

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS IBIRUBÁ
CURSO DE AGRONOMIA**

VINÍCIO DOLCI COLLI

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA SOJA EM
DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DO SOLO**

Ibirubá, RS, Brasil

2024

VINÍCIO DOLCI COLLI

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA SOJA EM
DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^o Daniela Batista dos Santos

Ibirubá, RS, Brasil

2024

VINÍCIO DOLCI COLLI

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA SOJA EM DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DO SOLO

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador(a): Prof. Dra. em Ciência do Solo Daniela Batista dos Santos

Aprovado em 16 de agosto, 2024.

Prof. Dra. em Ciência do Solo Daniela Batista dos Santos – Orientador(a)

Eng. Agrônomo Lucas Felipe Wollmann

Eng. Agrônomo Breno Souza

Prof. Dra. em Ciência do Solo Daniela Batista dos Santos – Coordenador(a) do Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a vocês, amigos, familiares, professor e a todas as pessoas que fizeram parte desta história que é a vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primordialmente agradeço a Deus, pela saúde, pela vida, pela proteção e principalmente pela força que me deu para enfrentar e superar todos os obstáculos que encontro em meu caminho.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande Do Sul – Campus Ibirubá por proporcionar fazer parte de umas das melhores instituições da nossa região com ensino gratuito, público e de qualidade. Além de todas as experiências sociais que só foram proporcionadas no meio acadêmico.

A minha família, principalmente meu pai Rudimar Colli e minha mãe Viviane Dolci Colli, por todo carinho, segurança, amor e auxílio nesta caminhada por 8 anos, desde o técnico em agropecuária até a faculdade de agronomia, sempre tratando com o máximo de disposição comigo.

À minha namorada Helena Dias de Quadros, por sempre estar comigo, pelo seu companheirismo, carinho e amor.

À professora e orientadora Daniela Batista dos Santos, que sempre esteve pronta para me ajudar quando precisei, em todos os momentos me auxiliou neste trabalho, na escrita, na correção e na verificação dos dados, e por sempre estar apoiando e passando confiança ao longo de todo este experimento.

Aos demais professores da instituição, que sempre se empenharam em passar da melhor forma todos os conteúdos que aprendi nestes longos anos, que com certeza foram importantes para meu crescimento profissional e pessoal, com isso consegui trilhar o caminho correto para atingir meus objetivos com um maior potencial.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Agronomia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus
Ibirubá

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA SOJA EM DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DO SOLO

VINÍCIO DOLCI COLLI
Prof. DANIELA BATISTA DOS SANTOS
Ibirubá/RS, 16 de agosto de 2024

A cultura da soja tem grande importância econômica para o Brasil, devido ao seu grande teor de óleos e proteínas, essenciais para o processamento de alimentos humanos e animais. Porém a compactação do solo é um fator que impede o bom desenvolvimento da cultura, o monocultivo da soja leva ao comprometimento das características físicas e hídricas do solo, este trabalho busca analisar o desempenho de tipos de manejo do solo como o plantio direto, subsolador e descompactador rotativo, em áreas com pastejo animal e outra área não pastejada, buscando incrementar a produtividade da soja bem como outros aspectos morfológicos da soja por meio da introdução dos manejos de solo. O experimento foi realizado na área didático experimental do IFRS Campus Ibirubá, distribuído sob delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial, com três repetições. A semeadura de aveia, em toda a área, ocorreu via semeadora direta, no dia 15/03/2022, utilizando a cultivar Embrapa 139, na quantidade de 75 kg/ha e sem adubação. A área foi dividida em dois manejos da cultura da aveia: i) uma área destinada à cobertura vegetal (sem pastoreiro) e ii) uma área destinada ao pastejo de bovinos de leite. No dia 3 de novembro de 2022 foram realizados os manejos de solo em ambas as áreas (cobertura do solo e pastejo animal) e a semeadura da soja ocorreu em 4 de novembro de 2022. Foram avaliadas as variáveis número de plântulas totalmente desenvolvidas, massa fresca e massa seca das plantas de soja, altura de plantas, inserção do primeiro legume, diâmetro da haste principal, legumes totais, legumes por nós, distância entre nós, grãos por legume, grãos por planta, peso de mil grãos e rendimento de grãos de soja. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey (a 5% de probabilidade de erro). Os resultados de altura de plantas foram superiores nos tratamentos com plantio direto e descompactador Vollverini em relação ao subsolador, também foram observados resultados referentes à distância entre nós por parte dos manejos de solo onde o descompactador Vollverini obteve os menores valores quando comparado com plantio direto e subsolador com resultados semelhantes. O diâmetro da haste principal obteve resultados maior na área com pastagem animal sem diferença estatística para os manejos de solo, em relação a legumes totais, legumes por nós e grãos por planta teve números maiores na área com pastagem, já para grãos por legume houve valores maiores na área sem pastejo. Para peso de mil grãos, obteve-se resultados maiores na área com pastagem, sem diferença estatística para os manejos de solo, já para o rendimento não houve diferença estatística para nenhuma das variáveis, porém o houve um incremento de produção por parte do descompactador Vollverini, diante de todas as análises realizadas foi possível notar que o descompactador Vollverini produziu as melhores métricas para o trabalho.

Palavras-chave: descompactador Vollverini, compactação, subsolador

ABSTRACT

Completion of course work
Agronomy Course
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus
Ibirubá

EVALUATION OF SOY YIELD IN DIFFERENT TYPES OF SOIL PREPARATION

AUTHOR: VINÍCIO DOLCI COLLI
ADVISOR: Prof. DANIELA BATISTA DOS SANTOS
Ibirubá/RS, August 16, 2024

Soybean cultivation is of great economic importance for Brazil, due to its high content of oils and proteins, essential for the processing of human and animal food. However, soil compaction is a factor that prevents the good development of the crop, soybean monoculture leads to the compromise of the physical and water characteristics of the soil, this work seeks to analyze the performance of types of soil management such as direct planting, subsoiling and Vollverini decompactor, in areas with animal grazing and other non-grazed areas, seeking to increase soybean productivity as well as other morphological aspects of soybeans through the introduction of soil management. The experiment was carried out in the experimental didactic area of the IFRS Campus Ibirubá, distributed under a randomized block design, in a factorial arrangement, with three replications. Oat sowing, throughout the area, took place with a direct seeder on 03/15/2022 using the Embrapa 139 cultivar, in an amount of 75 kg/ha and without fertilization. The area was divided into two oat crop management areas: i) an area designated without a shepherd and ii) A grazing area with a shepherd. On November 3, 2022, soil management was carried out in both areas shown in the sketch, (soil cover and animal grazing). The soil received treatments with a Vollverini rotary decompactionizer and a conventional subsoiler. On November 4, 2022, soybean crops were directly sown in all plots. To this end, a pneumatic vacuum fertilizer seeder from the Vence Tudo brand, model Panther SM 7000, cultivar NA 5909 RG, was used, with a density of 16.3 seeds/meter, with fertilization of 330 kg/ha of the NPK 5-20 formulation. -20, following the technical recommendations of the culture. Statistical analyzes were carried out according to the Tukey test (5%) of this work, counting the number of fully developed seedlings, fresh mass and dry mass of the crop, plant height, insertion of the first vegetable, diameter of the main stem, total vegetables, legumes by nodes, distance between nodes, grains per legume, grains per plant, weight of a thousand grains and grain yield. The plant height results were higher in treatments with direct planting and Vollverini decompactionizer in relation to the subsoiler, results in distance between nodes were also observed in soil management where the Vollverini decompactor obtained the lowest values when compared to direct planting and subsoiler with similar results. The diameter of the main stem obtained higher results in the area with animal pasture without statistical difference for soil management, in relation to total vegetables, vegetables per nodes and grains per plant it had higher numbers in the area with pasture, while for grains per vegetable there were higher values greater in the non-grazing area. Weight of a thousand grains, obtained greater results in the pasture area, with no statistical difference for soil management, as for yield there was no statistical difference for any of the variables, however there was an increase in production by the Vollverini decompactionizer. In view of all the analyzes carried out, it was possible to notice that the Vollverini decompressor produced the best metrics for the job.

