

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ALISSON POZZER IRION

**ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES
MANEJOS DE COBERTURA DO SOLO, VELOCIDADES E PROFUNDIDADES DE
SEMEADURA**

**Alegrete
2023**

ALISSON POZZER IRION

**ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES
MANEJOS DE COBERTURA DO SOLO, VELOCIDADES E PROFUNDIDADES DE
SEMEADURA**

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: Vilnei de Oliveira Dias

**Alegrete
2023**

ALISSON POZZER IRION

ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES MANEJOS DE COBERTURA DO SOLO, VELOCIDADES E PROFUNDIDADES DE SEMEADURA

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: 11 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vilnei de Oliveira Dias

Orientador
(UNIPAMPA)

Profª. Dra. Lanes Beatriz Acosta Jaques

(UNIPAMPA)

Eng. Agrícola Giulian Rubira Gautério

(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **VILNEI DE OLIVEIRA DIAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/12/2023, às 14:17, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GIULIAN RUBIRA GAUTERIO, ENGENHEIRO-AREA**, em 13/12/2023, às 17:33, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LANES BEATRIZ ACOSTA JAQUES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/12/2023, às 13:33, 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, informando o código verificador **1328339** e o código CRC **22A9EEE3**.

RESUMO

Sabe-se que o cultivo do milho nos últimos anos teve comportamento crescente na sua utilização em sucessão com a cultura da soja e pecuária, e que os diferentes tipos de manejo da cultura antecessora têm direta influência na cultura subsequente. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o estabelecimento inicial da cultura do milho safrinha, em diferentes condições operacionais e manejo diverso da cobertura vegetal do solo na área experimental do Curso de Engenharia Agrícola, localizado na Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Campus Alegrete, Rio Grande do Sul. Foi empregado um conjunto trator-semeadora, utilizando uma combinação de três manejos de cobertura, duas profundidades e três velocidades de semeadura. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso em esquema trifatorial (3x2x3) formado do por duas profundidades (0,03m e 0,06m), três velocidades de semeadura (3,0; 6,0 e 9,0 km h⁻¹) e três sistemas de manejo (convencional, pastagem mal manejada e pastagem cobertura). Conclui-se que diferentes manejos da superfície têm impacto significativo na regularidade de distribuição de plantas de milho. O sistema de plantio direto demonstrou vantagens, promovendo uma distribuição mais uniforme em comparação com os sistemas convencional e roçado. Esse resultado destaca a importância do manejo da superfície na eficácia do estabelecimento inicial da cultura. A profundidade de semeadura influencia o estabelecimento inicial da cultura do milho. A profundidade de 3,0 cm mostrou-se mais propícia, especialmente no sistema de plantio direto, resultando em maior altura de plantas e maior uniformidade na distribuição de sementes. A velocidade de semeadura foi um fator crítico no estabelecimento inicial da cultura do milho. A relação inversa entre a velocidade e o índice de velocidade de emergência (IVE). A velocidade de 3,0 km/h mostrou-se a mais eficaz, enquanto 9,0 km/h teve impacto negativo.

Palavras-Chave: Produtividade de grãos; regularidade de distribuição.

ABSTRACT

It is known that the cultivation of corn in recent years has had an increasing behavior in its use in succession with the cultivation of soybeans and livestock, and that the different types of management of the predecessor crop have a direct influence on the subsequent crop. This work aims to evaluate the initial establishment of the off-season corn crop, under different operational conditions and different management of the soil vegetation cover in the experimental area of the Agricultural Engineering Course, located at the Federal University of Pampa - Unipampa, Campus Alegrete, Rio Grande do Sul. A tractor-seeder set will be used using a combination of three coverage managements, two depths and three sowing speeds. The experiment will be conducted in randomized blocks in a three-factor scheme (3x2x3) consisting of two depths (0.03m and 0.06m), three sowing speeds (3.0; 6.0 and 9.0 km h⁻¹) and three management systems (conventional, poorly managed pasture and cover pasture). It is concluded that different surface management has a significant impact on the regularity of distribution of corn plants. The direct planting system presented advantages, promoting a more uniform distribution compared to conventional and cultivated systems. This result highlights the importance of surface management in the effectiveness of initial crop establishment. The sowing depth influences the initial establishment of the corn crop. A depth of 3.0 cm proved to be more suitable, especially in the direct planting system, resulting in greater plant height and greater uniformity in seed distribution. Seeding speed was a critical factor in the initial establishment of the corn crop. The inverse relationship between speed and emergency speed index (IVE). A speed of 3.0 km/h proved to be the most effective, while 9.0 km/h had a negative impact.

Keywords: Grain productivity; distribution uniformity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem aérea da área experimental localizada no campus Alegrete.....	12
Figura 2 - Trator agrícola (a); arado de discos (b); roçadeira (c); semeadora adubadora (d) grade niveladora (e).....	14
Figura 3 - Tanque classe A	14
Figura 4 - Croqui ilustrando a distribuição dos tratamentos na área experimental....	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características da cultivar	15
Tabela 2 - Efeito da velocidade de semeadura (km h^{-1}) sobre o índice de velocidade de emergência da cultura do milho. Alegrete/RS.	19
Tabela 3 - Efeito da velocidade de semeadura (km h^{-1}) sobre a regularidade de distribuição cultura do milho. Alegrete/RS.....	21
Tabela 4 - Efeito do sistema de manejo sobre massa de matéria seca da parte aérea 15 dias após a emergência cultura do milho. Alegrete/RS.....	22
Tabela 5 - Efeito do sistema de manejo sobre massa de matéria seca da parte aérea 30 dias após a emergência cultura do milho. Alegrete/RS.....	23
Tabela 6 - Efeito do sistema de manejo sobre o diâmetro do colmo e uniformidade de profundidade de semeadura cultura do milho. Alegrete/RS.	24
Tabela 7 - Efeito do sistema de manejo sobre a altura de plantas 15 DAE na cultura do milho. Alegrete/RS.	25
Tabela 8 - Efeito do sistema de manejo sobre a altura de plantas 30 DAE na cultura do milho. Alegrete/RS.	26
Tabela 9 - Efeito do sistema de manejo sobre número de plantas por hectare. Alegrete/RS.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 COMPACTAÇÃO DO SOLO E PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS	4
2.2 MANEJO DE PASTAGENS ANUAIS	6
2.3 SEMEADURA MECANIZADA DA CULTURA DO MILHO	8
2.4 SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO PARA SEMEADURA	9
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1 LOCAL	12
3.2 IMPLANTAÇÃO E MANEJO DA CULTURA DE COBERTURA	13
3.3 EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	13
3.4 IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO MILHO	15
3.5 TRATAMENTOS	15
3.6 VARIÁVEIS RESPOSTA	16
3.6.1 Índice de velocidade de emergência	16
3.6.2 Regularidade na distribuição de plantas.....	17
3.6.3 Uniformidade de profundidade de semeadura	17
3.6.4 Massa de matéria seca da parte aérea	17
3.6.5 Diâmetro do colmo	18
3.6.6 Altura de planta	18
3.6.7 Estande inicial de plantas.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE).....	19
4.2 REGULARIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS	20
4.3 MASSA DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA	21
4.4 DIÂMETRO DO COLMO E UNIFORMIDADE DE PROFUNDIDADE DE SEMEADURA	23
4.5 ESTATURA DE PLANTAS 15 E 30 DIAS APÓS EMERGÊNCIA.....	25
4.6 ESTANDE INICIAL DE PLANTAS.....	27
5 CONCLUSÕES	29
6 REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é de grande importância para agricultura em geral, tendo em vista que representa cerca de 45 % da produção de grãos no Brasil (CONAB, 2022a). O grão de milho possui diversas finalidades, sendo empregado na alimentação humana em forma de farinhas e grãos processados, presentes em uma variedade de produtos à base de milho. Além disso, desempenha papel na composição de diversos alimentos, como molho de tomate, leite condensado, gelatina entre outros. Na esfera da exportação, destaca-se a utilização predominante na indústria química, voltada para a fabricação de rações destinadas aos animais (SNA, 2016).

