW. O trator é equipado com pneus diagonais R1, sendo os dianteiros nas medidas: 14.4-28 e traseiros 18.4-30 (Figura 1). Para o preparo do talhão, foram realizadas três gradagens com uma grade niveladora *off-set*, da marca BALDAN, a qual possui 32 discos de 450mm de diâmetro, espaçados em 195mm.

Figura 1 – Conjunto trator/semeadora utilizado no experimento.



Fonte: autor.

Para a realização da semeadura do milho foi utilizada uma semeadora-adubadora de precisão de 4 linhas com espaçamento de 0,45m, marca Semeato, modelo SAM 200. A mesma é equipada, com dosadores de sementes do tipo disco alveolado horizontal, e os demais mecanismos são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Mecanismos presentes na semeadora utilizada no experimento

MECANISMO	CARACTERÍSTICAS DA SEMEADORA
Corte de palha	Disco liso
Acoplamento da linha	Pantográfica
Sulcador de semente/fertilizante	Disco duplo defasado/haste sulcadora
Dosador de fertilizante	Rotor dentado
Dosador de sementes	Disco alveolado horizontal
Compactador de sementes	Compactador de borracha em “v”

Fonte: autor.

5.3 Implantação e manejo da cultura de cobertura

Logo após, o preparo do solo, a área foi semeada com cultura de cobertura. Foi utilizada a pastagem anual de verão Aveia-preta (*Avena strigosa*), para deposição de matéria seca. A semeadura foi realizada a lanço com densidade de semeadura de 66,6 kg ha⁻¹.

Após o decorrer de duas semanas, foi realizada uma aplicação de nitrogênio em cobertura a lanço na taxa de 100 kg ha⁻¹ de ureia (46-0-0), que para o tamanho da área foram aplicados 10 kg de ureia.

As umidades do solo nas camadas de 5 a 15 centímetros de profundidade foram coletadas antes da realização semeadura do milho, sendo observados os seguinte valores: 18,7% no manejo direto; 15,6% no manejo pastoreado; 13,6% no manejo convencional. Os dados de umidade foram coletados para evidenciar a diferença dos manejos em razão da umidade presente no solo.

5.4 Implantação e manejo do milho

Após o estabelecimento e o manejo final da cobertura vegetal, a semeadura do milho foi realizada em sequência, utilizando o híbrido Agroceres VT PRO 4, cujas principais características são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características do híbrido de milho Agroceres VT PRO 4 utilizado no experimento.

Perfil Genético	Classificação
Ciclo da Planta	Precoce
Altura da Planta	228cm
Altura da Espiga	116cm
Arquitetura Foliar	Reta
Maturidade Relativa (RM)	136
Cor do Grão	Amarelo Alaranjado
Cor do Sabugo	Branco
Textura	Semidentado

Fonte: adaptado pelo autor de Agro Bayer (2025).

O milho foi semeado com espaçamento entre linhas de 0,45m e, a semeadora foi regulada para depositar aproximadamente 77.777,77 sementes ha⁻¹, ou seja, 3,5 sementes por metro. Foi utilizado um disco alveolado de 11,5mm e anel de 4mm, sendo o disco mais próximo do tamanho da semente de 10,5mm.

