

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

LUCAS RODRIGUES

**COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA EM FUNÇÃO DA SUA
PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DA ALTURA DE COLHEITA DO TRIGO
ANTECESSOR**

CERRO LARGO

2023

LUCAS RODRIGUES

**COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA EM FUNÇÃO DA SUA
PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DA ALTURA DE COLHEITA DO TRIGO
ANTECESSOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof.^o Dr.^o Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Rodrigues, Lucas

COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA EM FUNÇÃO DA SUA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DA ALTURA DE COLHEITA DO TRIGO ANTECESSOR / Lucas Rodrigues. -- 2023.

50 f.:il.

Orientador: Doutor Sidinei Swick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Introdução. 2. Revisão Bibliográfica. 3. Material e Método. 4. Resultados e Discussão. 5. Considerações Finais. I. Radons, Sidinei Swick, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

LUCAS RODRIGUES

**COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA EM FUNÇÃO DA SUA
PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DA ALTURA DE COLHEITA DO TRIGO
ANTECESSOR**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira
Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 29/11/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons
Orientador



Prof. Dr. Nerison Luis Poersch
Avaliador



Prof. Dr. Odair José Schmitt
Avaliador

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e aos meus pais, minha irmã e meu cunhado que sempre me deram apoio e força para que com ampla responsabilidade e competência me formar engenheiro agrônomo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro momento a Deus pelo dom da vida, agradeço a minha mãe Leonice que é minha fonte de inspiração. Sou grato a minha irmã Lidiane, meu cunhado Paulo por me ceder a área para realização da pesquisa e ao meu pai Aldori *in memoriam* por acreditarem e sempre me apoiarem em meus sonhos e minhas decisões. Sou grato a UNIJUI pela ajuda com a colhedora de parcelas, a Valmor Soldera pelos dados meteorológicos da sua estação. Agradeço a todos os meus mestres, em destaque o Professor Doutor Sidinei Zwick Radons que me orientou ao longo dessa pesquisa.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo” (Walter S. Landor).

RESUMO

A cultura da soja tem desempenhado um papel fundamental na agricultura Brasileira contribuindo para elevada participação do agronegócio brasileiro no Produto Interno Bruto. Alguns fatores são responsáveis por essa elevada produção da oleaginosa, sendo o Sistema Plantio Direto um dos principais prezando pela semeadura direta sob os restos da cultura antecessora. Devido as estações bem definidas na região sul do Brasil, o trigo se caracteriza por ser umas das principais culturas de inverno antecedendo a soja, deixando sob o solo uma satisfatória cobertura vegetal e sendo responsável por reduzir a incidência de plantas indesejáveis e também redução nas perdas de umidade do solo por evaporação. O objetivo desse trabalho foi avaliar o quanto distintas alturas de corte do trigo juntamente com duas profundidades de semeadura da soja interferem nos componentes de rendimento da soja. Com relação ao corte do trigo, foi avaliado 4 diferentes alturas (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da soja (3,5 e 6 cm). Na condução do experimento, as quatro alturas de corte do trigo e as duas profundidades de semeadura atuaram de forma conjunta sob as variáveis respostas dias para emergência de plântulas, altura de plantas de Soja, altura de inserção de primeiro legume e número médio de legumes por planta. A massa de mil grãos não apresentou diferença significativa nas duas variáveis estudadas, a massa de mil grãos obteve maiores médias na profundidade de 3,5 cm e para a variável produtividade de grãos se obteve melhores resultados conforme se elevou a altura de corte do trigo antecessor.

Palavras-chave: *Glycine max*. *Triticum aestivum* L. La Niña. Colheita.

ABSTRACT

The soybean crop has played a fundamental role in Brazilian agriculture, contributing to the high share of Brazilian agribusiness in GDP. A number of factors are responsible for this high production of oilseeds, one of the main ones being the no-till system, which prioritizes direct sowing under the remains of the previous crop. Due to the well-defined seasons in southern Brazil, wheat is characterized as one of the main winter crops preceding soybeans, leaving a satisfactory vegetation cover under the soil and being responsible for reducing the incidence of undesirable plants and also reducing soil moisture loss through evaporation. The aim of this work was to assess how different wheat cutting heights and two soybean sowing depths affect soybean yield components. Four different wheat cutting heights (10, 25, 40 and 55 cm) and two soybean sowing depths (3.5 and 6 cm) were evaluated. During the experiment, the four wheat cutting heights and the two sowing depths acted together on the response variables days to seedling emergence, soybean plant height, first leg insertion height and average number of legumes per plant. The mass of a thousand grains showed no significant difference in the two variables studied, the mass of a thousand grains obtained higher averages at a depth of 3.5 cm and for the grain yield variable, better results were obtained as the cutting height of the preceding wheat increased.

Keywords: *Glycine max.* *Triticum aestivum* L. La Niña. Harvest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Distribuição das parcelas do experimento, onde A1, A2, A3 e A4 representam as respectivas alturas de colheita do trigo em 10, 25, 40 e 55 cm.	29
Figura 2 - Ajuste dos limitadores de profundidade de semente, 6 cm de profundidade (esquerda) e 3,5 cm de profundidade (direita).	30
Figura 3 - Debulhadora de parcelas experimentais Semina 1400.	32
Figura 4 - Dados da precipitação e temperatura do ar a cada dezena de dias registrados a partir de uma estação meteorológica durante a condução do experimento, 01/11/2022 à 30/04/2023.	33
Figura 5 - Média de dias após a semeadura em que 50% ou mais das plântulas de soja se encontravam emergidas em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e profundidades de semeadura da soja de 3,5 e 6 cm, conduzidos sob SPD, Tupanciretã – RS, 2023.	34
Figura 6 - Altura de plantas de soja em função de quatro alturas de corte de trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.	36
Figura 7 - Altura de inserção do primeiro legume da soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da mesma (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.	37
Figura 8 - Número de legumes por planta de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da mesma (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.	39
Figura 9 - Produtividade em kg/ha de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da mesma (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número médio de grãos por legume de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da soja (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.	41
Tabela 2 - Massa de mil grãos (MMG) de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da soja (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca - Cálcio
C - Carbono
C/N - Relação carbono nitrogênio
CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento
DAE - Dias após emergência
DIC - Delineamento inteiramente casualizado
g/ha - Gramas por hectare
ha - Hectares
INMET - Instituto nacional de meteorologia
kg/ha - Quilogramas por hectare
K - Potássio
Km/h - Quilômetros por hora
Mg - Magnésio
MMG - Massa de Mil Grãos
N - Nitrogênio
NPK - Formulação Comercial de Adubação
PC - Plantio Convencional
PIB - Produto Interno Bruto
PMS - Peso Mil Grãos
P - Fósforo
RAS - Regras para Análise de Sementes
RS - Rio Grande do Sul
R1 - Estádio fenológico de Floração
R5 - Estádio fenológico de Enchimento de Grãos
S - Enxofre
SPD - Sistema Plantio Direto
UEs - Unidades Experimentais
V0 - Estádio fenológico de Germinação
VE - Estádio fenológico de Emergência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	CULTURA DA SOJA.....	15
2.2	FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	16
2.2.1	Características da soja em relação a profundidade de semeadura....	18
2.3	EVOLUÇÃO DOS MANEJOS DE SOLO	19
2.4	SISTEMA PLANTIO DIRETO	20
2.5	RELAÇÃO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS COM A SOJA.....	21
2.6	IMPORTÂNCIA DA COBERTURA VEGETAL PARA A SOJA.....	22
2.7	A SUCESSÃO DAS CULTURAS DE TRIGO E SOJA.....	24
2.8	A CULTURA DO TRIGO	24
2.9	ALTURA DE COLHEITA DO TRIGO	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	SEMEADURA E MANEJO DO TRIGO	27
3.2	COLHEITA DO TRIGO	28
3.3	IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	28
3.4	AVALIAÇÕES	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS NO PERÍODO EXPERIMENTAL.....	33
4.2	DIAS PARA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS	34
4.3	ALTURA DAS PLANTAS DE SOJA.....	35
4.4	ALTURA DE INSERÇÃO DO PRIMEIRO LEGUME	37
4.5	NÚMERO MÉDIO DE GRÃOS POR LEGUME.....	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro no ano de 2022 representou cerca de 24,8% de participação no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, o que resultou em uma queda de 1,8% em relação ao ano de 2021 segundo dados do Centro de Pesquisa Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (CEPEA, 2023), pesquisadores do mesmo afirmam que a queda do PIB brasileiro se deu principalmente aos altos custos de insumos para produção no setor agrícola como de fertilizantes, sementes, combustíveis, defensivos e também a queda significativa na produção de grandes culturas como a soja (*Glycine max*), que tem peso expressivo no PIB.

A cultura da soja tem desempenhado um papel de destaque na agricultura brasileira nas últimas duas safras. Segundo dados disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), expressam que na safra da soja de 2021/2022 foram produzidos cerca de 125.552,3 milhões de toneladas em uma área de 41.452,0 milhões de hectares, totalizando uma média de 3.029 kg/ha do grão.

Com relação à última safra da cultura, foram produzidos em torno de 153.633,0 milhões de toneladas em uma área total de 43.461,9 milhões de hectares, o que resultou em uma produção média de 3.527 kg/ha do grão de soja, esse aumento na produtividade da safra de 2022/2023 é superior a 22,4% em relação à safra anterior registrando recordes em produção, área de plantio e produtividade nacional.

A produção nacional da oleaginosa ocupa a primeira posição no ranking mundial segundo dados da CONAB (2023), mostrando que o País vem em um ritmo favorável as condições favoráveis nas principais regiões produtoras do grão, apesar do estado do Rio Grande do Sul ter sofrido quebra nas produtividades da última safra em razão dos efeitos do La Niña. O estado do Mato Grosso atualmente é o maior produtor nacional de soja e ocupando o 3º lugar na posição mundial se fosse considerado um país, produzindo cerca de 15,3 milhões de toneladas do grão a mais que a Argentina segundo CONAB (2023).