Keywords: Vollverini decompactor, grain yield, compaction, subsoiler

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.1	Sistemas de Preparo e Manejo do solo	11
2.2	ALTERNATIVAS PARA A DESCOMPACTAÇÃO DE SOLO	14
2.2.1	DESCOMPACTADOR ROTATIVO VOLLVERINI	15
2.2.2	RENDIMENTO DAS CULTURAS APÓS DESCOMPACTAÇÃO	18
2.3	MATERIAL E MÉTODOS	20
2.3.1	Localização da Área	20
2.3.2	Manejo de Solo e Culturas	21
2.3.3	Precipitações e Temperatura	23
2.3.4	Avaliações	24
2.3.5	Análise estatística	29
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3	CONCLUSÃO	39

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da soja desempenha um papel fundamental na economia agrícola global, fornecendo matéria-prima para diversos setores e desempenhando um papel crucial na segurança alimentar e na produção de biocombustíveis. Segundo o levantamento divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2023), na safra de grãos no ciclo 2022/23 a produção nacional foi 322,8 milhões de toneladas, cujo volume representa um crescimento de 18,4% (correspondente a 50,1 milhões de toneladas colhidas a mais) sobre a temporada anterior.

O aumento da produção de soja tem sido buscado para atender à crescente demanda por alimentos e combustíveis renováveis. A produtividade das culturas agrícolas é determinada pela constituição genética da cultivar, pelas condições ambientais no local de cultivo e pela interação entre o genótipo e ambiente (CARGNIN et al., 2006). Nesse contexto, os métodos de preparo do solo se inserem por desempenharem um papel crucial na maximização do rendimento da soja, bem como na sustentabilidade da produção agrícola (Lazzaroto, 2014).

O principal sistema de manejo de solo adotado nas áreas agrícolas é o sistema plantio direto. No entanto, na prática, esse sistema tem se distanciado das suas premissas teóricas. A ausência de práticas conservacionistas tem levado a uma crescente degradação e aumento da compactação do solo. Seja devido ao uso de maquinários pesados em épocas chuvosas ou após a ocorrência de uma chuva ou pela prática da pecuária como alternativa de pastejo dos animais, a compactação do solo desfavorece a penetração das raízes no solo e, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes.

Na busca pela recuperação e melhoria dos atributos físicos do solo tem-se buscado métodos alternativos e que possam promover descompactação da camada de solo comprometida. Entre os equipamentos capazes de romper a camada compactada do solo pode-se citar os escarificadores, subsoladores e descompactador rotativo vollverini. Os efeitos desses manejos de solo sobre o rendimento da cultura de soja precisam ser melhor elucidados, visando justamente, comprovar sua eficiência e fomentar seu uso. Compreender os efeitos de métodos de preparo do solo na

produção de soja pode contribuir para a tomada de decisões informadas pelos agricultores e formuladores de políticas agrícolas.

A escolha entre a manutenção do plantio direto, uso de subsolador ou descompactador rotativo Vollverini não é apenas uma questão de preferência, mas também uma decisão estratégica que envolve aspectos econômicos, ambientais e sociais. Com a crescente preocupação com a conservação do solo e a mitigação das mudanças climáticas, os métodos de preparo do solo desempenham um papel central na busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e ecologicamente responsáveis.

Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi comparar os efeitos dos diferentes tipos de preparo do solo, especificamente o plantio direto, subsolador e descompactador rotativo Vollverini sobre o rendimento da cultura da soja.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Sistemas de Preparo e Manejo do solo

O manejo do solo é uma etapa essencial para o sucesso da produção agrícola, pois influencia diretamente na composição e qualidade do solo onde as plantas se desenvolvem. O sistema de preparo e manejo do solo engloba uma série de práticas e técnicas destinadas a otimizar as condições físicas, químicas e biológicas do solo para o cultivo.

Dentre os sistemas de preparo do solo em relação a agricultura se destacam a agricultura convencional que caracteriza pelo uso intensivo de insumos agrícolas, e principalmente a mecanização pesada, esta prática acarreta em danos no perfil do solo, impactos ambientais e auxilia na contaminação dos recursos hídricos além de degradar a biodiversidade do solo.

Segundo Costa et al, 2001 a consolidação da maior inovação tecnológica da agricultura no fim do milênio o Sistema Plantio Direto (SPD) vive, nos dias atuais, o seu aprimoramento em função das condições regionais e até mesmo locais em que é praticado, ou seja, cria identidade regional, conforme a oferta ambiental dos fatores de crescimento. Grande parte do sucesso deste sistema reside no fato de que a palha, deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal e contribui para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção da qualidade do solo.

A pratica do plantio direto possui uma grande eficácia na semeadura, porém quando realizada em solos compactados, principalmente se a área compactada for mais a baixo de 10 a 20 cm não há tanta interferência no perfil no solo por parte do preparo do solo plantio direto como comentado no estudo de Compagnoni 2013, O plantio direto teve grande importância na melhoria das condições físicas do solo, entretanto, persiste o problema da compactação.

Segundo Camara e Klein, 2005 o efeito da escarificação em profundidade, com pouco revolvimento do solo mantendo maior cobertura do solo por resíduos vegetais capaz de reduzir o escoamento superficial, as operações de preparo do solo, como a escarificação, criam um micro relevo na superfície do solo, sendo o índice de rugosidade superficial do mesmo o critério mais utilizado para a sua determinação. Essas alterações afetam o escoamento superficial e o armazenamento temporal de água (Vazquez & De Maria, 2003).

No estudo de Fernandes et al, 2012, a técnica da subsolagem, na prática, é frequentemente recomendada para a descompactação do solo, revolvendo camadas adensadas, de forma a facilitar o desenvolvimento das raízes do e normalizar a penetração de água e o arejamento. Os subsoladores são equipamentos preferencialmente indicados para a descompactação mecânica, porém o subsolador pode causar uma perturbação do solo causando uma degradação da estrutura do solo, o que acarreta em percas qualitativas do solo.

Segundo Gassen (2010), o sistema plantio direto se tornou necessário no Brasil por ocasionar uma redução na erosão do solo, melhorando a eficiência na produção, baixar os custos, recuperar a qualidade da água e de outros recursos naturais. Por meados da década de 70, surge o sistema plantio direto no Brasil, processo pelo qual trouxe grande evolução para a agricultura brasileira. Esse termo tem origem no conceito “no till”, que traduzido significa uma prática de cultivo inserida diretamente na terra, sem o revolvimento do solo (GASSEN, 2010).

Como explica Nunes (2018), as áreas agrícolas manejadas sob plantio direto, têm apresentado duas camadas de solo distintas: a primeira com profundidade compreendida entre 0 e 7 cm, com condições físicas e químicas favoráveis ao desenvolvimento radicular; e a segunda, mais profunda, entre 7 e 20 cm de profundidade, com menor permeabilidade do solo ao ar e a água, elevada resistência à penetração e baixa fertilidade química do solo. Ferreira (2012) menciona que o sistema plantio direto causa estratificação do carbono (C) no solo, sendo encontrado um conteúdo reduzido nas camadas mais profundas. De acordo com os autores, a camada superficial é a interface vital entre o solo e a atmosfera, a qual recebe grande parte dos fertilizantes e agroquímicos aplicados aos cultivos.

O plantio direto proporciona uma grande evolução na qualidade dos solos para a semeadura, o que em consequência disso acarretou a ampliação de novas áreas de produção. Porém, esse sistema colaborou para a ocorrência de modificações físicas do solo devido a não revolver o solo, o que acabou diminuindo o potencial de produção devido ao surgimento da compactação do solo (GONÇALVES, 2019).

Spera (2018) relata que com a disseminação do sistema plantio direto, a estrutura dos horizontes superficiais do perfil do solo deixou de ser recorrentemente homogeneizada pela aração e gradagem, como ocorria com o plantio convencional. Sendo assim, de acordo com os mesmos autores, o condicionamento do solo capaz de promover o desenvolvimento das plantas, passou a depender da estrutura desenvolvida pela biota do solo, bem como da deposição de fertilizantes junto à linha de semeadura ou nos primeiros centímetros da superfície, decorrentes do manejo do solo e de culturas praticado ao longo das safras agrícolas.

O conceito de compactação do solo é definido pelo aumento da densidade e diminuição da sua porosidade quando submetido a uma pressão. Dessa forma, no cenário da agricultura, a compactação gera grandes perdas na cadeia produtiva, pois as plantas em contato com um solo nessas condições têm seu desenvolvimento radicular prejudicado, o que afeta diretamente o crescimento da sua parte aérea e inibe sua produção (REIS, 2022).