O cultivo do milho safrinha tem se destacado como uma opção cada vez mais rentável como segunda cultura de verão na Região Sul do país. Essa prática é adotada em sucessão à cultura da soja e também na integração lavoura-pecuária. Essa abordagem possibilita que a terra não fique em pousio e possa ser utilizada o ano todo, gerando um aumento na rentabilidade para o produtor. O estado do Rio Grande do Sul tem uma grande representatividade na produção do grão de milho. Nacionalmente, o maior produtor é o estado do Mato Grosso, com 58 milhões de toneladas, seguido pelo, Paraná com 41,5 milhões e, em terceiro, Rio Grande do Sul, com 35,3 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

O incremento constante produção da cultura do milho ao longo das últimas décadas pode ser atribuído em parte, ao avanço tecnológico no desenvolvimento de novos genótipos. Estas cultivares são capazes de resistir a pragas e doenças, assim como, estresse hídrico e adaptação às condições de clima não ideal para seu desenvolvimento. A falta de precipitação e as elevadas temperaturas são os principais fatores limitantes para o desenvolvimento da cultura na região sul do país (SOUZA e BARBOSA, 2015).

O correto manejo da cobertura do solo exerce uma influência direta sobre o potencial produtivo da cultura, uma vez que a presença de cobertura vegetal eficiente diminui os riscos de erosão, compactação e contribui para a retenção adequada de água no solo (BRIXNER, 2018).

Considerando que o solo esteja em condições ideais, do ponto de vista físico, químico e biológico, um fator crucial que influencia o potencial produtivo da lavoura é a correta execução da operação de semeadura, expressa pela melhor disposição de sementes dentro do talhão. Velocidades excessivamente elevada durante a semeadura podem resultar em uma distribuição inadequada de sementes na linha de semeadura. O desenvolvimento adequado da cultura do milho acontece de forma mais efetiva quando existe uniformidade entre plantas, diminuindo a competição intraespecífica (UNIOR *et al*, 1999). A a profundidade de deposição de sementes, é outro fator a ser considerado, devendo ser ajustada de acordo coma época de semeadura e a temperatura na superficial do solo.

A presença de camadas compactadas no solo tende a reduzir significativamente sua produtividade da área. Desta forma, o correto manejo do solo e do sistema utilizado tem ligação direta na capacidade produtiva e rentabilidade para o produtor (EMBRAPA, 2010). Diante do exposto, o estudo constante de combinações de fatores de manejo do solo e condições operacionais pode contribuir para potencializar o rendimento da cultura.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o estágio inicial de cultivo do milho safrinha, considerando diferentes condições operacionais e manejo diverso da cobertura vegetal do solo no município de Alegrete, Rio Grande do Sul.

1.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito de diferentes manejos da superfície sobre a regularidade de distribuição de plantas na cultura do milho;
- Verificar a influência da profundidade de semeadura no estabelecimento inicial da cultura do milho;
- Estudar o efeito da velocidade de semeadura no desenvolvimento inicial da cultura do milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Compactação do solo e produtividade das culturas

À medida que a agricultura evoluiu, o peso das máquinas se elevou, a intensidade do uso da terra aumentou, resultando em mudanças significativas nas propriedades físicas do solo. Observou-se um decréscimo da porosidade e aumento da compactação superficial do solo, o que tem dificultando o desenvolvimento radicular e absorção de água das plantas (FREDDI *et al*, 2007). Segundo Beulter e Centurion (2004), em solos compactados, as plantas não conseguem otimizar a utilização dos nutrientes disponíveis devido o comprometimento do desenvolvimento de novas raízes responsáveis pela absorção de água e nutrientes.

Em solos altamente compactados, ocorre uma alteração na sua estrutura, resultando na diminuição da porosidade, especialmente da macroporosidade. Isso impacta negativamente a disponibilidade de água, nutrientes e a difusão de gases no solo. Consequentemente, a água e os nutrientes disponíveis para as raízes que exploram pequenas quantidades de solo podem se esgotar rapidamente (ABPPF, 1998). Ainda segundo esses autores, em solos com baixos valores de densidade, o crescimento limitado das plantas pode ser atribuído à redução da absorção de nutrientes, devido ao menor contato entre solo e as raízes.

A relação entre os diferentes tipos de manejo está diretamente ligada ao nível de compactação e porosidade do solo, onde estes quesitos físicos podem afetar diretamente no desenvolvimento radicular das culturas e por consequência na sua produtividade (LABEGALINI *et al*, 2016). A cultura do milho sofre grande impacto no desenvolvimento radicular e parte aérea quando submetida a grandes níveis de compactação, além do menor índice de emergência de plantas e dificuldade de absorção de água (FOLONI *et al*, 2004).

Ao considerar tais interações, torna-se evidente que a escolha adequada de práticas de manejo é essencial para mitigar os efeitos adversos da compactação, que podem ser identificados através de indicadores visíveis. Dentre elas, estão as raízes retorcidas em diversas profundidades e o acúmulo de água em determinadas áreas após uma precipitação. Essas observações práticas não apenas permitem

diagnosticar a compactação do solo, mas também orientam a implementação de estratégias eficazes para promover um ambiente propício ao desenvolvimento saudável das culturas. Caso contrário há necessidade de uma potência elevada, tendo em vista que se torna necessário utilizar maior força de tração para os implementos romper a camada compactada (HAUSCHILD, 2013).

Também pode-se observar o efeito da compactação na emergência e crescimento das culturas, se existir uma compactação superficial a plântula tende a buscar uma fissura ou local com maior porosidade no solo, caso isso não aconteça a planta não irá emergir, gerando falhas de plantas na linha de semeadura. Além disso, as plantas estabelecidas em locais compactados podem apresentar dificuldades na absorção de água e nutrientes do solo, apresentando diferente coloração das folhas principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. E devido à dificuldade ou não absorção de nutrientes pelas plantas, temos por consequência a queda de produtividade da cultura (MACHADO, 2003).

Um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a compactação é a resistência à permeabilidade do solo (RSP). Este indicador está associado a diversas propriedades do solo que fornecem informações do grau de compactação, como a textura, que afeta a forma como o solo se comporta sob pressão externa. A RSP medida por meio de um penetrômetro, representa a resistência exercida pelo solo à penetração da ponta cônica, sendo capaz de simular a resistência encontrada pelas raízes ao se infiltrarem no solo (OLIVEIRA FILHO *et al*, 2015).

Entre as diferentes maneiras de minimizar a compactação do solo, recomenda-se a adoção de culturas com maior crescimento radicular, a utilização de máquinas capazes de romper as camadas compactadas durante as operações agrícolas. Para isso, é necessário um método para determinar se a sub porosidade está presente e determinar a profundidade da camada compactada (FREDDI *et al*, 2007). Usar o valor RSP (resistência do solo à penetração) máximo para determinar a profundidade da preparação pode não ser suficiente para remover completamente as camadas compactadas. Após especificar um valor crítico para a resistência última à penetração da cultura e analisar o diagrama RSP, procurando um valor igual ou superior a ele,

permite localizar e determinar a espessura da camada de compactação e propor a profundidade ideal para preparo do solo (SILVA *et al*, 2004).

As operações agrícolas, que abrangem a mobilização e transporte de máquinas alteram a estrutura do solo e condições que determinam o ambiente em que as raízes crescem. Em áreas submetidas ao plantio direto, a taxa e a direção das mudanças nas condições do solo diferem daquelas observadas em sistemas de manejo do solo que incluem preparo intensivo (REICHERT *et al.*, 2009). De acordo com o autor, a extensão em que os sistemas de plantio direto alteram as características físicas é altamente variável e permanece pouco compreendida. Tal falta de compreensão é muitas vezes devido a grandes variações no solo e clima, bem como grandes variações na operação, tamanho do equipamento e tipo de cultura.

Os efeitos da compactação nas plantas começam restringindo o crescimento das raízes, o que, por sua vez, afeta o crescimento e a produtividade da parte aérea. O sistema radicular pode ser o primeiro componente da planta a sentir os efeitos da compactação (REICHERT *et al.*, 2007). Ainda que a química do solo possa ser favorável, a compactação compromete a capacidade das plantas em aproveitar plenamente os nutrientes disponíveis, uma vez que o desenvolvimento ideal das raízes é prejudicado (REICHERT *et al*, 2007).

2.2 Manejo de pastagens anuais

Em qualquer região do país, a implantação de pastagens cultivadas tem se tornado essencial para os pecuaristas, tendo em vista que nos últimos anos o déficit hídrico tem tido grande influência na agricultura em geral (PERON; EVANGELISTA, 2004). Para o autor, deve-se realizar o correto manejo da pastagem para que se possa manter a qualidade da oferta de forragem para os animais.