5.5 Tratamentos

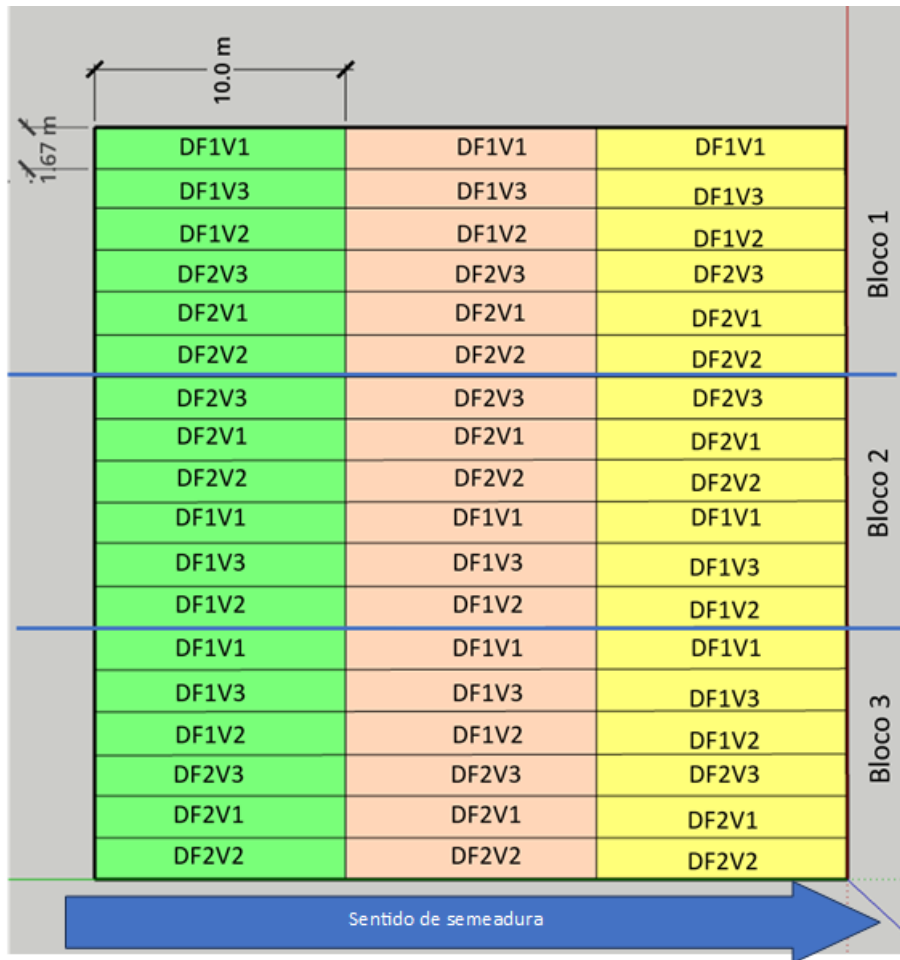
Os tratamentos foram constituídos pela combinação de manejo da cultura de cobertura (convencional, pastoreado e direto) com duas forças descendentes (*down force*) de 598N e 853N e três velocidades de deslocamento (3,5; 6,0 e 9,0 km h⁻¹) em esquema trifatorial (3x2x3) em delineamento blocos casualizados com parcelas sub-subdivididas e três repetições.

A parcela principal de cada bloco foi formada pelos três manejos de cobertura (convencional, pastoreado e direto). Na parcela com semeadura convencional, a pastagem foi revolvida com grade niveladora. Na subparcela pastoreada, o capim foi roçado e a matéria

seca foi retirada do solo para que seja simulado um pastoreio animal, sendo a compactação pelo pisoteio do animal simulada por passadas do trator. Na terceira parcela, a semeadura do milho foi realizada diretamente sobre a palhada total da aveia-preta.

Na subparcela foram estabelecidos, por meio de regulagens nos componentes da semeadora, dois diferentes níveis de força descendente na linha de semeadura (598N e 853N). Que foram obtidas através da medição do peso da linha, sem o acréscimo da regulagem da mola (598N), em uma balança de plataforma e, a outra *down force* foi determinada com o peso da linha de semente mais o acréscimo da regulagem da mola de compressão (853N). com a outrNa sub-subparcela foram empregadas diferentes velocidades de deslocamento do conjunto mecanizado trator e semeadora. Foi escolhida uma marcha e grupo que atendessem a faixa escolhida para cada velocidade (3,5; 6,0 e 9,0 km h⁻¹). A Figura 2 ilustra o croqui experimental com a distribuição dos tratamentos no campo.

Figura 2 - Croqui ilustrando a distribuição dos tratamentos na área experimental.



Delineamento: DBA (j=3) c/ parcelas subsubdivididas em esquema fatorial 3x2x3.

Manejos: Convencional Pastoreado Direto

Downforces: DF1: Regular; DF2: Majorada

Velocidades: V1 ≈ 3,5 km h⁻¹; V2 ≈ 6,0 km h⁻¹; V3 ≈ 9,0 km h⁻¹

Fonte: autor.

6 VARIÁVEIS RESPOSTA

6.1 Índice de velocidade de emergência (plantas dia⁻¹)

Com a realização da semeadura, o número de plantas emergidas foi contado em todas as parcelas a cada dia, em um horário pré-determinado, até que o estande de plantas estivesse totalmente estabelecido. Com isso, foi possível calcular o índice de velocidade de emergência das plantas, utilizando a equação abaixo, conforme apresentado por Irion (2023):

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N1} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

No qual:

IVE – Índice de velocidade de emergência;

E – Número de plantas emergidas a cada dia;

N – Número de dias após a sementeira.