Essa elevada e crescente produção está atrelada a alguns fatores, como a incorporação do SPD (Sistema Plantio Direto) em áreas de cultivo brasileiras. O SPD é caracterizado por uma das ferramentas mais eficazes da agricultura moderna e

conservacionista, tem como preceitos básicos a mobilização do solo somente na linha de semeadura/cova, cobertura permanente do solo buscando ao máximo diminuir o intervalo de tempo entre a colheita e semeadura da cultura sucessora, rotação e diversificação de culturas na mesma área ao longo de anos agrícolas além de práticas conservacionistas complementares. A cultura da soja responde positivamente aos preceitos do SPD, que quando semeada após alguma gramínea devido a elevada quantidade de material orgânico remanescente tanto de partes aéreas como de raízes, a qual a elevada palhada deixada sob o solo inibe a germinação e posterior emergência de plântulas indesejáveis na área durante o ciclo da soja.

A região sul do país é caracterizada por não atender de forma completa o SPD, pecando em sua maioria no preceito de rotação e diversificação de culturas o qual é difundida por um sistema de sucessão de culturas com soja no período de outubro a abril e trigo/aveia no período de maio a novembro.

Durante a colheita do trigo é de suma importância a regulagem adequada da colhedora para evitar eventuais perdas de grãos, as quais podem influenciar significativamente a produtividade da área ou mesmo vindo a germinar e proporcionar uma competição a cultura sucessora como a soja. Outros fatores também necessitam ser observados como a distribuição homogênea da palha de trigo ao longo da área resultante do processo da colhedora, essa observação se deve principalmente devido que a locais com excesso de palhada poderão influenciar negativamente na semeadura da cultura, comprometendo o estande final de plantas.

Esse trabalho se justifica pelo uso, ano após ano, do sistema de sucessão de culturas soja e trigo pela grande maioria dos agricultores do noroeste do estado, prática que fragmenta os pilares do SPD.

O objetivo desse trabalho se baseou em avaliar se a altura de colheita do trigo apresenta diferença significativa na velocidade de emergência, altura do primeiro legume, estatura de planta e nos componentes de produtividade da soja em dois níveis de profundidade de semeadura da cultura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA

A cultura da soja é originária do continente asiático, mais precisamente no Vale do Rio Amarelo ao leste da China. Pertencente à família Fabaceae foi domesticada em meados do século XI a.C. com o intuito de produção dos grãos para o consumo dos humanos que habitavam a região (EMBRAPA, 2003).

Por volta da segunda década do século XX, os EUA (Estados Unidos da América) iniciaram a produção voltada para a comercialização, sendo primeiramente explorada com planta forrageira e posteriormente para a produção comercial de grãos. No ano de 1882 as primeiras cultivares de soja chegaram ao Brasil vindo dos EUA, tendo como porta de entrada o estado da Bahia onde foram realizados testes com a cultura pelo professor Gustavo Dutra da Escola de Agronomia da Bahia. Em 1900 e 1901 o Instituto Agrônomo de Campinas em São Paulo realizava testes da cultura com a distribuição de sementes para o estado Paulista, porém foi no Rio Grande do Sul no ano de 1914, precisamente na cidade de Santa Rosa que se deu o primeiro cultivo da cultura, encontrando condições favoráveis para o desenvolvimento da espécie (EMBRAPA, 2003).

No cenário atual a soja é utilizada de várias maneiras como na alimentação animal e humana, além de óleo e outros subprodutos, destacando-se como a principal *commodity* mundial com crescimento de consumo e produção na mesma proporção de 4,1% ao ano desde os anos de 1996/1997, porém a expansão em área cultivada foi de apenas 3,2% durante o mesmo intervalo de tempo (BALBINOT Jr. *et al.*, 2017).

A cultura da soja a cada safra apresenta uma margem de lucro menor para os produtores, isso se deve principalmente aos vários problemas de pragas e doenças ao longo do ciclo que requerem uma demanda crescente de defensivos, também aos elevados custos dos insumos em geral além de estiagens que podem comprometer a produtividade (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

A partir dessas informações é possível afirmar que a produtividade da cultura se dá a fatores que necessitam ocorrer de forma ordenada para que o produtor obtenha resultados positivos em sua lavoura (BALBINOT JR. *et al.*, 2017).

2.2 FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DA SOJA

Segundo Farias; Nepomuceno & Neumaier (2007) as condições meteorológicas ao longo do ciclo da soja são as que mais afetam a produtividade, podendo destacar o fotoperíodo, temperatura do ar e disponibilidade hídrica. A temperatura para semeadura da cultura não deve ser inferior a 20°C, entretanto ao longo do ciclo a temperatura ideal para o desenvolvimento da espécie varia de 20°C a 30°C (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Com relação a temperatura do ar, a mesma tem elevada influência quando a planta se encontra em estágio R1, início do florescimento, o qual só vai ocorrer com temperaturas superiores a 13°C dando origem aos legumes e frutos futuros (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Segundo os mesmos autores, temperaturas elevadas durante o ciclo poderão antecipar o período de florescimento.

No Brasil existem distintas regiões agrícolas produtoras de soja e com uma imensa variedade de cultivares, a adaptação de cada cultivar em uma determinada região se dá pelo fotoperíodo, o qual é responsável por estimular a planta a floração, sendo assim cultivares de ciclo curto se adaptam em regiões distintas de cultivares de ciclo longo, ou seja, a tempo de duração do dia e da noite interfere no ciclo da planta (RODRIGUES *et al.*, 2001).

Os autores Farias; Nepomuceno & Neumaier (2007) citam que o fotoperíodo é o fator mais importante para a adaptabilidade de uma cultivar a uma determinada região, pois este está diretamente relacionado com o início do florescimento. Em situações onde uma cultivar é transferida de seu local de adaptabilidade para coordenadas geográficas distintas, pode ocorrer uma redução na estatura de plantas devido a um florescimento precoce ou um atraso no ciclo devido a um período vegetativo mais longo, a qual tais circunstâncias podem levar a uma queda elevada na produtividade do cultivar.

A água é um recurso indispensável para toda a fauna e flora existente no planeta, a qual, na planta de soja atua em quase todos os processos bioquímicos e fisiológicos além de ser um fator limitante à produtividade devido a água representa cerca de 90% do peso da planta (FARIAS *et al.*, 2009).

Segundo Casagrande (2001), a indisponibilidade de água afeta de forma negativa a fotossíntese da planta, a qual na soja é de fundamental importância durante todo o seu ciclo, porém pode se destacar os períodos de V0 (germinação), VE (emergência de plântulas), R1 (floração) e R5 (enchimento de grãos).

A exigência de água cresce com relação ao desenvolvimento da cultura até atingir um pico máximo de necessidade durante R1 e R5 podendo chegar a um consumo de 8 mm dia⁻¹, após esse pico a necessidade de água pela cultura passa a ser decrescente devido a sua senescência e diminuição da área foliar (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Para que a cultura da soja expresse produtividade satisfatória, a exigência hídrica total ao longo do seu ciclo varia de 450 a 800 mm, essa ampla variação na quantidade de água necessária se dá pelo sistema de manejo da utilizado, condições climáticas ao decorrer da safra, ciclo e cultivar (COSTA *et al.*, 2002).

A produtividade da cultura da soja é mensurada por diferentes componentes de rendimento, sendo eles o estande de plantas estabelecidas na área, número de grãos por legume, número de legumes por planta e peso de mil grãos. Tais componentes podem ser afetados positivamente ou negativamente dependendo do manejo do solo, controle de plantas invasoras, tal como manejo de pragas e doenças além das condições meteorológicas ao longo do ciclo (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Segundo Balbinot Jr. *et al.* (2015) o estande de plantas que se estabelece na área é dependente do número de plantas que germinam e emergem, fatores que estão diretamente relacionados aos percentuais de germinação e vigor da semente de soja. Quanto ao número de legumes por planta, segundo Navarro Jr. & Costa (2002) é definido pela quantidade de flores viáveis por planta que desenvolvem legumes, sendo que o número de flores por planta é dependente do número de nós por planta e também do número de flores por nós.

Em relação ao número de grãos por legume, estes estão diretamente relacionados ao material genético da planta, na atualidade a genética seleciona materiais para a formação de três óvulos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). A massa média de grãos também é pré-estabelecida via genética, porém as condições em que a cultura é estabelecida afetam de forma significativa a massa de grãos (NAVARRO Jr.; COSTA, 2002).

De acordo com Balbinot Jr. *et al.* (2020) existem diversos fatores no período de semeadura da soja que podem influenciar o estabelecimento da cultura, se destacando como um dos principais a profundidade de deposição das sementes, o qual influencia diretamente no estande inicial de plantas afetando, a produtividade final da área.

Morando *et al.* (2014) menciona que os manejos que o produtor adota em sua área como de solo, pragas e doenças ao longo do ciclo contribuem para reduzir as perdas de produtividade, mas segundo o mesmo autor os déficits hídricos durante o ciclo da cultura são os maiores precursores de queda na produtividade de grãos da soja.

2.2.1 Características da soja em relação a profundidade de semeadura

Na atividade agrícola todas as culturas estão sujeitas ao ambiente e suas variações climáticas, as quais afetam diretamente no manejo da cultura, como por exemplo a profundidade de semeadura (CORTELLINI *et al.* 2022). Dessa forma, a qualidade de semeadura aumenta a probabilidade um estande final de plantas adequado, e conseqüentemente uma produtividade final elevada (SCHMIDT *et al.* 1999).

Para a cultura da soja, a profundidade de semeadura varia de 3 a 5 cm de profundidade, caso seja semeada em maiores profundidades pode ocorrer o risco de prejuízos na germinação, como também na emergência da plântula com maior gasto de energia (TAGLIAPIETRA, 2022), o que segundo Bottega (2014), afetará no vigor inicial da cultura, porém em profundidades menores o risco também existe, isso por conta de maior exposição ao sol com altas temperaturas conseqüentemente ocasionando a desidratação das sementes, bem como o maior risco de ser levada pela chuva ou ainda ser selada no solo pela compactação superficial das gotas de chuva, podendo ainda ocorrer ataques de animais, como aves ou alguns mamíferos.

Segundo Santos (2011), através de suas pesquisas concluiu que a sobrevivência da soja é maior em profundidades de semeadura menores, pois em profundidades maiores a semente encontra maior dificuldade de germinação, além de que diminui a capacidade da plântula de soja de romper a crosta de solo durante

a emergência. Outros fatores em conjunto com a profundidade da semeadura também afetam a cultura, como o aumento da profundidade juntamente com temperaturas amenas causam o crescimento lento da plântula.

A compactação do solo juntamente com a profundidade de semeadura também pode afetar a germinação da cultura, assim como citado pelos autores Grotta *et al.* (2007).