Nesse contexto, Euclides (1995) enfatiza a importância de se observar no manejo de pastagens a carga animal e altura de pastejo, levando em consideração fatores como o consumo de matéria seca por animal e o seu ganho de peso. O autor salienta que o pastejo com carga animal elevada é uma condição indesejável tendo em vista que existe um maior grau de pisoteio animal, além do maior período necessário para o restabelecimento da pastagem e menor índice de cobertura do solo

para cultura subsequente. Entretanto utilizando uma baixa carga animal a pastagem terá um crescimento elevado, dificultando o pastejo animal devido o maior acúmulo de matéria seca do pasto, onde dificulta a digestão e conseqüentemente diminui o consumo (BARRIGA, 2019).

Uma das variáveis de manejo de maior importância para o sucesso da pecuária utilizando pastagem é a taxa de lotação, que é a quantidade de animais por área de pasto, onde a taxa de lotação ideal é onde ocorre o maior índice de ganho de peso animal é a altura de pastoreio e índice de rebrota se mantém em equilíbrio (SILVA *et al*, 2011).

Segundo Euclides (1995), os três tipos de manejo mais utilizados são contínuos, rotacionado e diferido. O pastoreio contínuo refere-se ao uso de pastagens continuamente, durante todo o ano. Há uma rotatividade natural dentro do talhão e pode também ser usado cargas fixas quando o número de animais é o mesmo durante esse tempo, e o uso de carga variável onde o número de animais varia durante a utilização da pastagem, de acordo com a disponibilidade de pasto.

A utilização da pastagem de forma rotacionada, tem como característica a subdivisão do talhão em piquetes menores onde os animais pastoreiam por um intervalo definido previamente e depois são transferidos para o próximo piquete. Essa abordagem visa manter a altura ideal de pastejo e a máxima qualidade de cada um dos piquetes, sendo considerado o sistema que apresenta maiores ganhos em peso animais (TEIXEIRA, 2023).

A prática do pastejo diferido consiste em deixar a área de pastoreio em pousio por um determinado intervalo de tempo. Geralmente empregada em consórcios de espécies para o pastoreio, onde no período de pousio de uma pastagem é feita a semeadura de outra para que ocorra um maior acúmulo de pasto quando a mesma receber carga animal, resultando em maiores ganhos e maior taxa de ocupação por área de pasto (BABILÔNIA, 2013).

A menos que um sistema de pastoreio específico, seja comparado a qualquer outro e resulte em maior rendimento, qualidade de pastagem, ou melhore a eficiência do seu uso, os sistemas de pastoreio e manejo não afetam a relação entre taxa de lotação e rendimento animal. A escolha de um método de manejo deve, portanto,

fundamentar-se no princípio da simplicidade e comodidade nas operações envolvidas no manejo do gado e pastagem comparados ao ganho de peso animal, resultando assim na maior rentabilidade para sistema como um todo (PERIN, 2003).

2.3 Semeadura mecanizada da cultura do milho

O milho por se tratar de uma das culturas mais sensíveis a qualidade de semeadura, tem seu rendimento diretamente afetado quando esta operação é realizada de forma inadequada, tendo em vista que a utilização do milho safrinha na fronteira oeste tem se tornado a cada ano mais rentável e utilizado pelos produtores (EICHOLZ *et al*, 2020). Após a realização da correção e adubação do solo, a etapa mais importante para o estabelecimento de uma lavoura de sucesso é o processo de semeadura adequado, tendo em vista que o potencial produtivo está diretamente ligado ao estabelecimento da cultura. Fatores como a profundidade, umidade do solo, correto espaçamento são pontos importantes a serem observados (CAMARGOS, 2005).

O avanço da tecnologia tem proporcionado um maior rendimento operacional quando se trata da operação de semeadura. Destaca-se, nesse contexto, o aumento no tamanho das máquinas, com caixas de sementes ampliadas, que permitem um tempo de trabalho maior sem a necessidade de abastecimento frequente como era comum com as máquinas menores (SILVA; FRANCISCHINELLI, 2018).

Em sintonia com essa evolução, os diferentes tipos de mecanismos dosadores encontrados atualmente visam o maior rendimento na operação de semeadura, permitindo velocidades mais elevadas sem que haja uma perda significativa na precisão e qualidade da operação de semeadura (CORREIA *et al*, 2016).

Um dos pontos a serem observados é a escolha da semeadora-adubadora na realização da operação de semeadura, levando em conta a forma de distribuição de sementes e a tecnologia embarcada no implemento. A distância entre sementes e a profundidade de semeadura estão diretamente ligadas à precisão dos mecanismos de regulação da semeadora (MERCANTE *et al*, 2005).

Segundo Mello *et al* (2007), evidenciou que o aumento da velocidade do conjunto trator semeadora teve influência direta na produtividade e na regularidade de

distribuição de sementes na linha de plantio. Em velocidades menores, por outro lado, as sementes foram depositadas de forma ideal, reduzindo o percentual de sementes duplas e falhas, assim proporcionando um estande de plantas adequado no qual tem direta influência na produtividade da lavoura, melhorando significativamente os componentes de rendimento.

A cultura do milho é afetada diretamente pelo fato de se ter falhas ou má distribuição na linha de semeadura, tendo em vista que quanto menor o número de plantas por metro, conseqüentemente menor o número de plantas por hectare influenciando diretamente no rendimento em sacos por hectare de grão produzido (HENRICHSEN *et al*, 2021).

A época de semeadura do milho, também é um fator de grande importância quando se trata da análise de rendimento da cultura, tendo em vista que este ponto deve levar em consideração a temperatura do solo, umidade ideal para emergência, e profundidade de semeadura (ZATTI, 2020).

A profundidade de deposição de sementes tem direta influência no estande de plantas, quando realizada a semeadura superficial por ser uma cultura de verão o solo se encontra em temperaturas elevadas, podendo afetar a emergência gerando falhas na lavoura. A deposição de sementes em maiores profundidades terá uma maior demora para a emergência devido a profundidade e assim resultará em um estande desuniforme, outro fato é a não emergência de plantas devido a camada de solo ser muito espessa (MODOLO *et al*, 2010).

2.4 Sistemas de manejo de solo para semeadura

Existem diferentes manejos de solo para a semeadura, nos quais se caracterizam pelo nível de palhada e revolvimento do solo, também pela sucessão de culturas. Dentre eles estão o cultivo em sistema convencional, mínimo e semeadura direta (OLIVEIRA *et al*, 2021).

No sistema de cultivo caracterizado e conhecido como convencional existe o preparo primário do solo, utilizando-se de uma grade aradora para uma maior mobilização do solo e na sequência a grade niveladora para que o terreno se torne o mais homogêneo possível e, após essas duas operações, pode-se realizar a

semeadura (RODRIGUES *et al*, 2021). Esse tipo de tratamento causa compactação sub superficial elevada devido à grande quantidade de operações com implementos pesados. Esse manejo pode causar grandes erosões devido ao longo período em que o solo fica exposto, sem cobertura, intensificando o impacto das gotas de chuva e resultando no transporte da camada superficial (SILVA *et al.*, 2014).

No sistema cultivo mínimo, o manejo do solo se encontra entre o sistema convencional e o plantio direto, tendo como fundamento o menor revolvimento do solo se comparado ao plantio convencional, onde o solo é preparado sempre antes de se realizar a semeadura, e no sistema de cultivo mínimo o solo é revolvido somente quando existe uma compactação excessiva ou para incorporação de fertilizantes e manejo de pragas (ROSSETTO e SANTIAGO, 2022).

Por fim, tem-se o sistema de semeadura direta, o qual tem como principal fundamento executar a semeadura sem o revolvimento da área, onde apenas o solo da linha de semeadura é mobilizado, e não levando em consideração a sucessão de culturas e o nível de palhada no solo (HERNANI e MARTINS, 2021).

O sistema plantio direto consolidado se caracteriza por ocorrer a semeadura sem o preparo prévio do solo, com exceção da linha de semeadura que sofre um leve revolvimento, também por uma boa manutenção de palhada de cobertura, e deve existir uma rotação ou sucessão de culturas no talhão. Onde o manejo de cobertura cria o cenário ideal biológica, física e quimicamente para o desenvolvimento das culturas, além da redução da perda de água, melhor retenção hídrica no solo e maior mitigação de carbono (ALVARENGA *et al*, 2001).

O sistema de integração lavoura pecuária, pode estar integrado com os outros sistemas de manejo do solo, tendo como característica e agravante o tráfego de animais e o pastejo na área em questão. Esta forma de manejo pode se mostrar rentável ao produtor, desde que respeitados os diversos fatores, como a qualidade da pastagem, o volume de material acima do solo e a densidade de animais por área, podendo influenciar diretamente na compactação superficial do solo (LIMA e GAMA, 2018).