6.2 Regularidade na distribuição de plantas (%)

Para determinar a regularidade de distribuição de plantas foi feita a medição após a estabilização da cultura e classificação de espaçamentos entre plantas aceitáveis, duplos e falhos conforme descrito por Reynaldo *et al.* (2016). Foram considerados como aceitáveis todos os espaçamentos entre plantas de 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento nominal de referência (XREF). Os valores obtidos acima e abaixo deste limite foram considerados como, espaçamentos falhos e duplos respectivamente. As amostras foram coletadas em 3 metros lineares em 3 linhas da sementeira por parcela.

6.3 Uniformidade da profundidade de sementeira (cm)

A profundidade de deposição da semente no sulco foi determinada após 15 dias da realização da sementeira. Para tal, foi cortada a parte aérea das plantas rente ao solo, com o uso de uma tesoura, e coletado em seguida a semente (Souza *et al.*, 2019). Para a medição foi utilizada uma régua graduada em milímetros, medindo a distância da parte inferior da semente até a superfície onde foi realizado o corte, sendo essa medição correspondente à profundidade de deposição de sementes. Para a variável mencionada, a amostra foi de quatro plantas por parcela.

6.4 Massa de matéria seca da parte aérea (g)

Após 15 e 38 dias após a sementeira (DAS), a massa seca da parte aérea foi avaliada. Para tanto, foram amostradas plantas nas parcelas, as quais foram cortadas rente ao solo, e em seguida acondicionadas em estufa a 60°C até obtenção de peso constante. Em seguida, as mesmas foram pesadas em balança de precisão e determinada a massa seca acima do solo.

6.5 Diâmetro do colmo (cm)

A medição do diâmetro do colmo foi realizada no terço mediano do segundo entrenó, com o auxílio de um paquímetro, aos 15 e 38 dias após a semeadura (DAS), conforme Miranda *et al.* (2018).

6.6 Altura de planta (cm)

Conforme Kopper *et al.* (2017), as medições foram realizadas aos 15 e 38 DAS, medindo a distância da superfície do solo até a inserção da folha bandeira. A medição de altura de planta foi realizada com uma régua graduada em milímetros.

6.7 Estande inicial de plantas

Após 15 dias do estabelecimento da cultura, o estande de plantas foi determinado através da contagem direta de plantas em três metros ao longo das três linhas de cada parcela, conforme Ferreira *et al.* (2019). No final, os resultados foram extrapolados para obter o número de plantas por hectare.

6.8 Análises estatísticas

Para análise e interpretação dos dados foi utilizado o software Agrostat (Ferreira, 2008). Foi testada a hipótese de homogeneidade e normalidade dos dados, e em seguida, os mesmos foram submetidos à análise da variância (ANOVA) com 5% de probabilidade de erro. Quando os resultados apresentaram contrastes significativos, a análise complementar do experimento foi realizada através do teste de Scott Knot com 5% de probabilidade de erro.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância (Tabela 3) indicam que a emergência, o estande e o desenvolvimento inicial das plantas aos 15 DAS foram influenciados de maneiras distintas pelos três fatores principais do estudo: manejo da cobertura do solo, a pressão sobre a linha (*down force*) e a velocidade de semeadura. Além disso, as interações entre esses fatores também se mostraram estatisticamente significativas, demonstrando que o efeito de uma variável depende do nível das outras.

Tabela 3 - Síntese da análise da variância para efeitos principais e interações para as três fontes de variação analisadas aos 15 DAS.

Fonte de variação	GL	IVE	PS	Aceitáveis	Duplos	Falhos	MS15	DC	AP	EIP	F calculado										
Manejo (M)	2	9,57*	139,57*	3,55 ^{NS}	2,00 ^{NS}	0,37 ^{NS}	106,82*	75,16**	135,71**	19,79**											
Down Force (DF)	1	0,74 ^{NS}	31,29 *	0,66 ^{NS}	2,84 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,71 ^{NS}	15,26**	0,1 ^{NS}	0,09 ^{NS}											
Velocidade (V)	2	13,77**	22,43**	96,27**	54,30**	0,14 ^{NS}	1,57 ^{NS}	20,28**	19,18**	11,14**											
M x DF	2	1,38 ^{NS}	6,95*	0,06 ^{NS}	0,56 ^{NS}	18,89 ^{NS}	6,56 ^{NS}	3,2 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,12 ^{NS}											
M x V	4	3,24*	1,78 ^{NS}	0,42 ^{NS}	1,18 ^{NS}	0,98 ^{NS}	3,66 ^{NS}	11,88**	5,28**	2,83*											
DF x V	2	0,11 ^{NS}	1,03 ^{NS}	1,04 ^{NS}	1,63 ^{NS}	0,74 ^{NS}	3,55 ^{NS}	6,37**	0,28 ^{NS}	8,08 ^{NS}											
M x DF x V	4	1,31 ^{NS}	2,28 ^{NS}	2,22 ^{NS}	2,13 ^{NS}	0,41 ^{NS}	1,13 ^{NS}	1,74 ^{NS}	1,61 ^{NS}	2,95 ^{NS}											