A principal causa de compactação do solo é o tráfego de máquinas, intensificado pela modernização, com o aumento do peso das máquinas e equipamentos e da intensidade de uso do solo. Esse processo não foi acompanhado por um aumento proporcional do tamanho e largura dos pneus, resultando em significativas alterações nas propriedades físicas do solo (RICHART, 2005).

Segundo Lanzasova (2007), o grau de compactação provocado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura do solo, sistema de pastejo, altura de manejo da pastagem, quantidade de resíduo vegetal sobre o solo e umidade do solo. No entanto, o efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo é limitado às suas camadas mais superficiais, podendo ser temporário e reversível.

De acordo com Denardin (2012), a camada compactada reduz a taxa de infiltração de água no solo, aumentando a ocorrência de erosão hídrica devido ao aumento do escoamento superficial da água da chuva. A camada superficial compactada também reduz a capacidade de armazenamento de água e sua disponibilidade, além de diminuir a mobilização de água no perfil do solo, reduzir as trocas gasosas do solo com a atmosfera e limitar o desenvolvimento radicular das plantas.

Ribeiro (1999) aponta que a má absorção de nutrientes é outro problema que afeta as plantas em solos compactados, uma vez que o sistema radicular não consegue alcançar os nutrientes mais distantes. Devido à diminuição da mineralização da matéria orgânica no solo e à redução de oxigênio e nutrientes disponíveis para o sistema radicular das plantas, ocorre uma significativa baixa na absorção e disponibilidade de nutrientes e água.

O impacto das gotas de chuva no solo está diretamente relacionado com a redução da camada permeável do solo, pois diminui a rugosidade do solo, reduzindo a quantidade de “empoçamento” e formando uma fina camada adensada com menor condutividade elétrica. Isso pode afetar em até 90% a permeabilidade do solo, consequentemente reduzindo as taxas de infiltração (CAMARA & KLEIN, 2005).

2.2 ALTERNATIVAS PARA A DESCOMPACTAÇÃO DE SOLO

Para amenizar os problemas da compactação, duas principais alternativas são a descompactação biológica, que consiste na utilização de culturas com um sistema radicular agressivo, ou então a descompactação mecânica.

Existem métodos alternativos para auxiliar na descompactação do solo, um exemplo seria o método biológico. O uso de plantas de cobertura com sistema radicular pivotante e bem desenvolvido (método biológico), como o nabo forrageiro, com capacidade de crescer em camadas compactadas, formar bioporos estáveis e melhorar os atributos físicos do solo (Cubilla et al., 2002).

A escarificação mecânica tem sido sugerida para aliviar a compactação do solo em áreas de PD consolidado (Camara & Klein, 2005b), pois reduziu a densidade do

solo e melhorou a condutividade elétrica e a taxa de infiltração de água. No entanto, o seu efeito é temporário e o solo escarificado tende a se reconsolidar, retornando em pouco tempo à sua condição original (Busscher et al., 2002), exigindo a repetição da operação regularmente. Entretanto, a prática deste método de descompactação vai contra os fundamentos do sistema plantio direto, que prioriza em sua maior parte o mínimo de revolvimento do solo possível.

Spoor (2006) e Jin (2007) citam que para amenizar a compactação presente, o método mais utilizado tem sido a escarificação mecânica do solo, a qual segundo Ortiz-Cañavate (1995) rompe as camadas do solo nas zonas de maior friabilidade, sem causar danos excessivos para a sua estrutura, gerando assim um rompimento da camada subsuperficial compactada, possibilitando uma melhor distribuição dos poros, aumentando a porosidade total, a infiltração de água, a rugosidade e diminuindo a densidade do solo.

Alguns estudos feitos por Camara e Klein (2005) mostram resultados que, mesmo após seis meses da realização da escarificação mecânica, ainda era possível observar uma redução na densidade do solo e um aumento da rugosidade superficial, da condutividade hidráulica e também da taxa de água que infiltra no solo. Com isso, os autores puderam concluir que a escarificação mecânica tem grande eficácia em melhorar as características de um solo compactado, diminuindo a sua resistência à penetração e sua densidade total, e aumentando sua porosidade e infiltração de água.

Canarache (2000) pontua que o uso demasiado ou corriqueiro da escarificação mecânica pode trazer malefícios para as propriedades físicas do solo, fazendo com que os agregados fiquem menos estáveis, ocorrendo uma maior suscetibilidade a uma subsequente compactação ainda mais intensa do que a passada.

2.2.1 DESCOMPACTADOR ROTATIVO VOLLVERINI

A empresa Agross do Brasil, juntamente com o inventor e empreendedor Lauro Fassini, desenvolveram um novo implemento que será usado na descompactação do solo, o chamado Descompactador Rotativo Vollverini (**Figura 1**).

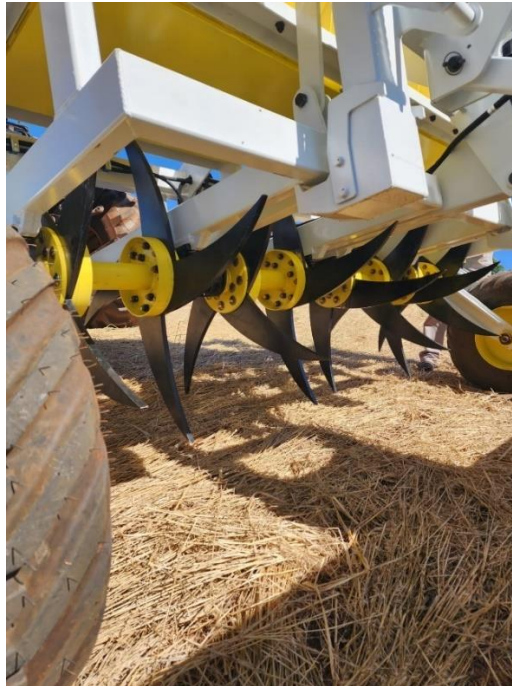
Figura 1: Descompactador Rotativo Vollverini



Fonte: Santos, 2022

O Descompactador Rotativo Vollverini tem como características estruturais, um chassi tubular, rodas laterais para transporte e regulagem de profundidade, dois cilindros hidráulicos de levante do equipamento, dois eixos contendo neles 32 garras curvadas (**Figura 2**), desencontradas e parafusadas no eixo central, com penetração no solo de até 45 cm, que farão a descompactação, duas caixas de reservatório de água servindo para dar peso extra ao implemento e um rolo faca traseiro oscilante, para a quebra de torrões, derrubada da palhada, bem como nivelamento do terreno.

Figura 2: Garras curvadas Vollverini



Fonte: Demboski, 2022

Algumas das características técnicas do implemento são, largura total de 3,9 metros, largura de trabalho de 3 metros, altura de deslocamento de 2,5 metros, comprimento de 5 metros, potência requerida de 15 a 20 cv por linha de haste (dependendo do lastro do trator), pneus de alta flutuação, profundidade de trabalho de 40 a 45 cm e velocidade de trabalho de 5 a 7 km/h.

O descompactador Rotativo Vollverini tem como proposta trazer uma melhora na infiltração de água no solo, produzindo em torno de seis fendas por metro quadrado, produzindo assim um sistema que permite uma absorção quase que imediata de água. Outro ponto proposto é a descompactação do solo, onde está ligado a movimentação vertical do terreno, ao sair do solo as hastes provocam um soerguimento da camada intermediária entre as fendas, provocando o rompimento do terreno, criando trincos nesses espaços, contribuindo para a descompactação total da área.

Apesar das fendas atingirem uma profundidade de mais de 40 cm, como a remoção do solo é equilibrada, com a abertura de sulcos, esse sistema consegue manter o nivelamento do terreno e a estrutura do solo.

2.2.2 RENDIMENTO DAS CULTURAS APÓS DESCOMPACTAÇÃO

É amplamente conhecido que um solo compactado causa empecilhos as plantas instaladas, dentre os principais malefícios seriam a dificuldade de uma raiz bem desenvolvida e conseqüentemente uma planta saudável e bem condicionada. Por isso métodos de descompactação do solo podem ter um papel crucial na melhoria do perfil do solo.