Para que haja uniformidade na emergência e desenvolvimento das lavouras, deve-se realizar uma semeadura eficiente. No sistema plantio direto esta variável se

torna ainda mais importante pois a cobertura do solo não é ideal para semeadura como no sistema convencional. A velocidade tem efeito direto na operação de semeadura e conseqüentemente no estabelecimento da cultura (VANINI *et al*, 2017).

A semeadura em velocidades inadequadas pode resultar em uma redução de espaçamentos aceitáveis entre sementes, além de proporcionar aumento dos espaçamentos duplos e falhos implicando em maior desuniformidade de distribuição de plantas e conseqüentemente na produção final da cultura (PRADO *et al*, 2017). Em contrapartida, Dias (2009), afirma que para semeadora adubadora de precisão a cultura do milho, não apresenta diferença significativa na densidade de plantas com o aumento da velocidade de deslocamento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Engenharia Agrícola, localizado na Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Campus Alegrete, Rio Grande do Sul (Latitude 29°47'39.05"S, longitude 55°46'0.86"O) com altitude média de 100 metros, em topografia plana. O mesmo foi executado em uma área de 0,1 hectares (Figura 1). 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 (Streck, 2002).

Figura 1 - Imagem aérea da área experimental localizada no campus Alegrete



Fonte: Próprio autor

3.2 Implantação e manejo da cultura de cobertura

Após a área ser devidamente preparada com as operações com o arado de discos e gradagens, foi semeada, a título de cultura de cobertura, a pastagem anual de verão para deposição de matéria seca. A pastagem escolhida foi o Capim-sudão (*Sorghum sudanense*), variedade BRS- estribo, na densidade de semeadura estimada para semeadura em linha é de 25 kg ha⁻¹. Porém, como a semeadura foi realizada a lanço, estima-se um acréscimo de 30 a 40%. Assim, a densidade de semeadura utilizada foi de 35 kg ha⁻¹.

A adubação da cultura de cobertura foi realizada com um fertilizante de formulação 5-20-10, na quantidade recomendada no manual de adubação e calagem (CQFS, 2016), a recomendação após o aparecimento de 4 folhas é indicada a utilização de uma fonte de nitrogênio (N) como cobertura, a dose de N pode variar de 23 a 46 kg ha⁻¹.

A dose aplicada na área experimental foi a máxima, tendo em vista que o foco da pastagem de verão é a máxima produção de matéria seca para posterior implantação da cultura do milho.

3.3 Equipamentos agrícolas

O trator utilizado para realização do trabalho foi um New Holland, modelo TL 75 com potência declarada de 55 kW, equipado com pneus diagonais R1 e tração dianteira auxiliar (Figura 2a). Para o preparo do talhão, foi realizada uma aração com arado de discos reversíveis da marca JAN (Figura 2b), composto de três discos de 660 mm de diâmetro e três gradagens com grade niveladora *off-set*, marca BALDAN, composta por 32 discos de 450mm de diâmetro, espaçados em 195 mm (Figura 2e).

Também foi utilizada uma roçadeira da marca Mec-Rul modelo RDMR 160 com largura útil de 1600mm (Figura 2c).

A semeadura do milho foi realizada com uma semeadora-adubadora de precisão de 3 linhas espaçadas em 0,5m, da marca Vence Tudo, modelo as-7300, com dosadores de sementes do tipo disco alveolado e dosadores de fertilizantes rotor dentado (Figura 2d).

Figura 2 - Trator agrícola (a); arado de discos (b); roçadeira (c); semeadora adubadora (d) grade niveladora (e).



Fonte: Próprio autor.

O experimento foi irrigado por aspersores. Os dados de evaporação foram coletados de um tanque classe A, localizado nas dependências do campus da universidade (Figura 3).

Figura 3 - Tanque classe A



Fonte: Próprio autor

3.4 Implantação e manejo do milho

Cerca de 30 dias após o estabelecimento do capim-sudão foi realizada a semeadura da cultura do milho, híbrido Syngenta NK467 VIP3, cujas principais características são apresentadas na Tabela 1. A adubação da cultura do milho também seguiu a máxima recomendação do manual de adubação e calagem, assim como a aplicação de nitrogênio de cobertura.

A irrigação do milho foi realizada por um sistema de aspersão, e a necessidade hídrica foi calculada de acordo com os dados de evaporação diária do tanque classe A. O espaçamento definido para semeadura foi de 0,50 metros entre linhas e densidade de semeadura de 80.000 sementes por ha⁻¹.

Tabela 1 - Principais características da cultivar

Características NK467 VIP 3	
Ciclo	Superprecoce
Grão	Semiduro amarelo alaranjado
Finalidade	Grão
Performance	Boa performance produtivo
Competitividade	Competitivo no segmento super precoce
Raíz	Boa qualidade da raíz
Enfezamento	Boa tolerância ao complexo de enfezamento
Tolerância	Boa tolerância ao quebraamento de colmo

Fonte: SYNGENTA, (2023)

3.5 Tratamentos

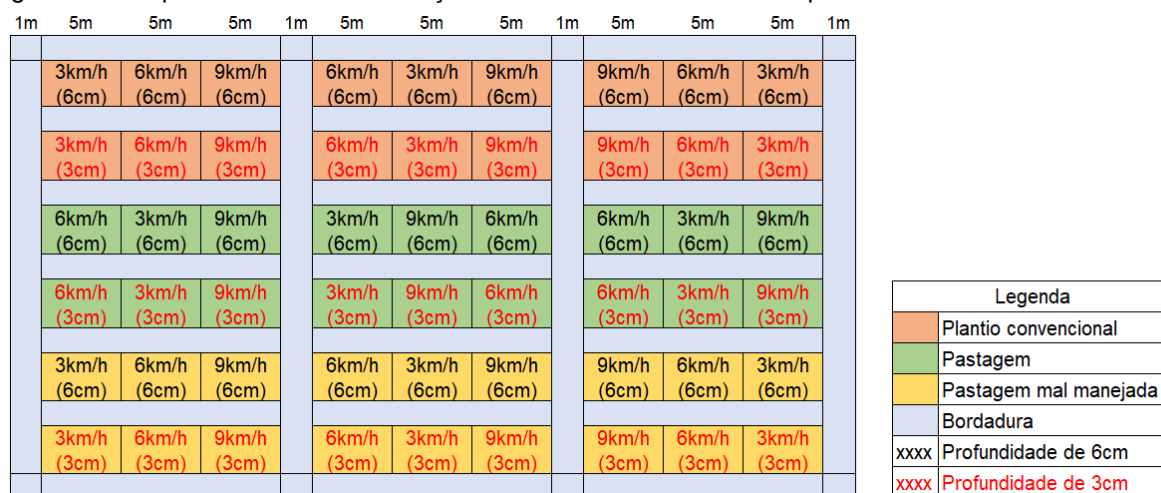
Os tratamentos foram compostos pela combinação de três manejos da cultura de cobertura (convencional, pastoreado e direto) com duas profundidades (0,03 e 0,06 m) e três velocidades de semeadura (3,0; 6,0 e 9,0 km h⁻¹) em esquema fatorial (3x2x3) no delineamento casualizado em faixas conforme descrito a seguir.

A área foi dividida em três faixas, definindo os três principais tratamentos. No primeiro tratamento, a semeadura convencional, a pastagem foi revolvida com a utilização da grade niveladora. No segundo tratamento, o capim-sudão foi roçado e retirada toda a matéria seca para que fosse simulado um pastoreio animal, onde a

compactação por pisoteio foi simulada através de passadas do trator. Na terceira faixa, correspondente ao terceiro tratamento, foi realizada a semeadura direta sobre a palhada total do capim-sudão, para que fosse simulado uma pastagem com adequada carga animal.

Em seguida, cada uma das faixas foi subdividida em duas profundidades de semeadura, sendo elas 0,03 e 0,06 metros e três velocidades de semeadura, 3, 6 e 9 km h⁻¹. A área de cada uma das parcelas será de 7,5m², 5 metros de comprimento e 1,5 metros de largura que totalizam uma passada com a semeadora em cada parcela, como é apresentado o croqui abaixo (Figura 4).