De modo geral os principais estádios que a profundidade de semeadura vai afetar a cultura é a germinação e emergência de plântulas, sendo assim, se faz necessário uma semeadura dentro dos limites propostos para a cultura da soja, a fim de não afetar o número final de plantas no estande o que irá afetar na produtividade final da mesma.

2.3 EVOLUÇÃO DOS MANEJOS DE SOLO

No início os agricultores empregavam a agricultura conforme padrões utilizados na Europa, o padrão era conhecido como Preparo Convencional (PC) e visava o preparo do solo através do revolvimento do mesmo. Com o passar dos anos e com a evolução da agricultura brasileira foram se desenvolvendo novas técnicas de preparo de solo pelos agricultores. Com a evolução da pesquisa científica ao longo dos anos, foi desenvolvido o Sistema de Plantio Direto (SPD) o qual foi comprovado como uma forma de produzir sem promover a degradação do solo (DALMAGO *et al.*, 2009).

A nível nacional, o SPD é a forma de preparo de solo com maior relevância em relação ao PC, porém apesar do SPD ter se expandido gradativamente e ser considerado uma prática conservacionista do solo, não deixa nula a possibilidade de causar danos ao mesmo. Os intensos tráfegos de máquinas agrícolas no SPD tendem a compactar o solo em uma camada superficial, alterando suas propriedades físicas e infiltração hídrica (DALMAGO *et al.*, 2009), a qual pode ocasionar escoamento da água em grandes volumes provocando futuras erosões (GUSSON, 2011).

A compactação pode ser entendida como um maior adensamento dos agregados do solo e redução principalmente dos macroporos, sendo que o nível de compactação depende de alguns fatores como tipo de solo, manejo empregado, histórico da área entre outros (TORMENA, 2009).

O manejo que o produtor adota em sua área, seja SPD ou PC, este é um fator que está diretamente relacionado com a infiltração e retenção de água no solo devido a alteração na capilaridade, este fenômeno é a atração e adesão da água às partículas de solo. Quando comparados os dois sistemas citados acima, a maior parte dos estudos e trabalhos apresentam que o solo manejado sob o SPD tem como resultado uma maior absorção e retenção de água e conseqüentemente uma maior disponibilidade de água ao longo do ciclo das culturas (CRUZ *et al.*, 2001).

Quando utilizado o Sistema de Plantio Direto ao longo de anos sequências, os resultados positivos são ainda mais satisfatórios, isso se deve principalmente a palhada remanescente que permanece na área, a qual é responsável por desempenhar papéis de suma importância como inibir a germinação e emergência de plantas invasoras fotoblásticas positivas, aumento do material orgânico que permanece para decomposição e entre outros além de principalmente reduzir a suscetibilidade a erosão hídrica e a diminuição da perda de água por evaporação durante as fases iniciais de desenvolvimento vegetativo da cultura (DALMAGO *et al.*, 2009).

O desenvolvimento do SPD foi um dos maiores passos na evolução da agricultura, porém esse sistema ainda vem sofrendo adaptações e melhorias ao longo dos anos para cada vez mais agregar benefícios a lavoura do produtor, promovendo uma agricultura com maior sustentabilidade do solo e nas culturas cultivadas no mesmo (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

2.4 SISTEMA PLANTIO DIRETO

O sistema de agricultura praticamente extinto hoje na região e na cultura da soja e muito utilizado no passado, tido como Plantio Convencional anterior ao Sistema de Plantio Direto, ocasionava uma constante degradação do solo além de inúmeras perdas dos recursos naturais do sistema. O preparo do solo através do PC é feito através da utilização simultânea de arados e grades que deixam o solo exposto e suscetível a erosão além de demandar uma maior quantidade de corretivos, defensivos agrícolas e fertilizantes que lixiviam com maior facilidade (FREITAS, 2005).

Com o avanço da agricultura e com tais problemas gerados pelo Plantio Convencional se promoveu o incremento do Sistema de Plantio Direto deixando de lado os preceitos da agricultura Europeia que era movida pelo PC. Com isso os agricultores desencadearam meios para promover uma agricultura sustentável e conservacionista buscando a redução nos custos de produção e com o incremento de novas tecnologias (FREITAS, 2005).

Segundo Freitas (2005) o SPD se refere a implantação de uma cultura sobre os restos culturais da anterior, juntamente com um conjunto de preceitos como mobilização somente na linha de semeadura, cobertura permanente do solo e rotação e diversificação de culturas. O mesmo autor ressalta que o SPD por muitas vezes é difundido por uma semeadura direta, deixando de lado algum de seus pilares.

De acordo com Lopes *et al.*, (2018) o SPD permite uma ampla gama de benefícios a natureza bem como ao produtor rural, tendo como principais a redução na quantidade de insumos quando comparado ao PC, aumento nos níveis de MO (Matéria Orgânica), maior retenção de água e eficiência na absorção de nutrientes e uma gigantesca redução nos problemas relacionados a erosão hídrica.

Com relação aos três pilares do SPD, o principal a ser destacado é a cobertura permanente do solo que está atrelado à prática de manejo colher e semear. Esta cobertura traz amplos benefícios para o sistema aumentando a infiltração e retenção de água no solo, redução no processo erosivo e alto acúmulo de material orgânico favorecendo o crescimento da microbiota do solo. Para que isto ocorra esta cobertura permanente do solo é necessário um planejamento de manejo visando a rotação e diversificação de culturas na mesma área buscando benefícios para a cultura sucessora além de ganhos econômicos (LOPES *et al.*, 2018).

2.5 RELAÇÃO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS COM A SOJA

A prática de rotação de culturas que é um dos princípios básicos do SPD permite que o agricultor faça a semeadura de distintas cultivares de soja em épocas diversas do ano, por exemplo a semeadura da popularmente conhecida soja safrinha que é semeada na resteva do milho safra entre os meses de janeiro e fevereiro no Rio Grande do Sul. Com a rotação de culturas e posteriormente épocas de semeadura

variadas, foi necessário o desenvolvimento de cultivares de ciclos distintos para atender o manejo feito em muitas propriedades de colher e semear, evitando que o solo permaneça sem cobertura vegetal. Assim se a cultura antecessora for Canola, se optar por cultivares de ciclo mais longo e que se adaptem ao clima que ocorre no mês de setembro a outubro, porém quando a soja é semeada na resteva de trigo as cultivares semeadas devem ser adaptadas ao clima a partir de novembro (FRANCHINI *et al.*, 2011).

Segundo Franchini *et al.*, (2011) quando a soja é cultivada em áreas de rotação e diversificação de culturas apresenta maiores produtividades, esse aumento na produtividade chega a 17% quando comparado com áreas sem este manejo, esse acréscimo ocorre preferencialmente quando a referida cultura é cultivada em áreas que na safra anterior ocorreu o cultivo de milho.

A prática de rotação e diversificação também têm suma importância no manejo de pragas e doenças, isso se deve que quando se altera a cultura semeada na área ocorre a falta de alimentos a alguns grupos de insetos. Quando se trata de patógenos, a rotação permite o cultivo de espécies de plantas não suscetíveis aos mesmos patógenos na área, ocasionando assim a eliminação dos mesmos pela fauna do solo posteriormente aos restos culturais da cultura antecessora (REIS; CASA; BIANCHIN, 2011).

2.6 IMPORTÂNCIA DA COBERTURA VEGETAL PARA A SOJA

No sul do Brasil, durante o período de inverno a maior parte das áreas de grãos são cultivadas com gramíneas as quais permanecem de cobertura de solo para a semeadura subsequente da soja (SCHNITZLER, 2017).

Um dos manejos adotados para plantas de cobertura durante os meses frios do ano são os consórcios entre duas ou mais espécies de gramíneas e leguminosas. A utilização do referido consórcio de culturas se explica devido à quando cultivado somente gramíneas no inverno, ocorre uma maior imobilização de N (Nitrogênio) no solo e com isso uma disponibilidade reduzida a cultura sucessora, tal fato é contraditório quando ocorre somente o cultivo de leguminosas no período de inverno,

devido estas promover um aumento de N disponível no solo a cultura futura, assim o consórcio de duas ou mais culturas se aplica buscando unir os benefícios entre as espécies utilizadas (SCHNITZLER, 2017).

O tempo de decomposição da cobertura vegetal anterior a semeadura da soja varia de acordo com a relação C/N (Carbono/Nitrogênio) presente no solo, outro processo que influencia significativamente no tempo de decomposição é o tamanho em que as partículas são fragmentadas durante a colheita devido quanto menores forem as partículas, maior será a sua área superficial e maior também será o contato com a fauna do solo (ALBUQUERQUE; MELLO, 1990).

A partir das afirmações que o material com menor relação C/N que é o caso das leguminosas e com partículas de menor tamanho se decompõe de forma mais acelerada, quando o sistema é manejado de tal forma a probabilidade do solo ficar sem cobertura vegetal e suscetível a perdas por umidade e erosão são maiores (MORANDO *et al.* 2014).

A absorção de nutrientes do solo é variada de acordo com cada cultura que está estabelecida no campo e também seu estágio fenológico em que se encontra. Durante o ciclo da cultura do trigo a demanda dos macronutrientes N (Nitrogênio) e K (Potássio) é elevada, seguida de P (Fósforo), Ca (Cálcio), S (Enxofre) e Mg (magnésio). Com isso, ao relacionarmos com os parágrafos anteriores é possível afirmar que no momento da colheita se a palha foi fragmentada em partículas menores, permitirá uma decomposição antecipada do material remanescente e posteriormente a disponibilidade dos nutrientes que compõem os restos vegetais a cultura sucessora como a soja (GARGANTINI *et al.* 1973).

A cobertura vegetal que permanece no solo tem influência direta com relação a temperatura de solo que varia de acordo com a quantidade de material que se encontra na área, ou seja, com uma espessura de palha maior as temperaturas de solo tendem a serem menores em relação a áreas com palha inferiores a essa espessura. Essa camada de palhada também é de suma importância durante todo o ciclo da cultura, tendo papel fundamental na redução de perda de água diminuindo o estresse hídrico e proporcionando um desenvolvimento de raízes satisfatório (TORRES *et al.*, 2006).

Segundo Pacheco et al. (2016) os níveis de palhada residual são capazes de reduzir de forma significativamente positiva a ocorrência de plantas daninhas na área

que competem com a cultura implantada, o qual resulta em uma menor perda de produtividade. A barreira física de palhada funciona de forma a inibir a germinação de plantas invasoras Fotoblásticas Positivas e também liberando compostos alelopáticos das plantas invasoras em áreas de soja sob SPD.