IVE: Índice de velocidade de emergência (plantas dia⁻¹); PS: profundidade de semeadura (cm); DC: Diâmetro de colmo (cm); AP: Altura de plantas (cm); MS15: Matéria seca da parte aérea 15 DAS (g); EIP: Estande inicial de plantas (plantas hectare⁻¹); GL: Graus de liberdade; Ns: Não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

Para a análise de variância da Tabela 4 os efeitos mantiveram-se marcantes, mais do que isso, os resultados evidenciam que os efeitos das práticas de manejo adotadas persistem e exercem influência em estágios mais avançados do desenvolvimento. O manejo se mostra determinante desde características estruturais, como o diâmetro do colmo, até o crescimento (altura) e a produção de massa seca da parte aérea. Essa permanência dos dados sendo significativos demonstra que o manejo é crucial para o desenvolvimento da cultura do milho em terras baixas em sequeiro. A partir do tópico seguinte, serão discutidos os efeitos principais e interações entre os fatores estudados.

Tabela 4 - Síntese da análise da variância para efeitos principais e interações para as três fontes de variação analisadas aos 38 DAS.

Fonte de variação	GL	DC	AP	MS38
Manejo (M)	2	590,29*	245,79**	193,38**
Down Force (DF)	1	0,14 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,07 ^{NS}
Velocidade (V)	2	3,48*	0,88 ^{NS}	0,41 ^{NS}
M x DF	2	0,61 ^{NS}	0,35 ^{NS}	2,18 ^{NS}
M x V	4	2,54 ^{NS}	1,3 ^{NS}	2,41 ^{NS}
DF x V	2	0,04 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,93 ^{NS}
M x DF x V	4	0,94 ^{NS}	0,66 ^{NS}	3,02 ^{NS}

DC: Diâmetro de colmo (cm); AP: Altura de plantas (cm); MS38: Matéria seca da parte aérea 38 DAS (g); GL: Graus de liberdade. * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

7.1 Índice de velocidade de emergência (plantas dia⁻¹)

A Tabela 5 apresenta o desdobramento das interações entre manejo da cobertura e velocidade de semeadura. Os resultados do IVE reforçam o trabalho de FERREIRA *et al.* (2019), onde os autores afirmam que o índice de velocidade de emergência das plantas é afetado pela correta deposição de sementes em profundidade e com espaçamentos corretos. Nas condições em que foi realizado o experimento, a menor velocidade de semeadura (3,5 km h⁻¹) foi aquela que apresentou as maiores médias de IVE e, o manejo de cobertura com maiores médias em relação os outros foi o manejo com semeadura direto. No sistema plantio direto, observou-se efeito mais acentuado da velocidade de semeadura.

Tabela 5 – Efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre o índice de velocidade de emergência de plantas na cultura do milho 15 DAS.

Manejo da cobertura	Velocidade de semeadura (km h ⁻¹)		
	3,5	6,0	9,0
Direto	14,2 aA	12,63 aB	11,71 aC
Pastoreado	12,43 bA	11,71 aA	11,18 aA
Convencional	12,06 bA	10,93 aA	11,15 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

7.2 Profundidade de semeadura (cm)

Na Tabela 6, são apresentados os resultados que comparam o efeito principal velocidade de semeadura com a profundidade de semeadura da cultura do milho. Esses efeitos principais sobre a profundidade que se encontra a semente em relação à superfície do solo. A regulagem da máquina foi feita para uma profundidade de cinco centímetros, porém, por condições do solo, umidade e regulagem, essa profundidade não consegue ser atingida, podendo variar e causando futuros problemas na emergência.

Tabela 6 - Comparação dos efeitos principais sobre a profundidade de plantas na cultura do milho.