Figura 4 - Croqui ilustrando a distribuição dos tratamentos na área experimental



Fonte: Próprio autor

3.6 Variáveis resposta

3.6.1 Índice de velocidade de emergência

Após a realização da semeadura, foi contabilizado o número de plantas emergidas em todos os tratamentos a cada dia, em um horário predeterminado, até que o estande de plantas estivesse totalmente estabelecido. Isso permitiu a análise da velocidade de emergência das plantas, utilizando a equação abaixo (AZEVEDO *et al.*, 2018):

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N1} + \dots + \frac{EM}{EN}$$

Em que:

IVE - Índice de velocidade de emergência;

E - Número de plantas emergidas a cada dia;

N - Número de dias após a semeadura.

3.6.2 Regularidade na distribuição de plantas

A regularidade de distribuição de plantas foi realizada por medição direta após a estabilização da cultura e classificada em espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos de acordo com a ISO 7256/1, conforme descrito por Dias (2009). Assim, quando o espaçamento entre plantas era superior a uma vez e meia espaçamento nominal de referência (XREF), considera-se uma falha e quando o espaçamento entre plantas for metade do XREF é considerado duplo. Os demais espaçamentos foram considerados aceitáveis.

3.6.3 Uniformidade de profundidade de semeadura

A profundidade de deposição de sementes foi determinada 15 dias após a semeadura, cortando-se a parte aérea das plantas rente ao solo, com o uso de uma faca, coletando a semente. Utilizando-se de régua graduada em milímetros, será determinada a distância entre a parte inferior da semente e a superfície onde se efetuou o corte, correspondendo esta medida à profundidade de deposição de sementes. Para esta variável, a amostra foi de três plantas por parcela.

3.6.4 Massa de matéria seca da parte aérea

A massa de matéria seca da parte aérea foi avaliada 15 e 30 dias após a emergência de plantas (DAE), onde a planta deverá ser cortada rente ao solo, para que então possa ser seca em estufa a 60° até peso constante e determinada sua massa seca acima do solo.

3.6.5 Diâmetro do colmo

A mensuração do diâmetro do colmo foi realizada no terço mediano do segundo internódio, com auxílio do paquímetro digital, 30 dias após a emergência de plantas.

3.6.6 Altura de planta

A realização da medição de altura de plantas foi realizada com a utilização de uma régua graduada em milímetros. Foram realizadas medições com 15 e 30 dias após a emergência, medindo desde a superfície do solo até a inserção da folha bandeira.

3.6.7 Estande inicial de plantas

O estande de plantas foi determinado por meio da contagem direta de plantas em 3 metros ao longo das três linhas de cada parcela, 15 dias após o estabelecimento da cultura. Após a contagem, o número de plantas encontrado foi extrapolado para determinar o número de plantas por hectare.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Na Tabela 2, são apresentados os dados que relacionam a velocidade de semeadura e o índice de velocidade de emergência de plantas. Para a variável IVE, a análise de variância identificou um efeito significativo apenas da velocidade de semeadura. Foi possível observar que o IVE diminui com o aumento da velocidade. Estes resultados não estão de acordo com os apresentados por BOTTEGA *et al.* (2014), o qual não encontrou diferença significativa nos tratamentos, utilizando as mesmas velocidades de semeadura para os testes, porém também observou esse comportamento para a cultura do milho: a maior velocidade de deslocamento resulta em uma redução na média de espaçamento normal entre as plantas.

Ressalta-se que a velocidade de semeadura utilizada está diretamente associada a uma correta deposição das sementes na linha de semeadura. Esses dados corroboram com o trabalho escrito por FERREIRA, *et al.* (2019). Onde o mesmo diz que a correta deposição de sementes em profundidade e com espaçamentos corretos influenciam no índice de velocidade de emergência das plantas.

Tabela 2 - Efeito da velocidade de semeadura (km h^{-1}) sobre o índice de velocidade de emergência da cultura do milho. Alegrete/RS.

Velocidade (km h^{-1})	Índice de velocidade de emergência
3,0	6,31 A
6,0	5,57 AB
9,0	4,81 B

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Pode-se observar na Tabela 2 que, o índice de velocidade de emergência apresentou uma tendência de queda com o aumento da velocidade de semeadura. No trabalho realizado por JUNIOR, *et al.*, (2014), mostra que menores velocidades de

semeadura proporcionam valores mais constantes de profundidade de semeadura no qual diminui com o aumento da velocidade.

Em resumo, os resultados indicam que, neste experimento, a velocidade de 3,0 km h⁻¹ proporcionou o melhor desempenho em termos de Índice de Velocidade de Emergência (IVE), enquanto a velocidade de 9,0 km h⁻¹ resultou em um desempenho significativamente inferior. A velocidade de 6,0 km h⁻¹ apresentou um desempenho intermediário, sem diferença estatisticamente significativa em relação à velocidade de 3,0 km h⁻¹, mas foi estatisticamente semelhante à velocidade de 9,0 km h⁻¹.

4.2 Regularidade na distribuição de plantas

Conforme os resultados apresentados na Tabela 3, apenas a velocidade de semeadura apresentou influência significativa sobre a regularidade de distribuição de plantas. Pode-se observar que, conforme a velocidade aumentou a precisão da semeadora diminuiu, tendo em vista que o percentual de aceitáveis reduziu cerca de 20 % se comparada à velocidade de semeadura de 3 km⁻¹ com a de 9 km⁻¹ bem como o aumento de 14 % do índice de duplos. Estes dados estão de acordo com o trabalho desenvolvido por MARQUES SANTOS, *et al.*, (2011). Onde o mesmo afirma que o aumento da velocidade de semeadura reduz os espaçamentos aceitáveis e aumenta os espaçamentos falhos significativamente para a cultura do milho.

O aumento de velocidade de semeadura de 3,0 km⁻¹ para 9,0 km⁻¹ influenciou significativamente o espaçamento médio entre plantas, o que discorda do trabalho realizado por TROGELLO, *et al.*, (2013), em que o aumento de velocidade de semeadura de 5,2 a 8,4 km⁻¹ não inferiu diferenças de espaçamentos médios entre plantas.

A uniformidade de distribuição de plantas variou significativamente para as diferentes velocidades de semeadura, ressalta-se que a menor velocidade 3,0 km h⁻¹ apresentou as menores porcentagens de espaçamentos falhos e duplos e a maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis, em comparação com a velocidade de 6,0 km h⁻¹ e 9,0 km h⁻¹. Este resultado está de acordo com os encontrados por CANOVA *et al.* (2007), os quais verificaram que o aumento da velocidade de semeadura da cultura da soja de 6,0 para 9,0 km h⁻¹, interferiu na distribuição de sementes e a menor

velocidade proporciona distribuição de sementes mais aceitáveis com menor índice de duplos e falhos.

Tabela 3 - Efeito da velocidade de semeadura (km h^{-1}) sobre a regularidade de distribuição cultura do milho. Alegrete/RS.

Velocidade de semeadura (km h^{-1})	Aceitáveis (%)	Duplos (%)	Falhos (%)
3,0	74,21 A	12,42 B	13,35 B
6,0	64,49 B	20,16 A	15,34 AB
9,0	54,43 C	26,76 A	18,80 A

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Em seu estudo sobre a distribuição de sementes de milho e soja em diferentes velocidades de trabalho, Dias *et al.* (2009), concluíram que o aumento da velocidade de deslocamento não teve um impacto significativo na população de plantas para ambas as culturas. Os autores explicam esse resultado destacando que a diminuição no número de espaçamentos aceitáveis foi compensada pelo aumento no espaçamento múltiplo. No entanto, ressaltam que espaçamentos falhos podem levar à redução da produtividade na cultura do milho.

4.3 Massa de matéria seca da parte aérea

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de matéria seca acima do solo 15 dias após emergência, relacionando a massa de matéria seca com o tipo de manejo aplicado em cada uma das áreas. Pode-se observar que o nos sistemas de manejo convencional e roçado não apresentou uma diferença significativa conforme o teste de Tukey.

Por outro lado, o sistema de plantio direto mostrou uma diferença significativa, revelando um aumento de 100 gramas em comparação com o sistema roçado. Essa

discrepância também foi observada no estudo conduzido por Carvalho *et al.* (2008), onde os maiores índices de crescimento foram registrados no sistema que empregava cobertura no solo.

Tabela 4 - Efeito do sistema de manejo sobre massa de matéria seca da parte aérea 15 dias após a emergência cultura do milho. Alegrete/RS.

Sistema de manejo	Massa seca da parte aérea (g)
Roçado	219,44 B
Convencional	230,55 B
Direto	312,77 A

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Os resultados apresentados na Tabela 5 indicam que o sistema de manejo exerce uma influência significativa na massa de matéria seca da parte aérea da cultura do milho, 30 dias após a emergência. A interação entre o sistema de manejo e a profundidade de deposição de sementes também foi observada, destacando a importância de considerar esses fatores em conjunto na análise dos resultados.