Segundo Compagnoni, 2013, a descompactação melhorou a produtividade e não interferiu na qualidade fisiológica das sementes. A descompactação proporcionou produtividade média de 14,2 sacas a mais, produziu plantas mais altas, com maior diâmetro de caule, mais vagens e sementes por metro linear, maior peso de massa seca por hectare.

Este resultado a um perfil bem do solo bem estruturado com a presença de macro e microporosos tende a proporcionar um bom desenvolvimento de todos os aspectos produtivos da soja.

Em relação ao rendimento das culturas, Veiga et al. (2008) citam que nem sempre isso é verificado. Trabalhos foram realizados com a cultura do feijão, com a cultura da soja, e também com a cultura do milho onde se teve um indicativo de que o crescimento radicular e o rendimento não obtiveram maiores resultados em sistema plantio direto escarificado do que no sistema plantio direto contínuo, onde Olesen e Munkholm (2007) inclusive, obtiveram resultados negativos após feito o manejo com a escarificação mecânica.

A soja (*Glycine max* L.) oriunda da China com seu provável centro de origem Leste Asiático, considerado centro genético primário enquanto que a região Central da China é considerada como centro genético secundário (THOMAS, A. L.; COSTA, J. A., 1996). É uma planta anual, leguminosa da família Fabaceae.

Sua altura varia bastante, sendo entre 60 a 110 cm a ideal. Sua alavancagem iniciou na década de 60 e na década seguinte começaram a aumentar as pesquisas

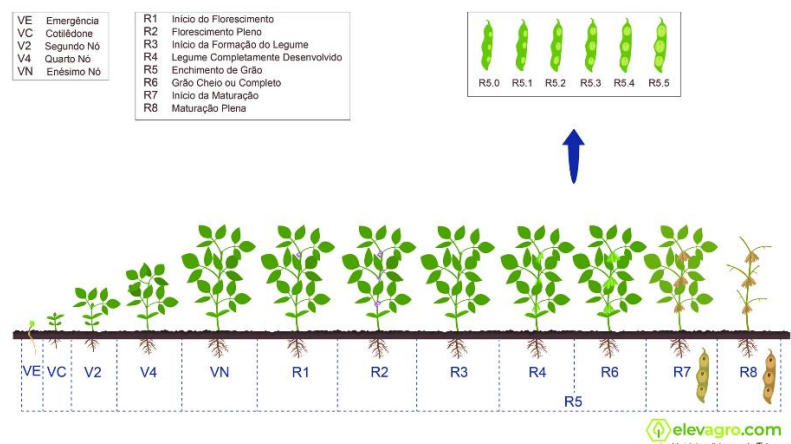
e tecnologias que envolviam adaptar a cultura para as condições brasileiras, o que segue em evolução até hoje. (NEPOMUCENO, A. L., 2021).

Seu caule é herbáceo, ereto, pubescente e ramificado, e o seu desenvolvimento inicia logo após a germinação. Seu hábito de crescimento pode ser: determinado e indeterminado, de acordo com as características do ápice principal do caule e da cultivar (MÜLLHER, 1981, *apud* CHITOLINA, 2023).

Seu ciclo varia entre 100 e 160 dias, mas a média está entre 115 e 125 dias. As etapas desse ciclo são divididas em fase vegetativa representada pela letra “V” e reprodutiva representada pela letra “R”, e dentro de cada uma existem várias subdivisões. Na fase vegetativa o “V” é acompanhado por um número ou letra que são eles: VC, VE, V1, V2, V3 E Vn. Os dois primeiros estágios representam a emergência da plântula, acima do nível do solo. Na fase numerada, o número após o “V” representa a quantidade de nós desenvolvidos na planta e o último nó é chamado de Vn.

Na fase reprodutiva, que é quando se encerra a vegetativa, as plantas em maturação e florescimento e cada uma dessas fases é representada pela letra “R” acrescida de um número, que vai de R1 a R8. Na fase R1 e R2 a planta seus primeiros sinais de florescimento, em seguida, R3 e R4 ocorre o desenvolvimento da Legume que ao seu final todas as Legumes já estão desenvolvidas por completo. Quando inicia a fase R5, inicia a formação dos grãos e na R6 é o fim da formação dos grãos. Por fim, na fase R7 e R8 ocorre a maturação dos grãos, ao final da R8, 95% das Legumes devem estar maduras, podendo ser realizada a colheita (**Figura 3**).

Figura 3 – Escala fenológica para a cultura da soja proposta por Fehr e Caviness (1977)



Fonte: TEJO, et al., 2019.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Localização da Área

O experimento foi implantado na área didática e experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), no Campus Ibirubá. Situada na região fisiográfica do Planalto Médio, Rio Grande do Sul, com clima Cfa (subtropical úmido) (MORENO, 1961). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2006), a área está localizada a 450 m acima do nível do mar a uma latitude sul de 28° 39' 10" e longitude oeste de 53° 06'54". A área que foi utilizada para instalação do experimento tem sido cultivada sob plantio direto nos últimos anos (Demboski, 2022).

O experimento foi distribuído sob delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial, com três repetições. O esquema fatorial foi composto por dois manejos da cultura de inverno, alocados numa mesma topossequência (aveia semeada visando cobertura e aveia semeada visando o pastejo bovino) x 3 manejos de solo (sistema plantio direto, subsolador, descompactador rotativo Vollverini), conforme disposição ilustrada na Figura 4.

Figura 4: Croqui da área experimental.

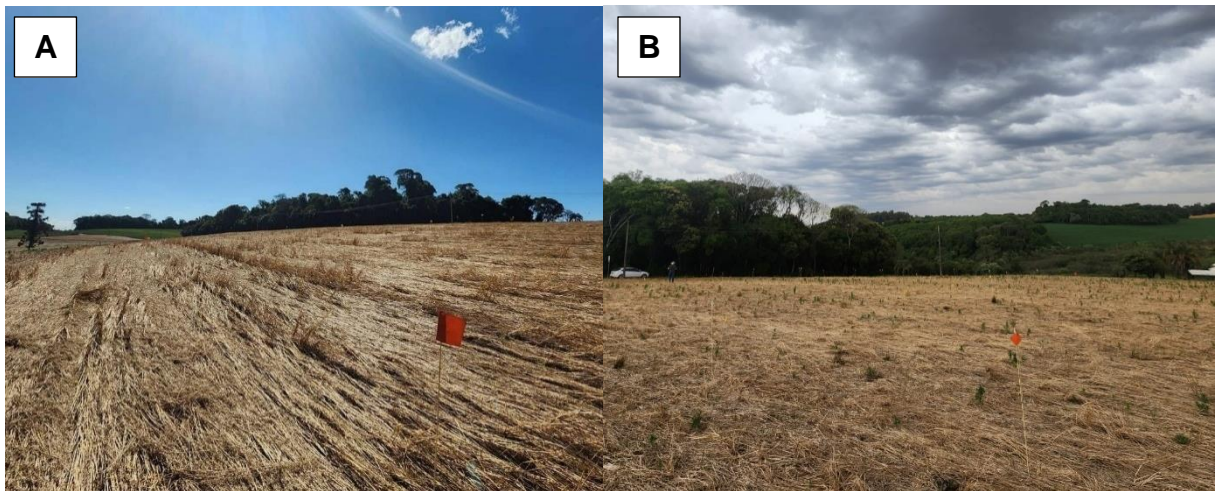


Fonte: Demboski, 2022

2.3.2 Manejo de Solo e Culturas

A semeadura de aveia, em toda a área, decorreu com semeadora direta no dia 15/03/2022, utilizando a cultivar Embrapa 139, na quantidade de 75 kg/ha e sem adubação. A área foi dividida em dois manejos da cultura da aveia: i) **uma área destinada sem pastoreiro (Figura 5A);** e ii) **Uma área de pastejo com pastoreiro (Figura 5B);**

Figura 5: Área destinada sem pastoreiro (A) x Área destinada com pastoreiro (B)



Fonte: Demboski, 2022

Trinta dias antes da data prevista para a semeadura da soja em 05/10/2022 as áreas foram pulverizadas com herbicida visando a dessecação pré-semeadura da cultura da soja.

No dia 3 de novembro de 2022 foram realizados os manejos de solo em ambas das áreas demonstradas no croqui, (cobertura do solo e pastejo animal). O solo recebeu os tratamentos com descompactador rotativo Vollverini e subsolador convencional (de 7 hastes espaçadas 0,5 m entre si), (Demboski, 2022) como pode-se observar nas figuras 6A e 6B.