Vel. (km h ⁻¹)	Profundidade de semeadura (cm)
3,5	4,33 a
6,0	4,19 a
9,0	3,77 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

A variável velocidade de semeadura sobre a profundidade de semeadura também foi diferente para as velocidades de 9,0 km h⁻¹, com médias menores que as demais velocidades 3,5 km h⁻¹ e 6,0 km h⁻¹. JUNIOR *et al.*, (2014), realizaram trabalho onde mostra que velocidades de semeadura menores proporcionam valores mais uniformes de profundidade de semeadura, o que diminui com o aumento da velocidade.

Na Tabela 7, são apresentadas as médias dos efeitos da interação entre manejo da cobertura do solo e *down force* sobre a profundidade de semeadura. É possível ver que em ambos os valores de médias de *down force* (598N e 853N) e com o manejo convencional, foram aqueles que obtiveram as médias de profundidade mais próximas do objetivo que foi regulado na semeadora. O manejo com sistema direto foi aquele que teve as menores médias, muito por conta de os discos não conseguirem vencer a resistência que o solo propôs e a camada de matéria seca adicional sobre ele, elevando assim a resistência para realizar o corte da palha. No maior nível de *down force* testado, intensificaram-se os efeitos de manejo, enquanto que no menor nível, apenas o convencional diferiu dos demais.

Tabela 7 – Efeitos de manejo de cobertura e *down force* sobre a profundidade de semeadura na cultura do milho.

Manejo da cobertura	Down force (N)	
	598	853
Direto	3,56 bB	3,85 cA
Pastoreado	3,47 bB	4,17 bA
Convencional	4,8 aA	4,93 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

7.3 Espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos (%)

A Tabela 8 apresenta as comparações dos efeitos principais sobre os espaçamentos aceitáveis na cultura do milho, espaçamentos nos quais se encaixam dentro do limite de referência. Com as informações da Tabela, verifica-se que apenas a variável de velocidade de semeadura apresentou efeito significativo, sendo a velocidade de 9,0 km h⁻¹ a menor média e, conseqüentemente, o pior resultado para essa variável. Trogello *et al.* (2013) em seu trabalho analisaram as velocidades de 3,5 km h⁻¹ e 7,0 km h⁻¹ e identificaram que os espaçamentos variaram com o aumento das velocidades de deslocamento sendo que os espaçamentos duplos (0,5xREF) e falhos (1,5xREF) aumentam progressivamente.

Tabela 8 – Comparação dos efeitos principais sobre os espaçamentos de plantas na cultura do milho.

Vel. (km h ⁻¹)	Aceitáveis	Duplos	Falhos
3,5	81,39 a	5,10 b	13,51 ^{NS}
6,0	74,80 b	11,20 a	14,00 ^{NS}
9,0	69,51 c	14,78 a	15,29 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

A velocidade de semeadura para a configuração da semeadora de precisão que foi utilizada para o trabalho pode interferir na forma que a semente é depositada no sulco de semeadura, são motivos para a diminuição dos espaçamentos, o sistema de condução de sementes, discos e anéis inadequados para aquele tipo de semente. STORCK *et al.* (2015) citam em seu trabalho que em maiores velocidades as médias dos espaçamento entre plantas aumentam gradualmente. Esse comportamento é visível na Tabela 8 também, com o aumento da velocidade os espaçamentos aceitáveis diminuíram gradativamente.

7.4 Matéria seca da parte aérea (g)

Na Tabela 9 são mostrados os resultados de matéria seca da parte aérea da planta do milho realizadas aos 15 DAS e 38 DAS. A parte aérea é composta por toda parte da planta acima da superfície do solo, sendo assim, o colmo e as folhas. Os únicos tratamentos que foram significativos referem-se aos manejos de cobertura do solo, ficando o manejo direto com maiores médias em comparação com os outros dois. Como se pode visualizar, as plantas que tiveram o seu peso mais elevado e, conseqüentemente, maiores médias em altura e diâmetro de colmo. Os dados corroboram os obtidos por IRION (2023), o qual concluiu que o sistema de manejo direto propicia condições melhores para a planta ter um melhor desenvolvimento vegetal, comparado com outros sistemas de manejo da cobertura do solo utilizados.

Tabela 9 - Comparação dos efeitos principais sobre a matéria seca da parte aérea aos 15 DAS (MS15) e 38 DAS (MS38) na cultura do milho.