2.7 A SUCESSÃO DAS CULTURAS DE TRIGO E SOJA

A partir da década de 1960 a economia rural que era baseada quase inteiramente em pecuária extensiva e campos nativos foi substituída pela crescente produção de grãos tendo como base principal a sucessão de cultivo com soja na safra de verão e trigo na safra de inverno (DENARDIN *et al.*, 2011). Os autores também citam que essa grande mudança da pecuária a agricultura se deu devido às melhorias das propriedades físicas e químicas do solo associadas a linhas de créditos disponibilizadas para a agricultura.

No ano de 1976 nos EUA (Estados Unidos da América) se marcou o primeiro registro da semeadura de soja sobre a palhada remanescente de trigo. Essa semeadura sobre os restos culturais de uma cultura foi possível devido a um mecanismo chamado “Disco de Corte” que é acoplado na semeadura e que promovia o corte da palha (DENARDIN *et al.*, 2011).

No Brasil o sistema de semeadura sobre a palhada da cultura antecessora teve grande porta de entrada devido o manejo em questão reduzir significativamente os problemas enfrentados pela erosão hídrica nas áreas de cultivo. Pouco antes do ano de 1980 apesar do sistema se demonstrar de suma importância para a produção de grãos, o mesmo ainda não era totalmente aceitável pelos agricultores devido ao custo elevado quando comparado ao PC, esse custo alto se explica pela necessidade do uso de herbicidas necessário no SPD (DENARDIN *et al.*, 2011).

2.8 A CULTURA DO TRIGO

As primeiras espécies de trigo chegaram ao Brasil no ano de 1534 através de sementes vindas da Europa onde o trigo já era cultivado. Porém, foi somente no século

XVII que o trigo começou a ser cultivado no estado do Rio Grande do Sul adquirindo grande importância econômica e hoje se enquadra dentro dos três cereais mais consumidos globalmente junto com Milho e Arroz (NETO; SANTOS, 2017).

Em território nacional o trigo desencadeia um amplo papel na economia brasileira devido ser responsável por movimentar a cadeia do agronegócio com a venda de insumos para a produção do grão e posterior comércio do mesmo, empregando assim milhares de pessoas e promovendo um giro de bilhões de reais (TOMASINI; AMBROSI, 1998).

Na região Sul do Brasil, mesmo antes da entrada da cultura da soja já se cultivava trigo suscetivelmente no inverno e no período do verão as áreas ficavam em pousio, mais tarde com a entrada da soja na agricultura adotou-se o manejo de sucessão trigo no período frio e soja nos meses quentes, devido em à época não haver restringência sobre este manejo de sucessão de culturas (TOMASINI; AMBROSI, 1998).

A cultura do trigo promove uma longa e duradoura cobertura vegetal do solo, esse período mais amplo de decomposição se deve a sua relação C/N (Carbono/ Nitrogênio) e aos níveis de lignina contidos na palhada, mantendo o solo coberto por um maior espaço de tempo quando comparado a outras espécies de inverno (GOLDSCHMIDT, 2017).

O cultivo da soja após a safra de trigo se tornou uma prática de manejo rotineira e muito utilizada na região Sul do Brasil pelos produtores de grãos, esse monocultivo de culturas se estabeleceu devido às duas culturas se encaixar quase perfeitamente dentro do ano agrícola, sendo que os restos culturais do trigo contribuem de forma satisfatória nos combates a erosão hídrica e também as perdas de água por evaporação do solo. Vale ressaltar que o cultivo de trigo após soja tem seus benefícios, principalmente relacionado ao Nitrogênio contido nos restos culturais da soja que é disponibilizado para o trigo, o qual é amplamente dependente deste nutriente para completar seu ciclo (ALBUQUERQUE; MELLO, 1990).

2.9 ALTURA DE COLHEITA DO TRIGO

Goldschmidt (2017), conduziu um experimento onde avaliou o desempenho agronômico da cultura da soja com relação a distintas alturas de colheita de trigo. O autor afirma que quando a soja é semeada com sulcador de disco duplo, tem resultados negativos no estande de plantas conforme aumenta-se a altura de colheita do trigo.

O estande final de plantas insatisfatório se justifica devido a possibilidade de a semente da soja ter sido afetada pela elevada quantidade de palha que permaneceu em pé em alturas de colheitas de trigo maiores (TREZZI; VIDAL, 2004). Tal fato também pode se justificar devido ao sistema de disco duplo não ser totalmente satisfatório em solos compactados, podendo deixar o fertilizante e a semente muito próximos inibindo a germinação e posterior emergência da mesma (CASÃO JR; SIQUEIRA, 2006).

Segundo o autor citado anteriormente, quanto mais baixa a altura de colheita e próxima ao solo menor será o tempo de decomposição do material, porém o solo ficará sujeito a erosão e perdas de umidade. Com isso, o método em que os restos vegetais do trigo são manejados tem influência direta na cultura sucessora, como a soja (ALBUQUERQUE; MELLO, 1990).

Porém quando o trigo é colhido a uma altura mais elevada podem surgir diversas dificuldades na semeadura da soja como embuchamento da semeadora, fato que influencia na má distribuição de sementes e um posterior estande de plantas desuniforme, mas com a vantagem de o solo ficar menos exposto a perdas de umidade e perdas por erosão (CASAO JR; SIQUEIRA, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido entre os meses de novembro de 2022 a abril de 2023, em área comercial de 21 hectares (ha) predominante plana localizada no município de Tupanciretã no estado do Rio Grande do Sul, com latitude 28°55'57.83" S, 54°05'39.79" O e altitude de 527 metros.

A área onde foi realizado o experimento pertence ao produtor e sua família a 42 anos, a qual é cultivada em Sistema Plantio Direto (SPD) a 38 anos sendo que o produtor foi um dos pioneiros do manejo por volta do ano de 1983 na região. Atualmente, é cultivada com soja no verão e trigo/aveia no inverno com sistema de sucessão de culturas consolidado.

A área tem o solo caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, pertencente à unidade de mapeamento de Tupanciretã (EMATER, 2018). As condições meteorológicas ocorridas no período de execução do experimento foram registradas por uma Estação Meteorológica Automática localizada cerca de 8 quilômetros do local do experimento, a qual compila os eventos ocorridos a cada 15 minutos.

3.1 SEMEADURA E MANEJO DO TRIGO

O trigo semeado pelo agricultor compreende a cultivar Anak da empresa Byotech, no dia 12/06/2022, em sistema de Plantio Direto a uma velocidade média de 7 km h⁻¹. A cultivar apresenta ciclo precoce e altura média de planta em torno de 85 cm. O conjunto de equipamentos utilizado para a semeadura foi um trator Massey Ferguson 4297 e semeadora-adubadora Semeato SSM 23, com espaçamento entre linhas de 17 cm e profundidade de semeadura em torno de 2 cm.

A semeadora-adubadora foi regulada para depositar 90 sementes por metro linear, as quais apresentavam germinação de 90% resultando um estande final de aproximadamente 81 plantas por metro linear e um total de 4.762.800 plantas por hectare. A adubação de bases utilizada foi 200 Kg ha⁻¹ da formulação comercial 09-

30-20 e 150 kg ha⁻¹ de Ureia (45% de N) no início do perfilhamento, cerca de 30 DAE (dias após emergência).

Para controle de doenças, foram realizados 4 manejos a base de fungicidas, sendo duas aplicações do ingrediente ativo PIRACLOSTROBINA (91 g ha⁻¹) juntamente com PROPICONAZOL (250 g ha⁻¹) e duas aplicações de PICOXISTROBINA (27 g ha⁻¹) com PROPICONAZOL (250 g ha⁻¹). Para o manejo de pragas foram realizadas duas aplicações de TIAMETOXAM (8,46 g ha⁻¹). Para a dessecação em pré-colheita foram utilizados 400 g ha⁻¹ do ingrediente ativo GLUFOSINATO.

3.2 COLHEITA DO TRIGO

A colheita do trigo ocorreu no dia 06/11/2022 por uma colhedora autopropelida John Deere modelo 1185, equipada com uma plataforma de 23 pés de corte com aproximadamente 7 metros de comprimento. A colheita ocorreu no sentido Norte-Sul a uma velocidade média de 5 km/h⁻¹.

A mensuração das alturas de colheita do trigo designada a cada parcela foi feita manualmente através de uma trena métrica, obtendo a distância do solo em relação à lâmina de corte no centro da plataforma e nas suas extremidades. Para a separação das unidades experimentais foi deixada uma faixa de 50 cm de largura.

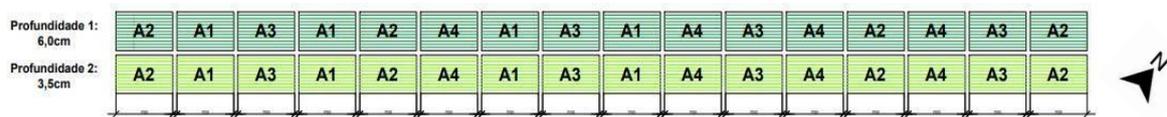
3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO COM A CULTURA DA SOJA

O experimento foi implantado 26 metros a partir da bordadura da área, onde foram demarcadas as unidades experimentais (UE) com 7 metros de comprimento (largura da plataforma de corte) e 4,3 metros de largura (largura das 10 linhas de plantio) totalizando 30,1 m², a área útil de cada parcela foi demarcada nas 6 linhas centrais de semeadura com comprimento de 2,4 m (espaçamento entre rodados da colhedora) totalizando 14,4 metros lineares de área útil em cada parcela, sendo assim a área total do projeto se contabilizou em 1.023,75 metros quadrados. Para

elaboração e execução do projeto foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Os tratamentos utilizados no experimento foram compostos por quatro alturas de colheita do Trigo, sendo 10 cm, 25 cm, 40 cm e 55 cm de altura e duas profundidades de semeadura da soja com 3,5 cm e 6 cm de profundidade, ambas as profundidades foram semeadas com espaçamento de 0,43 m entre linhas e em sentido Leste-Oeste, foi utilizado esquema bifatorial com 4 repetições de cada tratamento, totalizando de 32 UE.