Da mesma forma que na variável anterior, notou-se uma diferença marcante entre o sistema de plantio direto e os outros dois métodos. Na profundidade de 6,0 cm esta diferença se acentuou, muito provavelmente em função da melhor disponibilidade hídrica para a semente depositada em maiores profundidades.

Portanto, com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o sistema de manejo "Plantio Direto", a uma profundidade de 6,0 cm, proporcionou as melhores condições para o desenvolvimento da cultura do milho, resultando em uma maior massa de matéria seca da parte aérea 30 dias após a emergência.

Tabela 5 - Efeito do sistema de manejo sobre massa de matéria seca da parte aérea 30 dias após a emergência cultura do milho. Alegrete/RS.

Sistema de manejo	3,0cm	6,0cm
Roçado	1322,22 Ba	645,55 Cb
Convencional	2657,22 Aa	2255,55 Ba
Direto	1498,88 Bb	4141,11 Aa

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Pode-se observar na tabela 5 que os sistemas de manejo influenciaram no índice de matéria seca da parte aérea das plantas nos 30 dias após a emergência, esse fato fica mais evidente e compararmos o sistema de manejo roçado com o convencional para a profundidade de semeadura de 3cm, esse fato pode ter ocorrido devido a maior compactação superficial do sistema roçado e dificuldade de emergência de plantas, onde no sistema convencional o solo foi revolvido não gerando essa camada de compactação superficial.

Para a profundidade de semeadura de 6cm a diferença de massa seca foi ainda mais considerável, tendo em vista que o sistema de manejo direto se destacou com relação aos demais, sendo superior ao roçado cinco vezes, e o sistema convencional superior ao roçado em três vezes. Para esta variável o sistema de plantio direto se mostrou muito eficiente com relação aos demais.

4.4 Diâmetro do colmo e uniformidade de profundidade de semeadura

Na Tabela 6, apresentam-se os resultados da uniformidade de profundidade de semeadura, avaliada 15 dias após a emergência (DAE), e do diâmetro do colmo, medido 30 DAE, nos diferentes sistemas de manejo. Os resultados do teste de Tukey indicam diferenças significativas entre os sistemas de manejo para as variáveis diâmetro do colmo (\emptyset colmo) e uniformidade de profundidade.

Para a variável diâmetro do colmo o sistema de plantio direto apresentou o maior diâmetro do colmo (21,39 mm). O sistema convencional obteve um diâmetro intermediário (19,50 mm), enquanto o sistema roçado teve o menor diâmetro (15,69 mm). Portanto, com base no teste de Tukey, pode-se afirmar que o sistema de plantio direto diferiu significativamente em relação aos demais no que diz respeito ao diâmetro do colmo.

Quanto à uniformidade de profundidade, o sistema de plantio direto obteve a maior uniformidade de profundidade (5,48). O sistema convencional não apresentou diferenças significativas em relação aos outros dois sistemas. (4,75), enquanto o sistema roçado apresentou a menor média (4,51).

Tabela 6 - Efeito do sistema de manejo sobre o diâmetro do colmo e uniformidade de profundidade de semeadura cultura do milho. Alegrete/RS.

Sistema de manejo	Ø colmo (mm)	Uniformidade de Profundidade
Roçado	15,69 C	4,51 B
Convencional	19,50 B	4,75 AB
Direto	21,39 A	5,48 A

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Pode-se observar que a profundidade de semeadura se mostrou constante no sistema de manejo roçado e convencional, apresentando diferença significativa somente se comparar o sistema roçado com o sistema de plantio direto. Este fato pode ter sido apresentado devido a alguns fatores como falha no mecanismo de corte de palha da semeadora adubadora e/ou embuchamento do mesmo. No trabalho desenvolvido por Mion *et al.*, (2009), o mesmo afirma que os mecanismos de corte podem apresentar falhas devido ao acúmulo de palha na superfície do solo.

Conforme Favarato *et al.* (2016), plantas de maior porte tendem a ser mais produtivas, acumulando maiores reservas no colmo. Portanto, a altura das plantas,

associada ao diâmetro do colmo, mostra-se como fator crucial para o rendimento da cultura. De acordo com Freitas *et al.* (2008), um maior diâmetro do colmo nas plantas de milho pode estar relacionado a um maior espaço físico para o acúmulo de nutrientes, proporcionando plantas mais resistentes ao acamamento e quebraimento. Além disso, plantas de milho mais altas têm vantagens competitivas sobre as plantas daninhas, resultando em menos necessidade de roçadas e redução nos custos de produção do sistema.

4.5 Estatura de plantas 15 e 30 dias após emergência

Os resultados da Tabela 7 destacam a influência significativa do sistema de manejo na estatura das plantas 15 dias após a emergência (DAE) na cultura do milho, considerando duas profundidades de semeadura (3,0 cm e 6,0 cm). No primeiro cenário, verifica-se que o sistema de plantio direto apresentou a maior altura de plantas, embora sem diferença significativa em relação ao sistema convencional. Por outro lado, o sistema roçado registrou o desempenho menos favorável.

Já na profundidade de 6,0 cm, o sistema de plantio direto se destacou com a maior estatura de plantas, revelando diferença significativa em comparação aos sistemas roçado e convencional. O sistema convencional mostrou-se intermediário, enquanto o sistema roçado novamente apresentou o pior desempenho.

Tabela 7 - Efeito do sistema de manejo sobre a altura de plantas 15 DAE na cultura do milho. Alegrete/RS.

Sistema de manejo	3,0cm	6,0cm
Roçado	11,92 Ba	10,11 Cb
Convencional	14,90 Aa	12,35 Bb
Direto	15,62 Aa	14,86 Ab

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Conforme o estudo realizado por FOLONI, *et al.* (2003), as plantas apresentam um melhor desenvolvimento no sistema de plantio direto devido a apresentar camadas superficiais menos compactadas se comparadas a outros tipos de manejo.

Ainda analisando a Tabela 7, é possível identificar a interação entre sistema de manejo sobre a altura de plantas para cada uma das profundidades, onde em todos os sistemas a altura de plantas tende uma mesma forma de crescimento não sendo significativo pelo teste de Tukey. Onde para as duas profundidades de semeadura as plantas do sistema direto se desenvolveram melhor em termos de altura de planta.

Os resultados de altura de planta 30 DAE são apresentados na Tabela 8. Pode-se observar que a combinação da profundidade de semeadura de 6,0 cm associada ao sistema de plantio direto, houve uma grande diferença em relação aos demais tratamentos. Esse resultado pode ser atribuído ao maior índice de umidade em maiores profundidades, facilitando assim o desenvolvimento inicial da planta, como citado por FREDDI, *et al.* (2007). Esse autor lembra que o aumento da umidade e as menores temperaturas afetam diretamente cultivares, principalmente de verão.

Tabela 8 - Efeito do sistema de manejo sobre a altura de plantas 30 DAE na cultura do milho. Alegrete/RS.

Sistema de manejo	3cm	6cm
Roçado	37,21 Ba	31,38 Cb
Convencional	43,54 Aa	43,18 Ba
Direto	46,08 Ab	59,58 Aa

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Segundo os resultados apresentados na Tabela 8, estes seguem a tendência de crescimento de plantas conforme visto na Tabela 7, apresentando algumas exceções. A altura de plantas 30 dias após a emergência segue a mesma tendência de crescimento dos 15 dias, onde o sistema de manejo direto se mostrou mais eficiente para essa variável, sendo mais evidente na profundidade de semeadura de

6cm, esse fato pode ter acontecido devido a menor temperatura em maior profundidade e maior retenção de umidade no solo.

Entre as duas profundidades de semeaduras a variação de crescimento mantém a mesma tendência. Esses dados corroboram com o trabalho realizado por URCHEI, et al. (2000), onde o mesmo afirma que o crescimento de plantas no sistema de plantio direto geralmente é superior pois existe uma menor temperatura no solo e maior retenção de umidade.

4.6 Estande inicial de plantas

Na Tabela 9, são apresentados os resultados do estande inicial de plantas (número de plantas por hectare), evidenciando que houve apenas efeito do sistema de manejo sobre essa variável. Destaca-se uma considerável discrepância no número de plantas por hectare entre os diferentes manejos de cobertura do solo. Apesar das variações, todos os sistemas mantiveram-se dentro da faixa média recomendada pela literatura para a cultura do milho, que é de 30 a 90 mil plantas por hectare.