Manejo	MS15 (g)	MS38 (g)
Direto	0,36 a	6,54 a
Pastoreado	0,27 b	5,64 b
Convencional	0,20 c	4,32 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Em ambas as variáveis é possível indentificar diferenças entre os manejos, sendo a principal característica do manejo direto é a retenção de umidade e diminuição da amplitude térmica no solo, devido a cobertura vegetal. Vieira *et al.* (2020) perceberam esse comportamento em seu trabalho, onde a temperatura do solo sofre variação com o uso da cobertura vegetal, com as maiores variações de umidade ocorrendo na superfície do solo, entre 5 a 10 centímetros de profundidade. Essas características, em culturas de sequeiro, como foi o experimento, pode ser crucial para o crescimento da planta.

7.5 Diâmetro de colmo (cm)

A Tabela 10 mostra o desdobramento dos efeitos de manejo e velocidade sobre o diâmetro do colmo. Observa-se que o manejo direto é aquele que mais se diferencia entre todos, com médias maiores entre os outros manejos em velocidades menores, porém conforme a velocidade aumenta as médias diminuem tornando-as diferentes. As médias com valores maiores são as melhores tendo em vista que a planta está com maior crescimento.

Conforme Favarato *et al.* (2016), plantas de maior estatura possuem a tendência de serem mais produtivas, acumulando maiores reservas no colmo da planta. Sendo assim, a altura das plantas associada ao diâmetro do colmo, é fundamental para o rendimento da cultura do milho.

Tabela 10 - Efeitos do manejo da cobertura do solo e velocidade de semeadura sobre o diâmetro do colmo de plantas (cm) 15 DAS na cultura do milho.

Manejo	Velocidade (km h ⁻¹)		
	3,5	6,0	9,0
Direto	0,40 aA	0,31 aB	0,22 bC
Pastoreado	0,33 bA	0,29 aA	0,30 aA
Convenc.	0,21 cA	0,22 bA	0,20bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

As informações contidas na Tabela 11 mostram que o diâmetro do colmo da planta tende a diminuir conforme o aumento da velocidade, porém o comportamento é mantido com uma *down force* maior. A variação de velocidade na *down force* de 853 N não diferiu entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Para o tratamento com 598 N, em todas as velocidades houveram diferenças, sendo a maior velocidade aquela que obteve menor resultado de diâmetro de colmo.

Tabela 11 - Efeitos do *down force* e velocidade de semeadura sobre o diâmetro do colmo de plantas 15 DAS na cultura do milho.

Down force (N)	Velocidade (km h ⁻¹)		
	3,5	6,0	9,0
853	0,31 aA	0,28 aA	0,27 aA
598	0,32 aA	0,26 aB	0,21 bC

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

A variável diâmetro de colmo aos 38 DAS, conforme mostra a Tabela 12, apresentou significância nos tratamentos de manejo de cobertura do solo e velocidade de semeadura, sendo o manejo direto aquele com maiores médias entre todos os níveis de manejo, o pastoreado mostrou resultados medianos e o manejo convencional as menores médias entre eles. Para a variável velocidade, as médias diminuíram conforme o aumento da velocidade.

Tabela 12 – Comparação dos efeitos principais sobre o diâmetro de plantas na cultura do milho 38 DAS.

Manejo	Diâmetro do colmo (cm)
Direto	1,17 a
Pastoreado	0,79 b
Convencional	0,61 c
Vel. (km h ⁻¹)	
3,5	0,88 a
6,0	0,86 b
9,0	0,82 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

7.6 Altura de plantas (cm)

Os resultados do desdobramento dos efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre a altura de plantas apresentados na Tabela 13, demonstram que a velocidade pode interferir significativamente na estatura das plantas. Velocidade de semeadura mais baixa aliada ao manejo direto possibilitaram que as plantas aos 15 DAS atingissem maior estatura.

Tabela 13 - Efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre a altura de plantas 15 DAS na cultura do milho.

Manejo	Velocidade de semeadura (km h ⁻¹)		
	3,5	6,0	9,0
Direto	26,18 aA	23,18 aB	22,45 aB
Pastoreado	23,73 bA	23,46 aA	22,46 aA
Convencional	20,01 cA	20,38 bA	19,19 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

A altura de plantas aos 38 DAS na (Tabela 14), mostra que o manejo de cobertura foi o principal causador de diferença entre os efeitos principais. Para a variável altura de plantas, as maiores médias foram com o manejo direto, obtendo mais que 10 centímetros de diferença nas médias. Já os outros dois manejos de cobertura do solo diferiram entre si e entre o manejo direto, sendo o manejo convencional aquele com as menores médias até os 38 DAS.

Tabela 14 - Comparação dos efeitos principais sobre a altura de plantas na cultura do milho 38 DAS.