Figura 1- Distribuição das parcelas do experimento, onde A1, A2, A3 e A4 representam as respectivas alturas de colheita do trigo em 10, 25, 40 e 55 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O experimento foi dividido em duas fileiras, onde cada uma foi composta por dezesseis UE. Cada UE teve o trigo colhido em uma das quatro alturas exploradas, as quais foram distribuídas de forma aleatória a partir de um sorteio realizado em um sorteador de números online. Com relação às fileiras, foram compostas por 2 profundidades de semeadura sorteadas aleatoriamente, a semeadura ocorreu no sentido de leste a oeste nas duas fileiras por toda sua extensão sem paradas. No centro das duas fileiras e entre as parcelas foi deixado um espaçamento de 0,5 metros para divisão das mesmas, como ilustrado anteriormente na figura 1.

A cultivar de soja semeada foi a CREDENZ CZ 15B70 IPRO na data de 18 de novembro de 2022, a qual foi submetida a um tratamento de sementes a base dos ingredientes ativos PIRACLOSTROBINA ($0,05 \text{ gr/Kg}^{-1}$) e FIPRONIL ($0,5 \text{ g/Kg}^{-1}$) juntamente com o estimulante radicular comercial Augibe (2 ml/kg). A cultura foi semeada sob sistema plantio direto, utilizando uma semeadora adubadora Semeato SSM 23 com espaçamento entre linhas de 43 cm, a qual foi tracionada por um trator Massey Ferguson 4297 a uma velocidade média de 5 km h^{-1} . Para controle das duas profundidades de semeadura, foi feito o ajuste através dos limitadores de profundidade da máquina, como mostra a figura 2.

Figura 2 - Ajuste dos limitadores de profundidade de semente, 6 cm de profundidade (esquerda) e 3,5 cm de profundidade (direita).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com relação a adubação de base foi utilizado 250 kg ha⁻¹ da formulação comercial NPK 05-32-04 (10% Ca, 7% S, 0,03% B, 0,05% MN, 0,1% ZN) e posterior adubação a lanço com taxa de 180 kg ha⁻¹ da formulação comercial NPK 02-23-23. A densidade de semeadura utilizada foi de 13 sementes por metro linear, resultando em um estande almejado de 302.325 plantas/ha.

Para o controle de plantas daninhas, o produtor fez a aplicação de 864 gr ha⁻¹ do ingrediente ativo GLIFOSATO juntamente com 144 g/ha⁻¹ de CLETHODIM 15 DAE. Quanto ao controle de pragas e doenças foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira de PIRACLOSTROBINA (99,9 gr ha⁻¹), DIFENOCONAZOL (50 gr ha⁻¹), PIRACLOSTROBINA (48,6 gr ha⁻¹), MANCOZEBE (1125 gr ha⁻¹) e ACEFATO (630,5 gr ha⁻¹). A segunda entrada na lavoura para manejo de pragas e doenças foi a base de TRIFLOXISTROBINA (75 gr ha⁻¹), MANCOZEB (1125 gr ha⁻¹), ABAMECTINA (5,76 gr ha⁻¹) e ACEFATO (630 gr ha⁻¹), todas as aplicações de defensivos foram feitas por pulverizador Autopropelido.

3.4 AVALIAÇÕES

Os períodos de avaliações do experimento foram divididos em dois estádios fenológicos, quando a cultura estava em VE foi realizada a avaliação da quantidade de dias necessário para emergência das plântulas de soja e para as avaliações de altura de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, número médio de grãos por legume, altura de planta, peso de mil grãos (PMS) e produtividade final foi realizado 9 dias após o estádio fenológico R8, que é quando as plantas apresentam 95% dos legumes maduros (Farias; Nepomuceno; Neumaier 2007).

Para a avaliação de dias para emergência das plântulas se fez a contagem diária de plântulas em todas as parcelas do primeiro dia de emergência até sua estabilização. O número de dias necessário para emergência foi caracterizado no dia em que 50% das plântulas se encontravam emergidas.

Com relação às avaliações de altura de primeiro legume e altura de planta, foram selecionadas 10 plantas ao acaso em cada parcela, essa configuração para seleção de plantas foi utilizada anteriormente por Pereira Júnior *et al.*, (2009). A altura de inserção do primeiro legume foi quantificada pela distância do solo até o primeiro legume, quanto à altura de planta foi feita a determinação pela distância da superfície do solo até o ápice caulinar das plantas de soja. As duas avaliações foram feitas com auxílio de uma trena métrica e expressando os resultados obtidos em centímetros.

Posteriormente as mesmas dez plantas foram colhidas manualmente para determinação do número de legumes por planta e número médio de grãos por legume contados manualmente e registrados com auxílio de planilha eletrônica.

Na data do dia 08 de abril de 2023 quando a cultura se encontrava com umidade de grãos próxima a 13%, foi realizada a colheita manual dos 14,4 metros lineares da área útil de cada parcela, as quais foram acondicionadas em sacarias e posteriormente submetidas à debulha mecânica realizada por uma colhedora de parcelas experimentais modelo Semina 1400 pertencente a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), conforme mostra a figura 3.

Figura 3 - Debulhadora de parcelas experimentais Semina 1400.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a debulha mecânica os grãos foram acondicionados em sacos plásticos e conduzidos ao laboratório da UFFS *campus* Cerro Largo, onde ocorreu uma limpeza detalhada das amostras. A determinação do peso de mil grãos foi realizada conforme as regras de análise de sementes no RAS (Brasil, 2009) com auxílio de uma balança de precisão. Quanto à determinação da produtividade, foi pesado o montante de grãos obtidos a partir da área útil de cada parcela e corrigido a produtividade para hectare. Para ambas as duas avaliações citadas anteriormente foi determinado o teor de umidade de cada amostra por um Medidor de Umidade de Grãos Portátil e posteriormente corrigido a umidade para 13%.

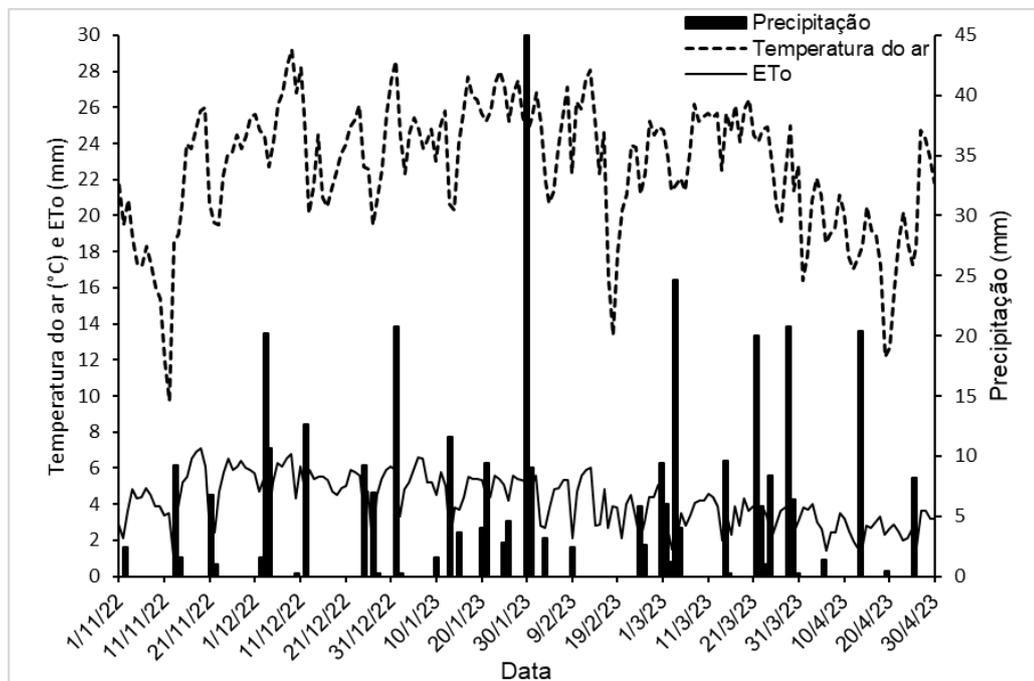
A análise estatística dos dados foi realizada por meio da ANOVA, em 5% de significância. Em caso de efeito significativo, foi aplicado o teste de Tukey e a análise de regressão, tal análise foi realizada pelo programa de análise estatística Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS NO PERÍODO EXPERIMENTAL

Durante o período de condução do experimento, foram registradas as condições meteorológicas a fim de comparar e entender os resultados obtidos nas variáveis estudadas. Durante o ciclo de uma cultura as condições meteorológicas que têm maior interferência são a temperatura média do ar e a precipitação de chuva. Na condução do experimento a temperatura média do ar foi de 22,7 °C e precipitação total acumulada de 357,2 mm, como ilustra a figura 4.

Figura 4 - Dados da precipitação e temperatura do ar a cada dezena de dias registrados a partir de uma estação meteorológica durante a condução do experimento, 01/11/2022 à 30/04/2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023), a precipitação normal para a região durante o período de desenvolvimento do experimento é de 932,5 mm. Os dados obtidos a partir da estação meteorológica mostram que a

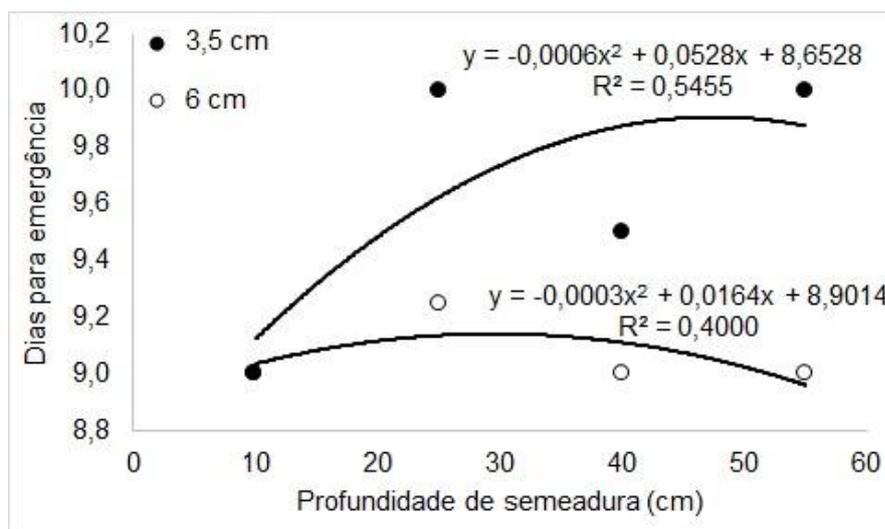
pluviosidade durante a condução do experimento foi 62% abaixo da média histórica da região, isso pode ser explicado devido a ocorrência do fenômeno climático La Niña.