Figura 6: Manejo de solo com subsolador convencional (A) e manejo de solo com descompactador rotativo com rolo faca Vollverini (B)



Fonte: Martins, 2022

Já no sistema de plantio direto não houve intervenção prévia e ocorreu somente no momento da semeadura. No dia 4 de novembro de 2022 foi realizada a semeadura direta da cultura da soja em todas as parcelas. Para tal, foi utilizada a semeadora adubadora pneumática a vácuo da marca Vence Tudo, modelo Panther SM 7000, cultivar NA 5909 RG (Figura 7), com uma densidade de 16,3 sementes/metro, tendo adubação de 330 kg/ha da formulação NPK 5-20-20, seguindo as recomendações técnicas da cultura.

Figura 7: Informações técnicas da cultivar NA 5909 RG



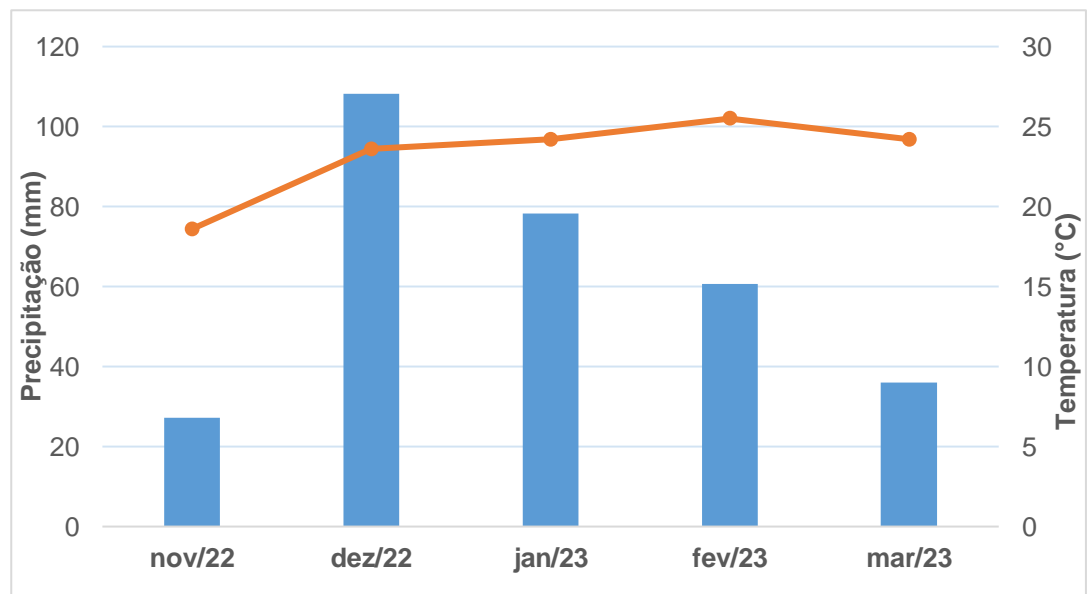
Fonte: Nidera, 2016

2.3.3 Precipitações e Temperatura

O déficit hídrico ocorrido na safra passada acarretou sérios prejuízos a produtores agrícolas, além disso, houve um mal desenvolvimento de plantas e redução de produtividade, os quais influenciaram negativamente a rentabilidade. No presente experimento, os efeitos da estiagem foram notórios, e os resultados dos tratamentos podem ter sido influenciados pelo mesmo.

As precipitações pluviométricas foram de apenas 310,2 mm em todo seu ciclo, sendo que para um bom desenvolvimento e produção de plantas as precipitações necessárias são em torno de 450 a 800 mm (EMBRAPA, 2021). Além disso, as temperaturas não obtiveram grandes variações durante os meses, girando em torno de 20 e 25 °C. As precipitações e temperaturas já citadas, foram registradas e inseridas em um gráfico (Figura 8) e as informações foram obtidas pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INMET).

Figura 8: Precipitações pluviométricas e temperatura média durante o ciclo da soja. Ibirubá/RS, 22/23



Fonte: Colli, 2024

2.3.4 Avaliações

Quanto às avaliações realizadas no referente trabalho, essas ocorreram ao longo do ciclo da cultura da soja. Dessa forma, procedeu-se:

- Contagem do número de plântulas (NPLAN) emergidas desde a emergência das primeiras plântulas até os valores observados permanecer constante: realizado em 2 metros lineares das 2 linhas centrais da unidade experimental;

-Distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas, que foi medida utilizando uma trena (**Figura 9**). A partir da medida, realizou-se a porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos de acordo com as normas da ABNT (1984) e Kurachi et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): $<0,5$ vez o espaçamento de referência; "normais" (A): $0,5$ a $1,5$ espaçamento de referência; "falha" $>1,5$ espaçamento de referência. Realizado em 2 metros lineares das 2 linhas centrais da unidade experimental;

Figura 9: Contagem do número de plântulas emergidas



Fonte: Revista Cultivar, 2016

- Matéria fresca e matéria seca de parte aérea em estágio de florescimento: para tal foram coletadas aleatoriamente, dentro da parcela, 20 plantas. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel para terem a massa quantificada logo após a coleta e, após foram encaminhadas para secagem em uma estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60 °C por um tempo de, aproximadamente, 72 horas. Após esse período, novamente foi quantificada a massa seca para estimativa da produção de toneladas MS - ha.

Por fim, no dia 24 de março de 2023 foi realizada a colheita das parcelas. Foram colhidos, manualmente, 2 metros lineares das 2 linhas centrais da unidade experimental (**Figura 10A**). O material coletado foi armazenado em bolsas (**Figura 10B**), para realizar as avaliações:

Figura 10: Colheita e armazenamento de plantas para avaliações



Fonte: Colli, 2022

- Altura da planta (AP): medida (em centímetros) com auxílio de trena a partir da distância entre o nível do solo ao ápice da haste (**Figura 11**):

Figura 11: Avaliação da altura da planta



Fonte: Schumann, 2022

- Altura de inserção do primeiro legume (IPL): distância, em centímetros, do nível do solo e até a inserção do primeiro legume na haste principal (**Figura 12**);

Figura 12: Avaliação da Inserção do primeiro legume da planta



Fonte: Schumann, 2022

- Diâmetro da haste principal (DHP): determinado com auxílio de um paquímetro digital (cm).

- Número de legumes totais por planta (LT): obtido a partir do somatório de todos legumes presentes na planta (**Figura 13**);

Figura 13: Legumes de cada área amostral destacados da planta para avaliação



Fonte: Colli, 2022

- Número de legumes por nó (L/N): realizado a partir do cálculo entre o somatório do número de legumes na planta dividido pelo número total de nós na planta;

- Distância dos entrenós (DEN): divisão da altura da planta, pelo número de nós (cm); esta avaliação é calculada dividindo-se a altura total da planta pelo número de nós presentes.

- Número de grãos por legume (G/L): dividindo o número total de grãos por planta pelo número de legumes; esta avaliação é calculada dividindo-se o total de grãos produzidos por uma planta pelo número total de legumes dessa planta.

- Número de grãos por planta (G/P): contagem do número de grãos totais em uma planta; esta avaliação é determinada pela contagem do número total de grãos presentes em uma planta.

- Rendimento de grãos (RG): calculado a partir da massa total dos grãos obtida, após trilha dos grãos, de cada parcela (**Figura 14**). A umidade dos grãos foi mensurada e para estimativa do rendimento de grãos por hectare fez-se a correção da umidade dos grãos para 13% (**Figura 15**). transformando o resultado para hectare, resultado expresso em (kg. há⁻¹).