Manejo	Altura de plantas (cm)
Direto	56,0 a
Pastoreado	42,1 b
Convencional	35,5 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

7.7 Estande inicial de plantas (plantas hectare⁻¹)

Com a comparação dos efeitos principais realizada, o método encontrou significância no desdobramento (Tabela 15). A Tabela consiste nos efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre o estande inicial de plantas (plantas hectare⁻¹), que para o manejo convencional e com baixas velocidades (3,5 km h⁻¹), propiciou as médias mais altas entre todos os níveis, assim, mostrando que o manejo convencional e velocidades menores tem o arranque inicial maior na cultura do milho. Os resultados vão contra o trabalho de Trogello *et al.* (2013), que mencionam que o manejo mais adequado para a cultura do milho é aquele em que exista cobertura vegetal acima do solo, aliado com baixa velocidade de semeadura, propiciando um melhor estande inicial de plantas.

Tabela 15 - Efeitos do manejo e velocidade de semeadura sobre o estande inicial de plantas na cultura do milho.

Manejo	Velocidade de semeadura (km h ⁻¹)		
	3,5	6,0	9,0
Direto	68312,7 bA	67489,7 aA	65432,1 aA
Pastoreado	64119,3 cA	64614,0 aA	61105,3 aB
Convencional	72672,8 aA	66164,8 aB	64272,0 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Letras iguais não diferem entre si significativamente.

8 CONCLUSÕES

Os diferentes manejos de cobertura do solo em terras baixas foram significativos na maioria das variáveis de crescimento da cultura do milho (diâmetro de colmo, altura de plantas, massa seca da parte aérea). Além disso, a profundidade de semeadura mostrou-se significativamente menor para os manejos direto e pastoreado, alcançando profundidades menores que o manejo convencional. Os resultados destacam a relevância do manejo da cobertura do solo no potencial produtivo da cultura.

A velocidade de semeadura apresentou efeito sobre o percentual de espaçamentos aceitáveis. Quanto maior a velocidade, pior foi a regularidade de distribuição de plantas da cultura do milho semeado em terras baixas.

O estande inicial de plantas no manejo convencional após 15 DAS foi aquele que apresentou melhores resultados comparados aos outros manejos.

A regulagem da *down force* (598N e 853N) para o respectivo trabalho não atendeu as necessidades requeridas para manter a profundidade ao longo do perfil do solo. Para os níveis de manejo direto e pastoreado, os níveis testados não foram suficientes para manter a profundidade alvo de 5,0 centímetros. Na interação dos manejos e *down force*, a *down force* mostrou-se com significância em diferentes manejos com o uso de uma maior pressão sobre a linha, mostrando que a regulagem da *down force* pode interferir na profundidade de semeadura do milho em terras baixas.

O solo de terras baixas destinado à cultura do milho pode apresentar desafios no momento da semeadura em sistema de plantio direto, especialmente quando se encontra seco, condição que tende a aumentar a compactação superficial e, em alguns manejos, intensificar a compactação subsuperficial. Entretanto, quando a semeadura é conduzida de forma adequada dentro do manejo direto, a cultura se beneficia das vantagens do sistema, encontrando melhores condições para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Wilk Sampaio de *et al.* Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1110-1119, set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900010>.

BADUA, S. A. *et al.* Ground speed and planter downforce influence on corn seed spacing and depth. **Precision Agriculture**, 2 jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09775-7>.

Dias, Vilnei de O. *et al.* Semeadura mecanizada: princípios fundamentais para grandes culturas. In: BARBOSA, F. C. Ciências Agrárias: estudos fundamentais. **Editora Conhecimento Livre**. Piracanjuba GO. ed.11, cap. 4, p 44-56, 2024.

BOTTEGA, Eduardo Leonel *et al.* Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 2, p. 74-78, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.12661/pap.2014.011>.

BOTTEGA, Eduardo Leonel *et al.* Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12661/pap.2017.014>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Brasil deve produzir 299,27 milhões de toneladas de grãos na safra 2023/2024**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5615-brasil-deve-produzir-299-27-milhoes-de-toneladas-de-graos-na-safra-2023-2024>.

CONCENÇO, Germani *et al.* **Efeito do Encharcamento do Solo sobre Milho e Alternativas de Manejo em Terras Baixas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 388).

DECHEN, Sonia Carmela Falci *et al.* Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p. 224-233, abr. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0363>.

DORNELES, Alicia. **Descompactação mecânica e biológica em terras baixas e seus impactos nos atributos físicos do solo**. 2022. 39 p. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2022.