4.2 DIAS PARA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

Em uma primeira avaliação foram obtidos resultados para a variável dias necessários para a emergência de plântulas de soja, sendo possível verificar interação significativa, ou seja, as alturas de corte do trigo e profundidade de semeadura da soja atuam de forma conjunta sobre os dias para emergência de plântulas.

Ao analisar a figura 5, é possível observar diferença significativa para o número de dias para a emergência de plântulas de soja, sendo que o menor número de dias foi obtido quando a soja foi semeada em profundidade de 3,5 cm na altura de corte do trigo antecessor de 10 cm, porém não diferindo significativamente quando foi semeada na mesma profundidade e altura de corte do trigo antecessor de 40 cm.

Figura 5 - Média de dias após a semeadura em que 50% ou mais das plântulas de soja se encontravam emergidas em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e profundidades de semeadura da soja de 3,5 e 6 cm, conduzidos sob SPD, Tupanciretã – RS, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com relação a profundidade de semeadura de 6,0 cm, embora rejeite-se a hipótese de igualdade dos efeitos relacionados às variáveis, não existiu diferença estaticamente significativa para o número de dias para a emergência de plântulas de soja na profundidade de 6,0 cm dentro das 4 alturas de corte do trigo.

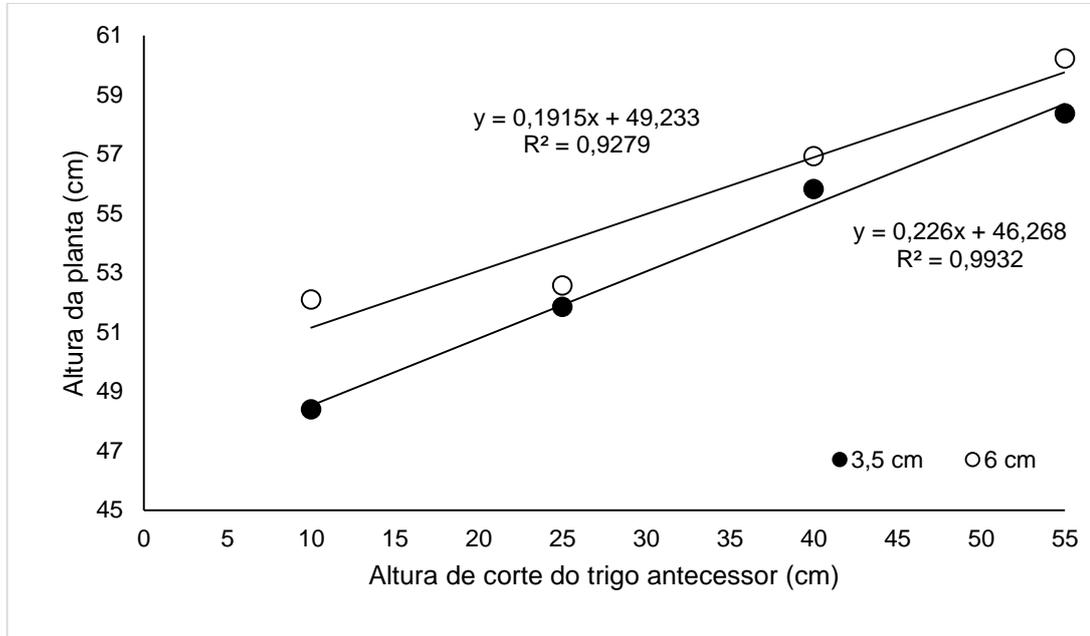
Segundo Balbinot Junior *et al.*, (2020), semeaduras muito rasas aumentam as chances de desidratação das sementes ou das radículas e ainda dos caulículos, isso dependendo do clima da região, ficando mais sujeito a esse tipo em locais com temperaturas elevadas e onde possa ocorrer veranicos, ou seja, podendo afetar a emergência das plantas.

4.3 ALTURA DAS PLANTAS DE SOJA

Os resultados obtidos através da análise para avaliação da altura de plantas de soja, demonstram que a interação entre a altura de corte do trigo e profundidade de semeadura da soja foi significativa. Sendo assim, as alturas de colheita do trigo e as profundidades de semeadura da soja não atuam de forma independente sobre a variável resposta em estudo, como ilustra a figura 6.

Existem diferenças estatísticas significativas para as médias de altura de planta em relação às diferentes profundidades de semeadura da soja, de modo que, quando a soja foi semeada na profundidade de 3,5 cm foi observado menores médias de altura de planta, no entanto quando a profundidade de semeadura foi de 6,0 cm observou-se um aumento nas médias de altura de planta no SPD nas 4 alturas de corte do trigo (Figura 6).

Figura 6 - Altura de plantas de soja em função de quatro alturas de corte de trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Considerando as alturas de corte do trigo, observa-se que quanto maior a altura de corte do trigo, maior foram as médias de altura de planta. Com isso é possível notar uma elevada relação entre a altura de corte do trigo antecessor com a altura de planta da soja, assim quanto maior a altura de corte maior a altura da planta.

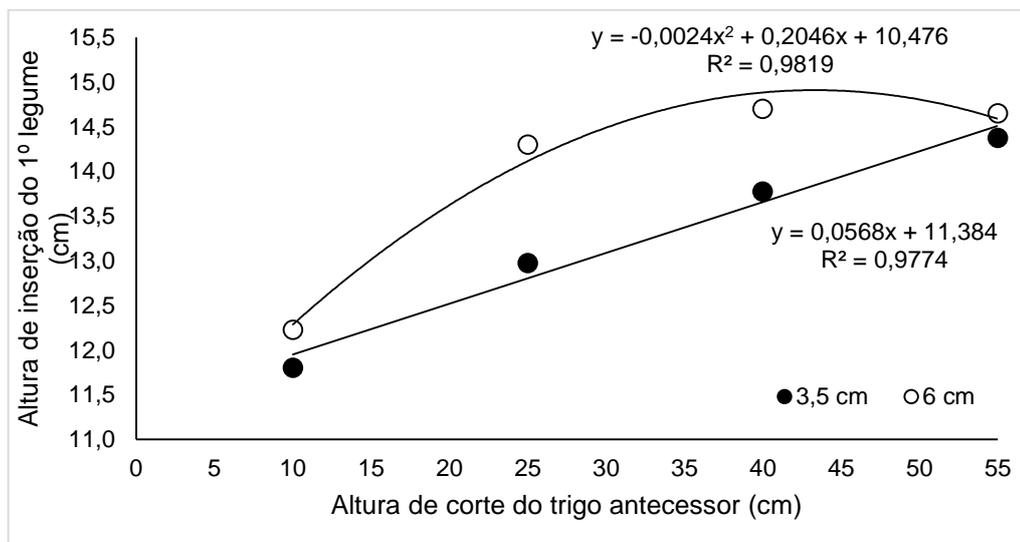
Essa maior altura de plantas de soja pode ser explicada pelo estiolamento das plântulas da cultura nas fases iniciais, que é descrito por Callegari *et al.* (1998). Isso ocorre devido às plântulas de soja emergirem sob uma densa palhada remanescente da cultura antecessora, o que leva o estiolamento devido ao sombreamento, busca por luminosidade e também em busca de uma posição superior à “competição”.

Segundo Rezende & Carvalho (2007), a altura de planta pode variar conforme diversos fatores, porém não apresenta variação conforme a profundidade de semeadura, outro ponto que os autores trazem é que a altura de planta considerada adequada varia de 60 a 120 cm, logo comparando com o resultado obtido neste estudo a altura de planta obtida com profundidade de semeadura de 6 cm foi a que chegou mais perto da considerada ideal por diversos autores.

4.4 ALTURA DE INSERÇÃO DO PRIMEIRO LEGUME

Considerando a análise para a variável resposta altura de inserção do primeiro legume, é possível verificar que a interação entre a altura de corte do trigo e a profundidade de semeadura da soja foi significativa. Sendo assim as alturas de colheita do trigo e profundidade de semeadura da soja atuam de forma conjunta sob a variável resposta em questão (figura 7), assim como na altura das plantas da soja isto se explica devido ao estiolamento que ocorre na cultura nas fases iniciais de seu desenvolvimento (CALLEGARI, 1998).

Figura 7 - Altura de inserção do primeiro legume da soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da mesma (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Ao analisar percebe-se diferenças estatísticas significativas para as médias de altura de inserção de primeiro legume em relação às diferentes profundidades de semeadura da soja, de modo que, quando a soja foi semeada na profundidade de 6,0 cm de profundidade apresentou um aumento na altura de primeiro legume nas 4 alturas de corte do trigo, enquanto que quando a soja foi semeada na profundidade

de 3,5 cm observou-se menores médias de altura de inserção de primeiro legume (Figura 7).

Observa-se ainda que quanto maior as alturas de corte do trigo, maiores foram as médias de altura de primeiro legume. Com isso é possível notar uma forte relação entre a altura de corte do trigo e altura de inserção do primeiro legume, visto que, quanto maior a altura de corte maior a altura de inserção do primeiro legume. Apenas quando foi realizada a semeadura na profundidade de 6,0 cm a altura de inserção de primeiro legume manteve a mesma nas alturas de corte de 40 e 55 cm.

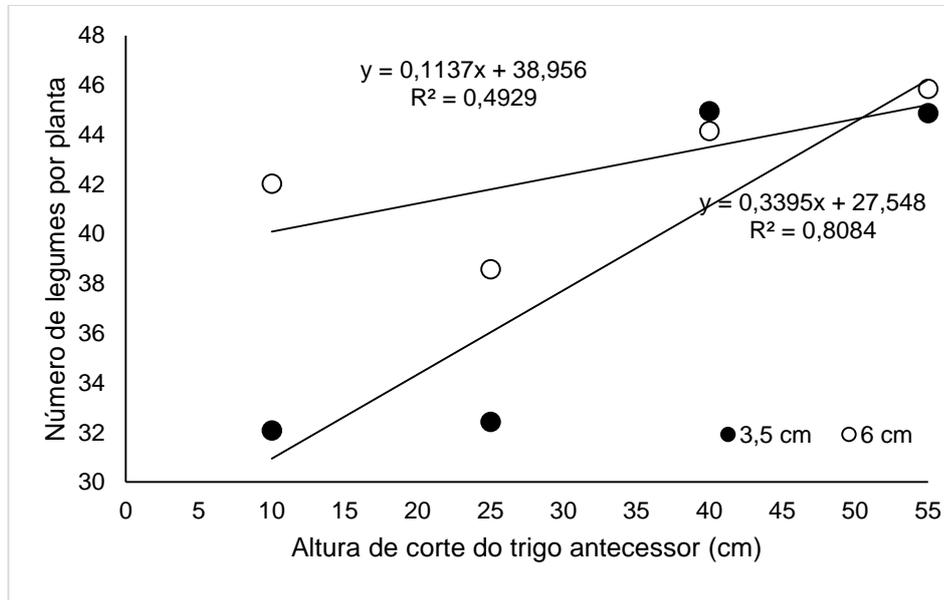
Esses resultados obtidos são semelhantes aos de Alonço & Antunes (1997), os quais realizaram um estudo na cultura do feijão afirmando que a altura de corte do trigo influenciou diretamente no desenvolvimento da cultura em estudo. Os autores citam que os restos culturais do trigo em suas diferentes alturas de corte ocasionaram um sombreamento nas plantas de feijão induzindo assim distintas alturas de inserção de primeiro legume.