Figura 14: Trilha da cultura para posteriormente avaliação do Rendimento de grãos



Fonte: Colli, 2022

Figura 15: Processo de identificação da umidade das parcelas



Fonte: Colli, 2022

- Peso de mil grãos (PMG): realizado a partir da contagem de oito repetições de 100 grãos, as quais tiveram a massa contabilizada. A partir da média das oito repetições, fez-se a estimativa do peso de mil grãos (**Figura 16A**), (**Figura 16B**);

Figura 16: Pesagem da massa de 100 grãos (A) e contagem da massa de 100 grãos (B)



Fonte: Colli, 2022

2.3.5 Análise estatística

Os resultados das variáveis quantificadas foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando as interações foram significativas foi realizado o desmembramento dos efeitos de tratamento de um fator dentro de cada

nível de outro fator. Para os tratamentos qualitativos foi realizada a comparação de médias com o teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise estatística, as seguintes causas de variação foram consideradas: histórico de uso no inverno (fator A), manejo de solo (fator B) e interação entre o fator AxB. Após o processamento da análise estatística, a análise de variância não indicou interação entre os fatores AxB. Observou-se, de acordo com a análise de variância que os manejos de solo influenciaram a altura de plantas (AP) e a distância entrenós (DEN). Com relação ao fator de variação manejo no período de inverno (área submetida ao pastejo e mantida visando cobertura vegetal) constatou-se influência sobre o diâmetro da haste principal (DHP), legumes totais (LT), legumes por nó (L/N), grãos por legume (G/L), grãos por planta (G/P) e peso de mil grãos (PMG). Dessa forma, o presente trabalho apresentará os resultados nessa mesma ordem.

A variável de número de plantas emergidas (NPLAN) em 2 metros lineares não constatou análise estatística, porém foi apresentada para exemplificação de resultados e discussões para determinada variável analisada.

Tabela 1. Média do número de plantas emergidas (NPLAN) em 2 metros lineares da soja quando cultivadas em áreas submetida e não submetida ao pastejo animal no período de inverno seguido por manejos de solo (subsolador, sistema plantio direto e descompactador rotativo vollverini). Ibirubá, 2024.

Manejo de solo	Emergência de plântulas (NPLAN, un)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	22,0	19,3	20,6 ^{ns}
Plantio direto	26,0	25,3	25,6
Descompactador rotativo Vollverini	25,3	24,6	24,9
Média	24,4 ^{ns}	23,1	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **ns**, não significativo para teste t de comparação de média a 5% de probabilidade de erro; **un sigla para unidade**

Está variável não foi significativa após a análise de variância, porém é possível notar um número menor de plântulas emergidas por parte do subsolador no histórico

da área com e sem pastejo, o que reflete na expressão por parte de caracteres em relação a uma menor competição por espaço, nutrientes e água e uma possível compensação fisiológica por parte da cultura da soja.

Referente à altura de planta (AP) e distância entre nós (DEN) é possível notar que, após manejo de solo com plantio direto e Vollverini foram superiores para AP e para DEN manejo de solo após subsolador constatou valores maiores em relação aos demais manejos de solo, descritos na **tabela 2**.

Tabela 2. Média da altura de plantas (AP, cm) e distância entre nós (DEN, cm) de soja quando cultivadas em áreas submetida e não submetida ao pastejo animal no período de inverno seguido por manejos de solo (subsolador, sistema plantio direto e descompactador rotativo vollverini). Ibirubá, 2024.

Manejo de solo	Altura de plantas (AP, cm)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	87,6	85,8	86,7 b
Plantio direto	90,1	92,7	91,4 a
Descompactador rotativo Vollverini	89,3	94,7	91,9 a
Média	89,0 ^{ns}	91,0	
Manejo de solo	Distância entre nós (DEN, cm)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	5,5	6,3	5,9 a
Plantio direto	6,0	6,0	6,0 a
Descompactador rotativo Vollverini	5,1	5,0	5,0 b
Média	5,5 ^{ns}	5,8	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **ns**, não significativo para teste t de comparação de média a 5% de probabilidade de erro; **cm** centímetros.

A menor altura das plantas de soja no método subsolador em comparação ao escarificador e plantio direto (Tabela 2) pode ser explicada pela maior perturbação do solo ocasionada nesse tipo de manejo. O subsolador desestrutura profundamente o solo, o que pode diminuir a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes nas camadas superiores, dificultando o desenvolvimento radicular inicial. Essa intensa perturbação também pode interromper a ciclagem de nutrientes e a atividade microbiana, prejudicando o crescimento das plantas ressaltado por BUSSCHER et al., 1995 fomentando também que os efeitos benéficos da subsolagem são normalmente

temporários e os atributos físicos retornam a seus valores originais em cerca de 2 a 4 anos, dependendo do tipo de solo e das práticas culturais predominantes.

Em contraste, o descompactador rotativo vollverini e o sistema plantio direto causam menor distúrbio ao solo, preservando sua estrutura e promovendo melhor retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes (CARVALHO FILHO et al., 2007). O plantio direto, em particular, protege o solo com cobertura vegetal, melhorando ainda mais as condições para o desenvolvimento das plantas.

O resultado obtido no presente estudo é corroborado por Ferreira et al. (2023), que observaram altura das plantas de soja diferentes entre os sistemas de preparo do solo utilizados. Os autores constataram maior estatura média de plantas quando no plantio direto (66,9 cm) em comparação ao plantio convencional (43,96 cm). Os autores salientam que a altura de plantas ideais deve ser no mínimo de 65 cm, podendo apresentar efeitos diretos e indiretos sobre a produção por estar relacionada ao controle de plantas invasoras, ao acamamento e à colheita mecânica. No presente estudo não foram observadas situações de acamamento nem problemas de colheita mecanizada.

Ainda, ao observar a Tabela 2, é possível perceber que a distância entre nós foi menor nas plantas que receberam o descompactador rotativo vollverini como manejo de solo. Quanto menor a DEN, maior a probabilidade de nós na planta, já que nesse tratamento as plantas apresentaram estatura maior. Em se tratando de plantas de soja, maior número de nós pode repercutir em maior número de legumes, já que esses são axilares. Segundo Bueno (2022), o aumento do número de nós por meio da redução da distância entre si, resulta na elevação da quantidade de ramificações.

Ao analisar a tabela chegamos à conclusão que os dados referentes a DEN entre subsolador (5,9) e plantio direto (6) foram bem próximos e superiores aos resultados analisados pelo vollverini (5) devido a estes dados podemos chegar à conclusão que mesmo com a altura de plantas (AP) maior em relação aos outros como demonstrado na **tabela 2**, o que explica a distância entre nós menor seria o número de legumes totais (LT) que o sistema de preparo do solo vollverini possui a mais entre os demais sistemas de preparo do solo descritos na **tabela 4**.

Em relação aos efeitos dos manejos adotados no período de inverno (área mantida sob pastejo e área mantida visando cobertura vegetal) os resultados médios

de diâmetro da haste principal (DHP, mm), evidenciam maior DHP quando as plantas foram semeadas pós pastejo animal, conforme pode ser visualizado na Tabela 3, neste após histórico da área com pastejo apresentou valores superiores, sem serem influenciados pelos manejos de solo.

Tabela 3: Média do diâmetro da haste principal da soja (DHP, mm) de soja quando cultivadas em áreas submetida e não submetida ao pastejo animal no período de inverno seguido por manejos de solo (subsolador, sistema plantio direto e descompactador rotativo vollverini). Ibirubá, 2024.

Manejo de solo	Diâmetro da haste principal (DHP, mm)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	8,3	7,4	7,8 ^{ns}
Plantio direto	8,5	6,6	7,5
Descompactador rotativo Vollverini	10,0	7,2	8,6
Média	9,0 a	7,0 b	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **ns**, não significativo para teste t de comparação de média a 5% de probabilidade de erro; **mm** sigla para milímetro

Ao analisar a Tabela 3 pode-se destacar a média do DHP obtido no tratamento usando descompactador rotativo vollverini em área após pastejo animal, cujo valor elevou a média das áreas manejadas sob pastejo. Tal resultado pode ser atribuído ao maior efeito do descompactador rotativo vollverini sobre as propriedades físico-hídricas do solo nesse tratamento, conforme foi constatado por Martins e Demboski, 2022. Os resultados desses estudos concluíram que o tratamento com o descompactador rotativo com rolo faca Vollverini na área de pastagem obteve uma maior taxa de infiltração de água no início da avaliação, se comparada com os outros tratamentos, um fator cujo causa impactos nos resultados do diâmetro da haste principal da soja.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios do número de legumes totais (LT), número de legumes por nós (L/N), número de grão por planta (G/P) e número de grão por legume (G/L) em manejos de solo com subsolador convencional, sistema plantio direto e descompactador rotativo Vollverini, com tratamentos com pastejo e sem pastejo durante o período de inverno, neste apresentou dados

significativos após histórico da área com pastejo resultou em resultados superiores, sem influência dos manejos de solo.