EMBRAPA. **Cultivares**. 2021 Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/cultivares>.

FAVARATO, Luiz Fernando *et al.* Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. **Bragantia**, v. 75, p. 497-506, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/wHm4YRDR5WnRTZvKYhnDnZS/?format=html>

FERREIRA, F. M. *et al.* Distribuição longitudinal na semeadura do milho com semeadoras de precisão mecânica e pneumática. **Nativa**, v.7, n.3, p.296, 30 abr. 2019. *Nativa*. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i3.7553>.

Ferreira, F. M. *et al.* Distribuição longitudinal na semeadura do milho com semeadoras de precisão mecânica e pneumática. **Nativa**, v.7, n.3, p.296–300, 2019. <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i3.7553>

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista symposium**. 2008. p. 36-41.

FRANCHINI, Julio Cezar *et al.* Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1131-1138, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2015001200002>.

H. M. HANNA; B. L. STEWARD; L. ALDINGER. Soil Loading Effects of Planter Depth-Gauge Wheels on Early Corn Growth. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 4, p. 551-556, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.32058>.

IRION, Alisson. **Estabelecimento inicial da cultura do milho em diferentes manejos de cobertura do solo, velocidades e profundidades de semeadura**. 2023. 46 p. Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2023.

ISMAIL, Z.; ISMAIL, N.; ELSISI, A. Fennel Seeds Planting by Investigated Novel Pneumatic Technology. **Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering**, v. 13, n. 2, p. 43-50, 1 fev. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21608/jssae.2022.124902.1061>.

JUNIOR, Marcos Antonio Castela et al. Influência da velocidade da semeadora na semeadura direta da soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/gvYzkd6PY8yfBRhZhX6JHJJ/?format=pdf&lang=pt>

KOPPER, Clayton Vilmar *et al.* Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de semeadura e densidade de plantas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12661/pap.2017.003>.

MACHADO, Thiago Martins; REYNALDO, Étore Francisco; DO VALE WELINGTON, Gonzaga. Semeadoras adubadoras com diferentes mecanismos dosadores de sementes e a influência da velocidade na semeadura do milho. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 118, n. 1, p. 37-42, 2019.

MARCHESAN, Enio. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 2, n. 1, p. 4-19, 2016.

MIRANDA, Priscila Silva *et al.* Aplicação de silício na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2018.

MSRS - MUSEU DE SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL. **Solos do Rio Grande do Sul**. Online. Disponível em: <https://www.ufsm.br/museus/msrs/unidade-de-solos>.

PARFITT, José *et al.* **Práticas de Manejo de Solo em Cultivos de Sequeiro em Terras Baixas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2019. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 202).

REYNALDO, Étore Francisco *et al.* NOTA TÉCNICA: Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 24, n. 1, p. 63-67, 2016.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador *et al.* A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870-e154911870, 2020.

SANGOI, LUÍS *et al.* Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 03, 2004.

SILVA, A. P. F. *et al.* Produção de milho em diferentes profundidades de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 13, n. 4, p. 330-338, 2019.

SILVEIRA, João Cleber Modernel da *et al.* Profundidade de sulco, área de solo mobilizada e força de tração de uma semeadora-adubadora em razão da velocidade de deslocamento. **Revista Ceres**, v. 58, p. 293-298, 2011.

SOUZA, C.M.A. *et al.* Desempenho de semeadora-adubadora de milho de segunda safra em semeadura direta. **Agrarian**, v. 12, n.45, p. 346-353. 2019. DOI: <http://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.7965>

STORCK, Lindolfo *et al.* Medida de regularidade do espaçamento de plantas de milho em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.1, p.39–44, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p39-44>

THEISEN, Giovani *et al.* **Perdas por estiagem em milho em terras baixas em função da cobertura de solo em sistema de integração lavoura-pecuária.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 390).

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, p. 186, 2016.

TROGELLO, Emerson *et al.* Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.101-109, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000016>.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo.** Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. 50 p.

VIEIRA, F. F.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J. D.; DALCHIAVON, F. C.; DANIEL, D. F. Temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura morta no cultivo de milho. **Científica**, Dracena, SP, v. 48, n. 3, p. 188–199, 2020. DOI: 10.15361/1984-5529.2020v48n3p188-199.

VIRK, S. S. *et al.* Row-crop planter performance to support variable-rate seeding of maize. **Precision Agriculture**, v. 21, n. 3, p. 603-619, 3 out. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09685-3>.