Segundo Marcos Filho (1986), no que se refere à altura da inserção do legume dependendo da variedade da cultura a mesma deve apresentar uma altura de inserção do primeiro legume de pelo menos 10 a 12 cm, conforme os resultados obtidos tanto a profundidade de semeadura de 3,5 cm e 6 cm apresentam inserção do primeiro legume conforme encontrado por outros autores.

4.5 NÚMERO MÉDIO DE LEGUMES POR PLANTA

Com relação ao número médio de legumes por planta, a interação entre os fatores altura de corte do trigo e profundidade de semeadura da soja foi significativa, sendo assim as duas variáveis em estudo não atuam de forma independente sobre a variável resposta, como mostra a figura 8.

Figura 8 - Número de legumes por planta de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da mesma (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Referente a avaliação do número de legumes por planta com relação às diferentes profundidades de semeadura da soja, observa-se que as médias de número de legumes por planta apresentam diferença significativa, conforme mostra a figura 8. Sendo assim, quando a soja foi semeada na profundidade de 3,5 cm observa-se menores médias do número de legumes por planta, enquanto que quando a soja foi semeada na profundidade de 6,0 cm apresentou um aumento no número de legumes por planta nas diferentes alturas de corte do trigo antecedente.

Ainda é possível notar uma relação entre as plantas de soja semeadas na profundidade de 3,5 cm e nas alturas de corte de trigo 25 e 40 cm, visto que nesses tratamentos observou-se um aumento significativo para o número de legumes por planta.

Em uma última análise da variável em estudo, na profundidade de semeadura de 6,0 cm, se notou uma forte relação entre a altura de corte do trigo antecedente e o número de legumes por planta, sendo que ocorreu um aumento para o número de legumes por planta nas alturas de corte de 25, 40 e 55 cm.

Pies (2021), realizou um trabalho onde o número de legumes por planta aumentou à medida que se elevou a altura de colheita do trigo. Marques (1981), cita que o melhor aproveitamento do recurso hídrico pode favorecer o componente de rendimento em questão, o que pode justificar tais resultados obtidos devido a profundidade de semeadura mais profunda ter maior as raízes terem maior capacidade de aproveitar os recursos hídricos e também com uma maior cobertura vegetal sob o solo, o que dificulta o processo de evaporação da água, permitindo o maior aproveitamento do recurso pela planta.

No estudo feito por Santos *et al.* (2014), onde o mesmo comparou diferentes anos de safra com sistemas de rotação de culturas, o sistema com trigo seguido de soja obteve grande variabilidade de número de legume por planta de 21 a 53 legume/planta, com média de 33 legume/planta, desse modo se compararmos este resultado com o obtido no presente estudo fica evidente que a profundidade de semeadura de 6 cm foi a que obteve maior número de legumes/planta conforme a altura do corte do trigo.

4.6 NÚMERO MÉDIO DE GRÃOS POR LEGUME

Com relação ao número médio de grãos por legume, não ocorreu interação significativa entre os fatores altura de corte do trigo e profundidade de semeadura da soja. Com um baixo coeficiente de variação entre os dados, pode-se concluir que o número de grãos por legume não variou para as diferentes profundidades de semeadura da soja. Em uma última análise, se constatou que as alturas de corte do trigo não interferiram significativamente no número de grãos por legume.

O fato de a variável resposta não ter sofrido diferenças significativas entre os tratamentos pode ser explicado pelo fato de que, o número de grãos por legume é uma característica genética forte da cultura e por isso existe pouca variação (COOPERATIVE..., 1994).

Tabela 1 - Número médio de grãos por legume de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da soja (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.

Altura de corte do Trigo (cm) ^{ns}	Profundidade de semeadura da Soja (cm) ^{ns}	
	3,5	6
10	2,39	2,45
25	2,42	2,44
40	2,44	2,46
55	2,47	2,45
CV (%)		2,72

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

^{ns} Não significativo pela ANOVA em 5% de probabilidade de erro.

O número médio de grãos por legume considerado ideal encontrado em diversas literaturas é de aproximadamente 2,6 grãos, utilizando este valor aproximado para comparação com o resultado obtido na tabela 1, é possível observar que a profundidade de semeadura assim como para as quatro alturas de corte da cultura do trigo não resultaram em diferença significativa no número médio de grãos por legume.

4.7 MASSA DE MIL GRÃOS

Para a massa de mil grãos, não ocorreu interação entre os fatores de altura de colheita do trigo e profundidade de semeadura da soja, sendo assim conclui-se que as duas variáveis em estudo atuam de forma independente no experimento. Não ocorreu diferenças significativas para a variável altura de corte do trigo relacionada a MMG.

Houve diferença significativa para massa de mil grãos em relação às diferentes profundidades de semeadura da soja, sendo que quando a soja foi semeada na profundidade de 3,5 cm apresentou maiores médias de MMG, enquanto que quando foi semeada na profundidade de 6,0 cm apresentou menores médias de MMG (Tabela 2).

Tabela 2 - Massa de mil grãos (MMG) de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da soja (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.

Profundidade de semeadura da Soja (cm)	Massa de Mil Grãos (g)
3,5	17,23 a*
6,0	16,27 b
CV (%)	4,58

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

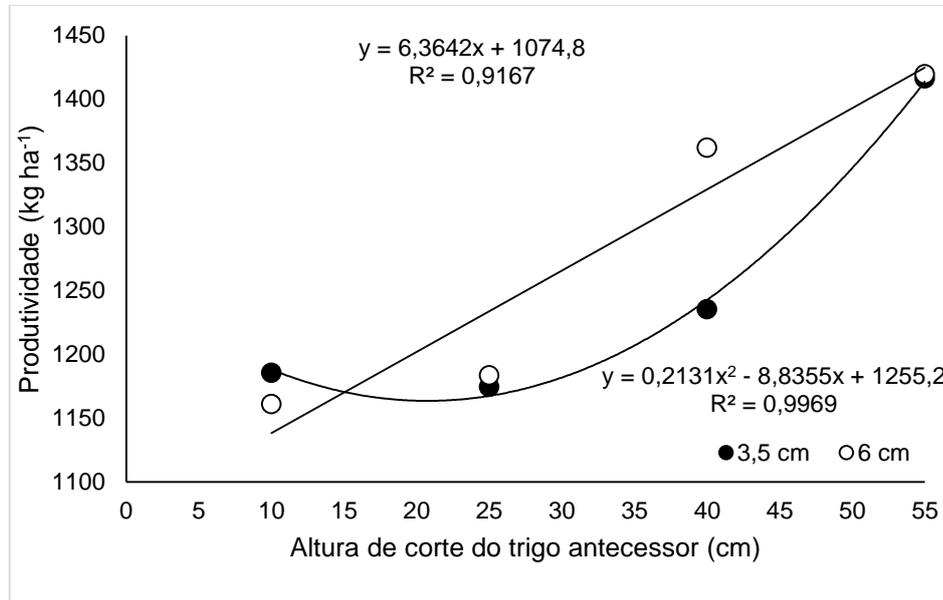
* Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro. CV: Coeficiente de variação da ANOVA.

A aplicação de potássio (K) auxilia no enchimento e no peso de grãos da cultura da soja e segundo Branquinho & Decian (2020) se aplicado na fase reprodutiva aumenta significativamente a massa de mil grãos. Sendo assim a maior massa de mil grãos na profundidade de semeadura de 3,5 cm pode ter sido influenciada pelo fenômeno climático La Niña ocorrido durante a condução do experimento, o que leva a concluir que os baixos níveis hídricos levaram o potássio a permanecer na camada superficial do solo devido tal nutriente ter sua mobilidade no solo controlada pela água (NEVES et al. 2009).

4.7 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Por fim, não se verificou interação significativa entre as duas variáveis em estudo com relação à produtividade da cultura da soja, aceitando a hipótese de igualdade entre os fatores. Diante da figura 9, ocorreu diferença significativa para as médias de produtividade em relação às diferentes profundidades de semeadura da soja. Ao finalizar as avaliações, é observado um aumento na produtividade conforme se aumentou a altura de corte do trigo antecessor, tendo assim uma relação significativa entre a altura de corte e a produtividade da soja, sendo que quanto maior a altura de corte do trigo, maiores foram as produtividades nas duas profundidades de semeadura.

Figura 9 - Produtividade em kg/ha de soja em relação a quatro alturas de corte do trigo (10, 25, 40 e 55 cm) e duas profundidades de semeadura da mesma (3,5 e 6 cm), conduzidos sob SPD, Tupanciretã - RS, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Tais resultados que apresentam maiores produtividades conforme se eleva a altura de corte do trigo conforme mostra a figura 8, são antagonistas aos resultados obtidos por Goldschmidt (2017), que em sua pesquisa obteve as maiores médias de produtividade conforme se reduziu a altura de corte do trigo. Esse antagonismo nos resultados pode estar relacionado às condições meteorológicas ocorridas durante o período experimental, tendo em vista que no período de desenvolvimento do experimento do autor citado teve a ocorrência do fenômeno climático El Niño com precipitações de chuva 266% acima do normal segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito aos resultados obtidos para a emergência de plântulas de soja, fica evidente que a profundidade de semeadura pode afetar mesmo que em pequena proporção a emergência das plântulas, bem como a altura do corte do trigo também proporciona tal resultado.