O sistema convencional registrou o maior número de plantas, favorecido pela ausência de compactação superficial. Surpreendentemente, o sistema de manejo roçado apresentou um desempenho superior ao sistema de plantio direto, contrariando as expectativas. Essa diferença pode ser atribuída a uma possível falha no mecanismo de corte de palha da semeadora adubadora. O acúmulo excessivo de palhada sobre a superfície do solo pode ter impactado negativamente na deposição adequada das sementes. Essas constatações alinham-se com as observações de Santos *et al.* (2008), que identificaram fatores como a falta de peso suficiente sobre o mecanismo de corte, bem como falhas mecânicas e desgaste dos discos de corte, como possíveis causas para a inadequada deposição das sementes.

Tabela 9 - Efeito do sistema de manejo sobre número de plantas por hectare. Alegrete/RS.

Sistema de manejo	Plantas/ha
Roçado	80795.72 A
Convencional	94513.05 B
Direto	66392.38 C

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

O sistema convencional registrou o maior número de plantas, favorecido pela ausência de compactação superficial. Surpreendentemente, o sistema de manejo roçado apresentou um desempenho superior ao sistema de plantio direto, contrariando as expectativas. Essa diferença pode ser atribuída a uma possível falha no mecanismo de corte de palha da semeadora adubadora. O acúmulo excessivo de palhada sobre a superfície do solo pode ter impactado negativamente na deposição adequada das sementes. Essas constatações alinham-se com as observações de Santos *et al.* (2008), que identificaram fatores como a falta de peso suficiente sobre o mecanismo de corte, bem como falhas mecânicas e desgaste dos discos de corte, como possíveis causas para a inadequada deposição das sementes.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que diferentes manejos da superfície têm impacto significativo na regularidade de distribuição de plantas de milho. O sistema de plantio direto demonstrou vantagens, promovendo uma distribuição mais uniforme em comparação com os sistemas convencional e roçado. Esse resultado destaca a importância do manejo da superfície na eficácia do estabelecimento inicial da cultura.

A profundidade de semeadura influencia o estabelecimento inicial da cultura do milho. A profundidade de 3,0 cm mostrou-se mais propícia, especialmente no sistema de plantio direto, resultando em maior altura de plantas e maior uniformidade na distribuição de sementes.

A velocidade de semeadura foi um fator crítico no estabelecimento inicial da cultura do milho. A relação inversa entre a velocidade e o índice de velocidade de emergência (IVE). A velocidade de 3,0 km h⁻¹ mostrou-se a mais eficaz, enquanto 9,0 km h⁻¹ teve impacto negativo.

6 REFERÊNCIAS

ABPPF - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**: 2ª edição, revisada e ampliada. Piracicaba, dez. 1998. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Manual-Internacional-de-Fertilidade-do-Solo.pdf>. Acesso em: 16 de jan. de 2023.

ALVARENGA, R. C. *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, fev. 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/485005>. Acesso em: 10 jan. 2023.

AZEVEDO, C. H. R. *et al.* Avaliação do vigor de sementes de soja na Região de Porto Nacional, TO. **Mais soja**. 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/avaliacao-do-vigor-de-sementes-de-soja-na-regiao-de-porto-nacional-to/>. Acesso em: 27 de jan. de 2023.

BABILÔNIA, J. L. **Pastagens consorciadas, estoques de carbono e nitrogênio, produtividade e persistência de leguminosas**. 2013. 160 f. Tese (Doutorado em zootecnia) - UFLA, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1232/1/TESE_Pastagens%20consorciadas%20e%20estoques%20de%20carbono%20e%20nitrog%C3%AAnio%20e%20produtividade%20e%20persist%C3%AAncia%20de%20leguminosas.pdf. Acesso 22/01/2023

BARRIGA, P. A. B. **Produção de novilhos em pastagem de inverno com diferentes intensidades de pastejo e adubação nitrogenada em integração lavoura-pecuária**. 2019. 189 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4010>. Acesso em: 24/01/2023

BEULTER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, SciELO Brasil, v. 39, p. 581–588, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Z4R3tnf59YV7bcpwbykQjnh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2023.

BRIXNER, J. R. A importância da cobertura do solo para o plantio direto. **Mais soja**. 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/a-importancia-da-cobertura-do-solo-para-o-plantio-direto/>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

BONJORNO, Ivan Iuri *et al.* Efeito de plantas de cobertura de inverno sobre cultivo de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 99-108, 2010. Disponível em: https://orgprints.org/id/eprint/24514/1/Bonjorno_Efeito.pdf Acesso em: 25 nov. 2023.

BOTTEGA, E. L. *et al.* Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 74-78, 2014. Instituto Agronomico de Pernambuco. <http://dx.doi.org/10.12661/pap.2014.011>. Disponível em: <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2014.011/46>. Acesso em: 17 nov. 2023.

CAMARGOS, S. L. **Acidez do solo e calagem (reação do solo)**. Material didático. Cuiabá, Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2005. Disponível em: https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Apostila_Capitulo_2_Acidez_Calagem.pdf. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

CANOVA, Ricardo et al. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 03, p. 299-306, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rouverson-Silva/publication/237812656_Distribuicao_de_sementes_por_uma_semeadora-adubadora_em_funcao_de_alteracoes_no_mecanismo_dosador_e_de_diferentes_velocidades_de_deslocamento/links/0c960530dc9712600c000000/Distribuicao-de-sementes-por-uma-semeadora-adubadora-em-funcao-de-alteracoes-no-mecanismo-dosador-e-de-diferentes-velocidades-de-deslocamento.pdf Acesso em: 25 nov. 2023.

CARVALHO, Arminda Moreira de et al. Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2831-2838, 2008. Disponível em: <https://www.plantiodireto.com.br/artigos/1543> Acesso em: 25 nov. 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Aumento da produção de milho no Brasil tende a atenuar restrição de oferta mundial do grão**. Out. 2022a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4799-aumento-da-producao-de-milho-no-brasil-tende-a-atenuar-restricao-de-oferta-mundial-do-grao>. Acesso em: 16 de jan. de 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conab prevê novo recorde na produção de grãos em 312,4 milhões de toneladas na safra 2022/23**. Out. 2022b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4774-conab-preve-novo-recorde-na-producao-de-graos-em-312-4-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

CORREIA, T. P. da S. *et al.* Mais lento, mais eficiente: o aumento da velocidade de deslocamento também influencia diretamente na quantidade de sementes depositadas em operações com a semeadoras de fluxo contínuo. **Cultivar: Máquinas**, Pelotas, v. 144, p. 10-11, set. 2014. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/mais-lento-mais-eficiente>. Acesso em: 09 jan. 2023.

CQFS- Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande Sul e Santa Catarina**. 11° Ed. Porto Alegre. 376 p, 2016.

DIAS, V. de O. **Desempenho de dois protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto**. 2009. 80 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em:
<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7511/DIAS%2C%20VILNEI%20DE%20OLIVEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 jan. 2023.

DIAS, Vilnei de Oliveira et al. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1721-1728, 2009. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/cr/a/BLG3H57y7njrcYCrVq9L4WD/?format=pdf&lang=pt>
Acesso em: 25 nov. 2023.

EICHOLZ, E. *et al.* Misosul: informações técnicas para o cultivo do milho e sorgo na região subtropical do Brasil: safras 2019/20 e 2020/21. **Embrapa Clima Temperado- Livro técnico (INFOTECA-E)**, Sete Lagoas, MG: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2020. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217655/1/informacoes-tecnicas-para-o-cultivo-do-milho-e-sorgo-na-regiao-subtropical-do-brasil-safras-2019-20-e-2020-21.pdf>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

EMBRAPA. Cultivo da Videira. **Sistemas de Produção**. Embrapa Semiárido, 1 – 2a. edição ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. Agosto/2010. Disponível em:
http://www.cpatia.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/manejo.html. Acesso em: 24/01/2023

EUCLIDES, V.P.B. Algumas considerações sobre manejo de pastagens. Campo Grande: **EMBRAPA-CNPq**. Campo Grande - MS, 1995. 34p. Disponível em:
<https://core.ac.uk/download/pdf/33888889.pdf>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

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>
Acesso em: 25 nov. 2023.

FERREIRA, F. M. *et al.* DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL NA SEMEADURA DO MILHO COM SEMEADORAS DE PRECISÃO MECÂNICA E PNEUMÁTICA. **Nativa**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 296, 30 abr. 2019. Nativa.
<http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i3.7553>. Disponível em:
<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/7553/5582>. Acesso em: 17 nov. 2023.