Tabela 4. Média dos valores de legume totais (LT), número de legumes por nós (L/N), número de grão por planta (G/P) e número de grão por legume (G/L) de soja quando cultivadas em áreas submetida e não submetida ao pastejo animal no período de inverno seguido por manejos de solo (subsolador, sistema plantio direto e descompactador rotativo vollverini). Ibirubá, 2024.

Manejo de solo	Legumes totais (LT, un)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	52,1	32,7	42,4 ^{ns}
Plantio direto	41,7	37,0	39,3
Descompactador rotativo Vollverini	49,4	41,0	45,2
Média	47,7 a	36,9 b	

Manejo de solo	Legumes por nós (L/N, un)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	3,6	2,4	3,0 ^{ns}
Plantio direto	2,6	2,2	2,4
Descompactador rotativo Vollverini	2,8	2,0	2,4
Média	3,0 a	2,2 b	

Manejo de solo	Grãos por planta (G/P, un)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	126,5	81,2	103,8 ^{ns}
Plantio direto	97,7	92,7	95,2
Descompactador rotativo Vollverini	115,7	103,8	109,7
Média	113,3 a	95,5 b	

Manejo de solo	Grãos por legume (G/L, un)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	2,4	2,5	2,4 ^{ns}
Plantio direto	2,3	2,6	2,4
Descompactador rotativo Vollverini	2,4	2,5	2,4
Média	2,3 b	2,5 a	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de t ($p < 0,05$); **ns**, não significativo para teste t de comparação de média a 5% de probabilidade de erro; **un** silga para unidade.

Na tabela 4 é possível conferir um incremento de cerca de 29% mais legumes na área pastagem (47,7a) em relação a cobertura (36,9). Bem como maior número de legumes por nos na área pastagem (3) em relação a área cobertura (2,2) e superioridade de número de grão por planta da área pastagem (113,3) em relação a área cobertura (95,5).

Silveira et al (2001) comentam que diferentes métodos de preparo levam a modificações no perfil do solo, quanto ao crescimento e desenvolvimento de raiz que por sua vez, compromete a os componentes de produção das plantas. De forma geral, os manejos de solos utilizados resultaram em valores superiores na área com pastejo em relação à sem pastejo, logo, o incremento de produção das análises de legumes totais, legumes por nós e grãos por planta se devem ao fato de uma melhora nos atributos do solo onde a área possuía um índice de compactação maior, isso se explica pelo no trabalho de Martins 2022, onde houve aumento na taxa de infiltração de água do solo e o número maior de microporos na área com pastagem, levando uma expressão maior dos componentes de rendimento da cultura citados.

Em estudo conduzido por Rupiara et al (2020), constatou que a o incremento na emissão de vagens/planta foi de no mínimo 15% e no máximo 27% entre adotar o Integração lavoura pecuária em comparação ao sistema plantio direto tradicional que utiliza restos culturais como plantas de coberturas.

Em outro estudo este de Lunardi et al (2008) fomenta que o número de legumes por planta foi maior para a área pastejada em relação à não-pastejada.

Analisando os dados da tabela é possível notar os números de Legumes por nos superiores na área pastagem (3) em relação a área cobertura (2,2), isso pode ser explicado analisando a **tabela 4**, pois na mesma é avaliado a quantidade de legumes totais por planta, onde a quantidade dos mesmos na planta é superior na área pastagem (47,7) em comparação a cobertura (36,9), outro fator que explica esse resultado seria a análise da **tabela 2** nela se refere à altura de plantas, onde não houve significância na mesma, conferindo assim com uma quantidade semelhante de nos distribuídos entre as plantas das duas análises (com pastejo x sem pastejo).

Parte destes resultados podem ser explicados por um menor índice de plântulas emergidas por parte do manejo de solo subsolador, constatado na **tabela 1**, uma menor competição com outras plantas, pode levar a uma expressão fisiológica por parte destes aspectos fisiológicos maior, ou seja, resultados da tabela 4, podem

ser explicados pelo fato de uma compensação fisiológica por parte da cultura da soja em decorrência de uma menor competição com outras plantas.

Referente ao número de grãos por legumes (**Tabela 4**), foi possível observar valores superiores na área cobertura (2,5) em relação a área pastagem (2,3). Embora superiores, tais valores apresentam, numericamente, pouca diferença, uma vez que a variável número de grãos por legume é uma característica definida geneticamente pela empresa obtentora.

A produtividade de soja é resultante da combinação dos componentes de rendimento, número médio de plantas por área, legumes por área, grãos por legume e peso médio dos grãos. Dentre os componentes do rendimento, legumes por planta é o de maior importância (THOMAS et al., 1998).

Na tabela 5 estão apresentados os valores médios do peso de mil grãos em manejos de solo com subsolador convencional, sistema plantio direto e descompactador rotativo Vollverini, com tratamentos com pastejo e sem pastejo durante o período de inverno, nesta análise foi apresentada dados onde o histórico da área sem pastejo obteve resultados superiores, sem influência dos manejos de solo.

Tabela 5. Média dos valores de peso de mil grãos (PMG, g) de soja quando cultivadas em áreas submetida e não submetida ao pastejo animal no período de inverno seguido por manejos de solo (subsolador, sistema plantio direto e descompactador rotativo vollverini). Ibirubá, 2024.

Manejo de solo	Peso de mil grãos (PMG, g)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	174,6	175,0	174,8 ^{ns}
Plantio direto	173,0	180,6	176,8
Descompactador rotativo Vollverini	172,7	178,0	175,7
Média	173,5 b	178,1a	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **ns**, não significativo para teste t de comparação de média a 5% de probabilidade de erro; **g** sigra para gramas.

Segundo Tatto, 2017 fomenta que a variável peso de mil grãos é fortemente influenciada pelo material genético da soja, entretanto, é afetada pelas condições de temperatura e de umidade durante a fase de maturação.

Neste trabalho a área sem pastoreiro (178,1) obteve resultados superiores em relação ao manejo com pastoreiro (173,5). Esse incremento de 2,6% no peso de mil

grãos pode se explicar pelo fato de na área com pastoreiro utilizar de recursos de nutrientes do solo para estimular o rebrote das gramíneas causando uma possível deficiência de nutrientes para o enchimento de grãos da soja como comentado no estudo de Santos 2021, onde o pastejo, além de reduzir a biomassa, pode impactar na quantidade de nutrientes removidos do solo. Trabalhos avaliando a intensidade do bocado, demonstra que maior intensidade de pastejo em ILP promove menor ciclagem de nutrientes, refletindo na baixa quantidade de nutrientes presente na biomassa da forrageira (Assmann et al., 2017).

Lunardi et al 2008, encontraram resultados diferentes, onde, a área de pastagem obteve o peso de mil grãos maior com valores de 136,1g, levando a uma combinação de 32,5% superior a áreas sem pastagem.

Na tabela 6 estão apresentados os valores médios do rendimento (RENDI) em manejos de solo com subsolador convencional, sistema plantio direto e descompactador rotativo Vollverini, com tratamentos com pastejo e sem pastejo durante o período de inverno, neste não foi constatado variância estatística por parte do histórico da área com e sem pastejo e nem pelos manejos de solo.

Tabela 6. Média dos valores de rendimento (RENDI) da soja quando cultivadas em áreas submetida e não submetida ao pastejo animal no período de inverno seguido por manejos de solo (subsolador, sistema plantio direto e descompactador rotativo vollverini). Ibirubá, 2024.

Manejo de solo	Rendimento (RENDI, kg/ha)		
	Com pastejo	Sem pastejo	Média
Subsolador	3328,2	3553,1	3440,6 ^{ns}
Plantio direto	3370,2	3886,3	3628,3
Descompactador rotativo Vollverini	4105,6	3901,4	4003,5
Média	3601,3^{ns}	3780,3	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ns, não significativo para teste t de comparação de média a 5% de probabilidade de erro; kg sigra para quilos.

Em relação aos valores de rendimento não houve significância, porém no tratamento onde recebeu o manejo do descompactador vollverini recebeu um incremento nos valores de rendimento, isso se explica na melhora dos atributos hídricos do solo como fomentado no trabalho de Martins, 2022, onde nestes houve melhoras em relação a infiltração e volume de água no solo característica que tem total

ligação a desenvolver plantas mais vigorosas e conseqüentemente plantas mais produtivas, em relação a manutenção da cobertura vegetal no solo, que possui papel importante para a proteção do solo bem como diminuir a competição com plantas daninhas.