As duas variáveis em estudo também afetam diretamente à altura de plantas, sendo que as maiores alturas de planta foram observadas na profundidade de semeadura de 6,0 cm nas quatro alturas de corte do trigo, porém ainda assim a profundidade de semeadura 3,5 cm mantém a altura de planta no que é considerada adequada na literatura.

Com relação à altura de inserção de primeiro legume, as duas variáveis em estudo tiveram efeito significativo, tendo as maiores alturas de inserção de primeiro legume na profundidade de semeadura de 6,0 cm nas quatro alturas de corte do trigo. Observou-se ainda que quanto maior a altura de corte do trigo, maiores foram as médias de altura de inserção de primeiro legume nas duas profundidades de semeadura, mantendo uma relação com a variável resposta anterior.

Para o número de legumes por planta, a profundidade de semeadura de 6,0 cm obteve uma maior média do número de legumes por planta nas quatro alturas de corte do trigo. Foi possível também notar que, quando as sementes de soja foram semeadas na profundidade de 3,5 cm nas alturas de corte de 25 e 40 cm ocorreu um aumento significativo do número de legumes por planta.

O número médio de grãos por legume não sofreu variações independentemente da altura de corte do trigo e da profundidade de semeadura utilizada.

Em relação a massa de mil grãos, houve variações somente no que se diz respeito a variável profundidade de semeadura, sendo que as maiores médias foram obtidas na profundidade de semeadura de 3,5 cm.

Por fim em relação a produtividade de grãos, se observou um aumento na produtividade de grãos conforme se elevou a altura de corte do trigo antecessor,

sendo que quanto maior a altura de corte maiores foram as médias de produtividade de grãos em ambas as profundidades.

Ressalta-se a necessidade de condução de mais estudos semelhantes, em anos agrícolas, cultivares e locais diferentes, visando validar os resultados aqui obtidos, tendo em vista a ocorrência do fenômeno climático La niña ao longo do período experimental.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. A. C.; MELLO, F. **Decomposição de resíduos de cultura de milho (*Zea mays* L.) medida pelo teor de carbono e relação C/N do solo.** Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 47, n. 1, p. 233-241, 1990. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0071-12761990000100014> >.

ALONÇO, A.S.; ANTUNES, I.F. **Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando a colheita mecanizada direta.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 9, p. 919-922, 1997.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. INSTAÇÃO DA LAVOURA. **Tecnologias de Produção de Soja**, cap. 4, Embrapa Soja, Sistemas de Produção, n. 17, 2020. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf> >

BALBINOT JUNIOR, A. A.; HIRAKURI, M. H. FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R. H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016).** Embrapa Soja-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 2017. Disponível em < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1065512/analise-da-area-producao-e-productividade-da-soja-no-brasil-em-duas-decadas-1997-2016> >.

BRANQUINHO, I.C.F.; DECIAN, L. D. **Época de aplicação foliar de K e Mg na cultura da soja e seus efeitos nos teores de óleo, proteína e produtividade.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2020.

BOTTEGA E.L. *et al.* Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 19, n. 2, p. 74-78, jul./dez. 2014. Disponível em < <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2014.011> >. Acesso em 19 maio 2023.

CALEGARI, A., HECKLER, J.C., SANTOS, H.P., PITOL, C., FERNANDES, F.M., HERNANI, L.C., GAUDÊNCIO, C.A. Culturas, Sucessões e Rotações. In Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta a Embrapa responde. Dourados: EMBRAPA-CPAO, p. 59-80, 1998.

CASAGRANDE, E. C. FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P. K.; BRETON, M.; NEPOMUCENO, A. L. Expressão gênica durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.13, n.2, p.168-184, 2001. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000200006> >.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. et al. **Máquinas para manejo de vegetação e semeadura em plantio direto.** Sistema Plantio direto com Qualidade. Londrina:

IAPAR, p.85-126, 2006. Disponível em < [SEMEADORAS DE PRECISÃO, FLUXO CONTÍNUO E MULTISSEMEADORAS](#) >.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **PIB do Agronegócio 2022**. Março de 2023. Disponível em < <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-DO-AGRONEGOCIO-2022.17MAR2023.pdf> >.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v.9, safra 2021/22, n.12 décimo segundo levantamento, setembro 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v.10, safra 2022/23, n.7 sétimo levantamento, abril 2022.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. How a soybean plant develops. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; THOMAS, A. L.; ALBERTON, M. **Variedades de soja diferem na velocidade e capacidade de absorver água**. Scientia Agraria, v. 3, n. 1, p. 91-96. 2002. Disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/995/99517939012.pdf> >.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. **Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte-MG, v. 22, n. 208, p. 13-24, 2001. Disponível em < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/485004/plantio-direto-e-sustentabilidade-do-sistema-agricola> >.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRÜGER, C. A.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 855-864, 2009. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000700007> >.

DENARDIN, J. E. KOCHHANN, R. A.; DA SILVA Jr. J. P. WIETHÖLTER, S.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; SANTI, A. **Sistema plantio direto: evolução e implementação**. Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico. 2011. Disponível em <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/932201/sistema-plantio-direto-evolucao-e-implementacao>>.

EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja**. Paraná, 2004, p.218. ISSN 1677-8499, n3.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica, 2007.

FARIAS, J.; RANGEL, M. A. S.; MACHADO, F. R.; BARROS, H. B. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na**

produção agrícola. N.1, p.263-277, ed. Brasília: INMET, 2009. Disponível em <[Agrometeorologia dos Cultivos - Embrapa](#)>.

FRANCHINI, J. C.; DA COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná.** Embrapa Soja-Documentos. 2011. Disponível < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/897259/importancia-da-rotacao-de-culturas-para-a-producao-agricola-sustentavel-no-parana>>.

GARGANTINI, H. GARCIA BLANCO, H.; HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E. **Absorção de nutrientes pelo trigo.** *Bragantia*, v. 32, n. 1, p. 285-307, 1973. Disponível em < [ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELO TRIGO \(1\)](#)>.

GOLDSCHMIDT, D. A. **Características produtivas da soja em função de alturas de cortes do trigo e tipos de sulcadores.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). 2017.

GROTTA D.C.C. *et al.* Cultura da soja em função da profundidade de semeadura e da carga vertical sobre a fileira de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.487-492, maio/ago. 2007. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000300018>>. Acesso em 17 maio 2023.

GUSSON, M. F. **O lado obscuro do plantio direto.** Monografia de especialização. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2011.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil – “Temperatura do ar, Evapotranspiração, Precipitação”. DF, 2023.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.; SILVA, C. **Sistema Plantio Direto: Bases para o manejo da fertilidade do solo.** 2018. Disponível em < http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Sistema_Plantio_Direto.pdf>.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MARQUES, J. B. B. **Efeito do espaçamento entre fileiras, população de plantas e irrigação sobre o rendimento da planta, rendimento e qualidade da semente da soja (*Glycine max* (L.)).** 1981. 93f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MORANDO, R.; DA SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. P. **Déficit hídrico: Efeito sobre a cultura da soja.** 2014.

MOTTER, P.; ALMEIDA, H. G. **Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira.** Foz do Iguaçu: Parque Itaipu. 2015. Disponível em <https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/LIVRO_PLANTIO_DIRETO_WEB.pdf>.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

NASCIMENTO, W. F.; DA COSTA, J. S.; DUARTE, N. D.; PEIXOTO, P. **Efeitos da temperatura sobre a soja e milho no Estado de Mato Grosso do Sul**. 2016. Disponível em < <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.junio.30-37> >.

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000300006> >.

NEVES, L.S; et al. MOBILIDADE DE POTÁSSIO EM SOLOS DECORRENTE DA ADIÇÃO DE DOSES DE CLORETO DE POTÁSSIO. **Revista Bras. De Ciência do Solo**. V 33, n 1, p 25-32, 2009.

NETO, A.A. de O.; SANTOS, C. M. R. **A cultura do trigo**. Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB. Brasília-DF. 2017.

PEREIRA JÚNIOR, Pérciles *et al.* Efeito de doses de Silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja (*Glycine max L.*). **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 34, ed. 4, p. 980-913, jul./ago 2010. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400016> >.

PIES, E.S. **Produtividade de soja em função da densidade de semeadura e alturas de corte do trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Fronteira Sul. 2021

REIS, Erlei Melo; CASA, Ricardo Trezzi; BIANCHIN, Vânia. **Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas**. *Summa Phytopathologica*, v. 37, n. 3, p. 85- 91, 2011. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000300001> >.

REZENDE, P.M.; CARVALHO, E.A. AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA [*Glycine max (L.) MERRILL*] PARA O SUL DE MINAS GERAIS. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1616-1623, nov./dez., 2007

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F. LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V. 36, n. 3, p. 431-437, 2001. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300006> >.

SANTOS, H. P.; ROMAN, E. S. Efeitos de culturas de inverno e rotações sobre a soja cultivada em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, n. 1, p. 59-68, 2001. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45655/1/EFEITO-DE-CULTURAS-DE-INVERNO.pdf> >.

SANTOS, H. P. et al. **Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de sistemas de rotação de culturas.** *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 3, p.263-273, 2014

SANTOS, T.H.B. **Emergência e desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max L.*) em função da profundidade de semeadura e compactação do solo sobre a semente 2001.** 57 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SANTOS, M.S. **Profundidade de semeadura da soja influi no estabelecimento da cultura e também pode ser vista como ferramenta de manejo.** *MAIS SOJA*. 13 set. 2022. Disponível em < <https://maissoja.com.br/profundidade-de-semeadura-da-soja-influi-no-estabelecimento-da-cultura-e-tambem-pode-ser-vista-como-ferramenta-de-manejo/> >. Acesso em 19 maio 2023.

SCHNITZLER, F. **Desempenho da cultura da soja sob diferentes plantas de coberturas do solo.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). 2017.

TOMASINI, R.G.A. A.; AMBROSI, I. **Aspectos econômicos da cultura de trigo.** *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 15, n. 2, p. 59-84, 1998. Disponível em < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/viewFile/8938/5056> >.

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; MAGALHÃES, M. P.; ANDRIOLI, I. **Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto.** *Current Agricultural Science and Technology*, v.12, n. 1, 2006. Disponível em < <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/4498/3372> >.

TORMENA, C. A. A compactação dos solos em SPD precisa ser atenuada. **Revista Visão Agrícola**, n. 9, p. 194-197, 2009. Disponível em < <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Desafios06.pdf> >.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. **Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condições de campo: II - Efeitos da cobertura morta.** *Planta Daninha*, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000100001> >.