FOLONI, J. S. S. *et al.* Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 38, n. 8, p. 947-953, ago. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2003000800007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/mNDHjCY9VsRp9b6bfVpyCGk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 jan. 2023.

FREDDI, O. da S. *et al.* Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 627-636, ago. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832007000400003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/RnWNMHpJ6qpjZtLVtRGzD3k/?lang=pt>. Acesso em: 09 jan. 2023.

FREITAS, F. C. L. *et al.* Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron+ iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, v. 26, p. 215-221, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/RT5KLfqJrrvxY9YkbpXtW8K/?lang=pt>. Acesso em: 25 nov. 2023.

GROTTA, Danilo Cesar Checchio *et al.* Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 547-552, 2008. Disponível em: Acesso em: 25 nov. 2023.
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>. Acesso em: 25 nov. 2023.

HAUSCHILD, F. E. G. **Técnicas de agricultura de precisão para definição de zonas de manejo de solo**. 2013. 85f. Tese (Doutorado) – Curso de pós graduação em Agricultura de Precisão, do colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4806>. Acesso em: 09 jan. 2023.

HENRICHSEN, L. H. *et al.* Coeficiente de variação na distribuição espacial de plantas e a produtividade da cultura do milho. 2021. **Mais soja**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/coeficiente-de-variacao-na-distribuicao-espacial-de-plantas-e-a-produtividade-da-cultura-do-milho/>. Acesso em: 16 de jan. de 2023.

HERNANI, L. C.; MARTINS, A. L. Plantio Direto ou Sistema Plantio Direto?. **Agrishow digital**. 2021. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/manejo-e-conserva%C3%A7%C3%A3o/plantio-direto-ou-sistema-plantio-direto>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

LABEGALINI, N. S. *et al.* Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 4, p. 7⁻¹¹, out./dez. 2016. Disponível em:

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1102/1075>. Acesso em: 24/01/2023

LIMA, M. C. D. de; GAMA, D. C. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas. **Agroforestalis News**, v. 3, n. 1, p. 31–51, 2018. Disponível em <https://seer.ufs.br/index.php/AGRO/article/view/9752>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

MACHADO, P. L. O. A. Compactação do Solo e Crescimento de Plantas; como identificar, evitar e remediar. **Embrapa solos**. Doc. nº 56. 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338323/1/doc562003compactacaosolo.pdf>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

MARQUES SANTOS, Alessandro Jose et al. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, p. 16-23, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/8d3d576f-e5e6-4099-9bbb-69b946fe5d69/content> Acesso em: 25 nov. 2023.

MELLO, A. J. R. *et al.* Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 479-486, ago. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162007000300017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/HS89LF4cWqf87FgqjXzqND/?lang=pt>. Acesso em: 09 jan. 2023.

MERCANTE, E. *et al.* Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 9, p. 424–428, 2005.

MION, Renildo Luiz et al. Análise tridimensional de esforços em elementos rompedores de semeadoras de plantio direto. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1414-1419, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/k7bbFF74NtHY3LdJCCD6ZmC/?lang=pt> Acesso em: 25 nov. 2023.

MODOLO, A. J. *et al.* Efeito de cargas aplicadas e profundidades de semeadura no desenvolvimento da cultura do feijão em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, SciELO Brasil, v. 34, p. 739–745, 2010.

OLIVEIRA, M. F. de *et al.* **Aspectos relevantes da semeadura direta na qualidade do solo e na produtividade das culturas**. In: MOURA, P. H. A.; MONTEIRO, V. da F. C. (org.). Ponta Grossa, PR: Inovação e tecnologias nas ciências agrárias. Atena, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1138133>. Acesso em: 24/01/2023

OLIVEIRA FILHO, F. X. de *et al.* Zona de manejo para preparo do solo na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 186-193, fev. 2015. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p186-193>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/mXx78FscCySpv6hv5sm3LqF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 jan. 2023.

PERIN, R. **Características da pastagem e desempenho animal em uma consorciação de panicum maximum jacq cv. tanzânia e arachis pintoi submetida a diferentes alturas de manejo**. 2003. 114f. Tese (Doutorado) – Curso de pós graduação em agronomia, Universidade Federal do Paraná, 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191767/1/T-PERIN-ROGERIO.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2023.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, SciELO Brasil, v. 28, p. 655–661, 2004.

PRADO, R. de *et al.* Semente de milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agraria**, vol. 2, núm. 1-2, 2001. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil. 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99517443007>. Acesso em: 25 jan. 2023

REICHERT, J. M. *et al.* Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, SciELO Brasil, v. 44, p. 310–319, 2009.

REICHERT, J. M. *et al.* Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em ciência do solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do solo Viçosa, v. 5, p. 49–134, 2007.

Disponível em:

http://fiscadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/2007_Topicos.pdf. Acesso em: 24/01/2023

RODRIGUES, H. E. *et al.* **Grades agrícolas: classificação, uso e regulagens**.

Dez. 2021. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj425rJ8eD8AhX2STABHYgPBOoQFnoECAkQAQ&url=http%3A%2F%2Fflamma.com.br%2Fprivate%2Fdocs%2F335d57ded7ff86447a687e5643e66871.pdf&usg=AOvVaw3XeuQGvR5YTHDBftpp1gj6>. Acesso em: 24/01/2023

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. Cana: Cultivo mínimo. **Embrapa**. 2022.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao/preparo-do-solo/cultivo-minimo>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

SANTOS, Ariston Pinto; TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; VOLPATO, Carlos Eduardo Silva. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p.

1601-1608, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/t4MJsfBkJ7YgmQ4FNMczh/?lang=pt&format=html>
Acesso em: 25 nov. 2023.

SILVA, A. L. de O. C. da *et al.* Manual de Criação de Caprinos e Ovinos. **Codevasf**, Brasília, p. 1-71, fev. 2011. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/manuais/manual-de-criacao-de-caprinos-e-ovinos.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2023.

SILVA, A. F. D. *et al.* Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 162–173, 2014.

SILVA, G. da *et al.* Métodos probabilístico e determinístico para diagnóstico da necessidade de subsolagem de solos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, SciELO Brasil, v. 24, p. 130–141, 2004.

SILVA, P. R. A.; FRANCISCHINELLI, L. S. Diferenças entre semeadora mecânica e pneumática. **Mais soja**. 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/diferencas-entre-semeadora-mecanica-e-pneumatica/>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

SYNGENTA. **NK467 VIP 3**: Híbrido de Milho com Alta Velocidade para Super-Rentabilidade. 2023. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/sementes/nk-milho/nk-467-vip3/>. Acesso em 13 de jan. de 2023.

SNA – SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Milho é uma das principais fontes de alimento do brasileiro com importância estratégica no agronegócio. **Sociedade Nacional de Agricultura**. 2016. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/milho-e-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-importancia-estrategica-no-agronegocio/>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

SOUZA, G. M.; BARBOSA, A. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. **Visão agrícola**, v. 13, n. 1, p. 30–34, 2015.

TEIXEIRA, S. Diferimento de pastagens: o que é e qual a sua vantagem. **Cursos cpt**. Viçosa – MG, 2023. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/diferimento-de-pastagens-o-que-e-e-qual-a-sua-vantagem>. Acesso em: 16 de jan. de 2023.

TROGELLO, Emerson *et al.* Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 796-802, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/yMX7sWr6xfBcM3BwgX86ZVD/?lang=pt#> Acesso em: 25 nov. 2023.

UNIOR, A. M. *et al.* A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, SciELO Brasil, v. 29, p. 595–601, 1999.

URCHEI, Mário Artemio; RODRIGUES, João Domingos; STONE, Luis Fernando. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, p. 497-506, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/cwK3sNhgNV5vmCmL4LDzK5x/?lang=pt&format=html> Acesso em: 25 nov. 2023.

VANINI, J. M. B. *et al.* Veloz e precisa: teste para avaliar a influência da velocidade na semeadura da soja na região sudoeste de Mato Grosso mostra que é possível trabalhar a velocidades maiores sem perder a eficiência. **Cultivar: Máquinas, Pelotas**, v. 172, p. 37-39, abri. 2017. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/influencia-da-velocidade-na-semeadura>. Acesso em: 09 jan. 2023.

ZATTI, A. Importância do controle da profundidade de semeadura milho. 2020. **Plantae**. Disponível em: <https://www.plantae.agr.br/blog/2020/02/11/importancia-do-controle-da-profundidade-de-semeadura-milho/>. Acesso em: 16 de jan. de 2023.