Já em relação aos atributos físicos do solo, Demboski 2022 fomenta que o descompactador vollverini foi eficiente em relação à diminuição da densidade e da resistência à penetração do solo e ao aumento da porosidade total, em especial dos macroporos, quando comparado com o sistema consolidado na área nos anos anteriores, o Sistema Plantio Direto. Devido a estes fatores o rendimento da soja foi mais elevado onde recebeu o tratamento do descompactador rotativo Vollverini, devido as suas características de trabalho na área de análise.

3 CONCLUSÃO

Referente ao manejo de inverno (aveia preta com pastejo e sem pastejo), percebeu-se que as variáveis diâmetro da haste principal, legumes totais e legumes por nó foram superiores, nas médias dos manejos de solo, após aveia utilizada para pastejo.

Quanto aos manejos de solo, o uso do subsolador apresentou plantas com menor estatura.

No entanto, nas condições experimentais do presente estudo, safra 2022/2023, não foi observada influência dos manejos de solo sobre o rendimento da cultura da soja.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ SATOSHI SEKI^{2*}, FERNANDA GONÇALVES SEKI³, SAMIR PAULO JASPER⁴, PAULO ROBERTO ARBEX SILVA⁵ E SÉRGIO HUGO BENEZ (ED.). **Efeitos de práticas de descompactação do solo em área sob sistema plantio direto**¹. [s.l.] Revista Ciência Agronômica, 2015. v. 46

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Terminology for soil-engaging components for conservation tillage planters, drills and seeders**. In: In: _____. *ASAE Standards 1996: Standards Engineering Practices Data*, St. Joseph, 1996. p.309-14.

BALASTREIRE, Luiz Antônio. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole LTDA, 1987, 307p.

BELLÉ, G.L. G.L. **Agricultura de precisão: manejo da fertilidade com aplicação a taxa variada de fertilizantes e sua relação com a produtividade de culturas**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria - RS, 2009.

BIANCHINI, A., **Trator Agrícola**. Apostila didática. Cuiabá – novembro/2002.

CARBONELL, S.A.M. **Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, 1991. Londrina. 1991.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA E.Y. & FREDDI, O.S. **Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP)**. R. Bras. Ci. Solo, 27:695-703, 2003.

COMPAGNONI, L. **DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO ADICIONAL NA PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DE SOJA**. Pelotas: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, 2013.

COMPAGNONI, Luciano. Sistemas agroflorestais no sul do Brasil: avaliação da sustentabilidade. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/3096/dissertacao_luciano_com_pagnoni.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 04/06/2024.

Conab - Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 3 ago. 2024.

DA SILVEIRA NICOLOSO (2) TELMO JORGE CARNEIRO AMADO (3) SÉRGIO SCHNEIDER (4) MASTRÂNGELLO ENÍVAR LANZANOVA (5) VITOR CAUDURO GIRARDELLO (6) & JARDES BRAGAGNOLO (6), R. EFICIÊNCIA DA ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA E BIOLÓGICA NA MELHORIA DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO MUITO ARGILOSO E NO INCREMENTO DO RENDIMENTO DE SOJA (1). **R. Bras. Ci. Solo**, p. 1–12, 2008.

DA SILVEIRA NICOLOSO, R. et al. **EFICIÊNCIA DA ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA E BIOLÓGICA NA MELHORIA DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO MUITO ARGILOSO E NO INCREMENTO DO RENDIMENTO DE SOJA (1).** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/p4q4Ds46LZ95rhxgwwRympp/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 22/05/2024.

DE FACCIO CARVALHOII CARLOS RICARDO TREINII JOSÉ ANTONIO COSTAII GUILHERME FERNANDES CAUDUROII CRISTINA MARIA PACHECO BARBOSAII ANGELO ANTÔNIO QUEIROLO AGUINAGAI, R. L. P. C. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, p. 1–7, 2008.

DE OLIVEIRA, M. F. B. **A CULTURA DA SOJA IMPLANTADA EM DIFERENTES COBERTURAS E MANEJOS DO SOLO EM ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA.** BOTUCATU - SP: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA

FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS CAMPUS DE BOTUCATU, 2002.

DEMBOSKI, D. M. **INFLUÊNCIA DOS MANEJOS DE SOLO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO**. Ibirubá: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL CAMPUS IBIRUBÁ, 2023.

DOS SANTOS, L. P. **DESEMPENHO DE BOVINOS E EFEITO DO PASTEJO NA CULTURA DA SOJA EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**. RIO VERDE – GO: NSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, 2021.

ÉLCIO HIROYOSHI YANO¹ AUARA RUPIARA MAGALHAES² VINÍCIUS MOLINA ROSABONI³ BRUNA MOREIRA MAIOLI. **PRODUÇÃO DE SOJA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA POR DIFERENTES MANEJOS DO SOLO**. SP: CONBEA, 2020.

JORGE, J.A. **Compactação do solo: causas, consequências e maneiras de evitar a sua ocorrência**. Campinas, SP: Instituto Agronômico de Campinas, 1986. (Circular Técnica).

KATIELY ALINE ANSCHAU^{1*}, EDLEUSA PEREIRA SEIDEL², MARCOS CESAR MOTTIN¹, KARINE LAIARA LERNER³, MÁRCIO ANDRÉ FRANZISKOWSKI¹, DANIELA HERRMANNDA ROCHA (ED.). **PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO, CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA**. [s.l.] Scientia Agraria Paranaensis, 2018. v. 17

MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; PALUDO, A. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano**. Comunicado Técnico 163, Embrapa: Planaltina/DF, 2009.

MARTINS, I. D. **INFLUÊNCIA DE MANEJOS DE SOLO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO**. Ibirubá: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL CAMPUS IBIRUBÁ, 2023.

MIELNICZUK (3), F. M. V. &. **UMA VISÃO SOBRE QUALIDADE DO SOLO (1)**. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 33, n. 743–755, p. 1–14, 2009.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F.; DEBIASE, H. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 635-646, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/XB9rrzxwbvPffNcTBsQ6chQ/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 02 ago. 2024.

MORAES, A. & LUSTOSA, S.B.C. **Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem**. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, Maringá, 1997. Anais. Maringá, 1997. p.129- 149.

MOREIRA, A. A. **COMBINAÇÕES DE MECANISMOS SULCADORES E ATERRADORES NO CULTIVO SIMULTÂNEO DE SORGO COM BRAQUIÁRIA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO DE SOJA**. Ilha Solteira – SP: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” FACULDADE DE ENGENHARIA CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA, 2024.

MOTTER, P.; ALMEIDA, H. G. **Plantio Direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015. 73 p.

NA 5909 RR — Líder Agronegócios. Disponível em: [<https://www.lideragronegocios.com.br/produtos/na-5909-rr/>](https://www.lideragronegocios.com.br/produtos/na-5909-rr/). Acesso em: 02/07/2024.

RODRIGO KURYLO CAMARA (2) & VILSON ANTONIO KLEIN (3). ESCARIFICAÇÃO EM PLANTIO DIRETO COMO TÉCNICA DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA (1). **R. Bras. Ci. Solo**, p. 1–8, 2005.

SCHAEFER, C.E.R.; SILVA, D.D.; PAIVA, K.W.N.; PRUSKI, F.F.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; ALBUQUERQUE, M.A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.5, p.669-678, 2002.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. & BALBINOT JUNIOR, A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I- Perdas de solo e água. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:427-436, 2000.

SECCO, D.; REINERT, D.J. Efeitos imediato e residual de escarificadores em Latossolo Vermelhoescuro sob PD. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.16, n.3, p.52-61, mar., 1997.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.533-542, 2004.

TATTO, H.W.; **ALTURA DE PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA AFETAM OS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, PLANTABILIDADE E PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA?** DISSERTAÇÃO—UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: [s.n.]

VILMARA BITTENCOURT FERREIRA¹, R. Z. DA S. (ED.). **AVALIAÇÃO DOS CARACTERES AGRONÔMICOS DA SOJA CULTIVADA SOB DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DO SOLO**. [s.l.] Agri-Environmental Sciences, 2023. v. 9